



ИИЭСМ

Институт инженерно-
экологического
строительства
и механизации

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

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

(г. Москва, 28 февраля — 4 марта 2022 г.)

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

ISBN 978-5-7264-3050-8

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2022

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 (г. Москва, 28 февраля — 4 марта 2022 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт инженерно-экологического строительства и механизации. — Электрон. дан. и прогр. (13 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2022. — URL: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-3050-8

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: «Интеллектуальные системы и автоматика в строительстве»; «Устойчивое развитие систем водоснабжения и водоотведения»; «Безопасная эксплуатация зданий и сооружений»; «Инновационные решения при экологическом строительстве и реконструкции»; «Реновация застроенных территорий, зданий и сооружений»; «Механизация строительства»; «Общая и прикладная физика»; «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и тепловая защита здания»; «Теплоснабжение, газоснабжение и котельные установки».

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», 2022

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

Сайт: www.mgsu.ru

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

Для создания электронного издания использовано:

Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Верстка макета *Н.А. Макиши*

Подписано к использованию 08.06.2022. Объем данных 13 Мб

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет».

129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.

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

E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Интеллектуальные системы и автоматика в строительстве»	
Шанин Р.А. Особенности процесса автоматизации при производстве листового стекла.....	11
Аблогина Ж.М., Иволгина О.А., Куценко М.Д. автоматизированная система ночного освещения для отдельных помещений дома.....	14
Левченко А.И. Нейросети в управлении технологическими процессами.....	18
Гасангусейнов М.Р., Лесной В.В. Энергосбережение при автоматизации отпуска теплоты в тепловых пунктах.....	22
Руппа Н.Р. Передача сигнала с помощью оптоволокна. ЭВМ нового поколения.....	26
Михасенко Н. А. Технология локализации и изоляции аварийного участка распределительной сети.....	29
Оголихин А.Д. Опытный образец автоматизированной системы наружного освещения.....	34
Огаркова И.К. Система адаптивного освещения типового рабочего места в здании администрации.....	36
Ярошенко К.С. Управление шаровым краном с электроприводом системы отопления в индивидуальном тепловом пункте здания школы.....	41
Чистякова А.Д. Автоматизация инженерных систем вокзального комплекса для повышения комфорта и безопасности.....	45
Филиппов М.А. Особенности использования фанкойлов в системах вентиляции.....	49
Алексанов Д.А. Создание автоматической системы полива растений на загородном участке.....	54
Шагаев И.А. Автоматизация вращающейся решетки в системах водоснабжения и водоотведения.....	58
Барабوشкина А.С. Автоматизация технологического контроля водопроводной очистной станции.....	62
Афанасьева А.А. Разработка университетской программы совета по экологическому строительству.....	67
Секция «Устойчивое развитие систем водоснабжения и водоотведения»	
Погодин К.А. «Зеленые технологии» в системе водного хозяйства производства железобетонных изделий.....	72
Бородуля Д.В. Реконструкция трубопроводов путем предварительного разрушения и протаскивания в освободившееся пространство новых труб.....	77

Климов Д.Н. Проектирование ремонтных работ на стояках и подводках в зданиях с помощью бестраншейных технологий.....	82
Тачкина И.В., Говорова А.О. Очистка природной воды биологическими методами.....	86
Лесных В.А Технологии сбережения воды в градирнях.....	90
Спасибо Е.В., Хохлов П.А. Малые очистные сооружения.....	95
Васина Е.А. Использование геотекстильных контейнеров для обработки осадка.....	98
Грошихина А.М. Эффективность использования оборотных систем водоснабжения на предприятиях текстильной промышленности.....	102
Сергеева Е.А. Научная школа санитарно-технического оборудования зданий кафедры водоснабжения и водоотведения НИУ МГСУ.....	105
Генаров А.Г., Леонович К.С. Очистка сельскохозяйственных стоков и воды поверхностных источников урбанизированных территорий.....	109
Хлебников С.К., Мельникова М.Д. Проблемы реабилитации и оценки эффективности восстановления малых рек с полностью или частично закрытым руслом.....	115
Коновалова А.А., Скворцова А.С. Обследование очистных сооружений Московской области.....	121
Бондарева В.А. От искусства к науке и изобретательству: вклад Леонардо да Винчи в развитие систем водоснабжения и водоотведения.....	125
Коцкий И.К. Канализование сточных вод Листвянского муниципального образования.....	129
Решетова А. В. Анализ применимости дождевой воды для непитьевого водоснабжения в России.....	133
Хаулин И.В. Применение трёхмерного моделирования при проектировании внутренних систем водоснабжения и водоотведения в высотных зданиях.....	138
Павелкова А.М. Определение преимуществ метода обратного осмоса перед схемой ионного обмена для водоподготовки паровой котельной..	142
Сашина Э.О. Особенности применения гравитационно-вакуумных внутренних водостоков здания.....	147
Огрызко А.Г. Анализ ситуации водоотводящей сети г. Ставрополя.....	149
Володина А.А. Проблема регулярных засоров канализационных труб в г. Ивантеевке Московской области. Методы решения.....	151
Рожнов Д.А, Макаров Д.В. Использование современных установок ультрафильтрации и нанофильтрации при реконструкции станций очистки поверхностных вод.....	156

Секция «Безопасная эксплуатация зданий и сооружений»

Король С.Ю. Мероприятия по снижению углеродного следа при эксплуатации зданий и сооружений.....	161
---	-----

Фехретдинов А.Р. Реконструкция общественного здания с усилением несущих конструкций композитным материалом.....	164
Трунтов П.С. Реконструкция административного здания с применением композитных материалов.....	171
Кузина И.С., Кецко Е.С. Внедрение ВИМ-технологий на этапе эксплуатации объекта.....	176
Бусел Ю.И. Число самосвалов, обеспечивающих бесперебойный вывоз строительного мусора со строительной площадки.....	179
Юрченко В.С. Применение современных экологических технологий в строительстве и реконструкции зданий.....	181
Грошева Е.А. Безопасная эксплуатация кровель со встроенными солнечными панелями.....	185
Панкова Е.В. Контроль качества ремонтно-строительных работ в эксплуатируемых зданиях.....	190
Пульгуева К.Р., Холявина П.С. Методы повышения несущей способности грунтовых оснований.....	194
Сафина Р.И. Реконструкция здания для современного использования в г. Москве.....	197

Секция «Инновационные решения при экологическом строительстве и реконструкции»

Лисова Ю.А. Технологии обеспечения безопасной эксплуатации системы водоснабжения художественной академии г. Севастополя.....	202
Блинова О.С. Улучшение показателей энергоэффективности здания при капитальном ремонте.....	207
Кирюшина М.С. Реконструкция трубопроводов хозяйственно-бытовой канализации.....	211
Катвалян А.Г. Ремонт трещин с применением инновационного инъекционного состава на основе высокопрочной эпоксидной смолы SIKА INJECTION 451.....	217
Володина А.А. Сравнительный анализ проникающих гидроизоляций Пенетрон, Кальматрон, Кристаллизол.....	219
Демченко Т.Ю., Марченко М.Г. Выбор проектных решений по коэффициенту энергоэффективности в ТЦ «Акварель» г. Пушкино.....	223
Грошева Е.А., Макаров О.В. Обоснование выбора и применения инновационных вариантов обогрева помещений зданий.....	227
Чижиков М.Е. Применение инновационных технологий при реконструкции жилой застройки.....	231
Томашов Н.В. Эффективность лазерного измерения при использовании информационной модели здания.....	235
Давыдова П.С. Анализ методов ремонтов плоских кровель.....	238

Секция «Реновация застроенных территорий, зданий и сооружений»

Каппушев И.А. Стандарты реновации жилищного фонда как основа повышения качества городской среды.....	242
Батраков М.А. Информационное моделирование при капитальном ремонте	247
Антониади Д.Д. Инновационные технологические решения, интегрированные в озеленение кровельных покрытий, при реновации ...	250
Грошева Е. А., Макаров О. В. Сравнительный анализ опыта реновации Германии и России.....	252
Новикова Д.В. Стандарты реновации в современном мире.....	256
Холявина П.С., Пульгуева К.Р. Искусственное повышения несущей способности грунтовых оснований методом инъектирования особо тонкодисперсного вяжущего.....	260
Буравцева М.Н. Основные методы благоустройства в современной городской среде.....	264
Антониади В.Д. Инновационные технологические решения, интегрированные в озеленение фасадных систем, при реновации	267
Сонин Д.Д. Проблема грядущей перестройки ЖКХ с точки зрения вице-премьера М.Ш. Хуснуллина.....	270
Гайфутдинова А.Л., Фазылзянов Ф.Ф. Проблемы и перспективы решения благоустройства территорий и транспортной инфраструктуры при реновации.....	273
Юрченко В.С. Применение современных экологических технологий в строительстве и реконструкции зданий.....	275

Секция «Механизация строительства»

Бодренков А.В. Вопросы безопасности движения автобетоносмесителя.....	280
Маркевич В.Н. Определение истинных напряжений разрушения металлических материалов.....	283
Козлов К.О., Руделев М. Д., Чаплынский А.Д. Проблема применения ручных машин для вязки арматуры.....	286
Морозова Д.В., Куницкая Т.С., Будникова В.А. Подводные траншекопатели и кабелеукладчики.....	290
Михаль М.С. Использование дирижаблей в качестве грузоподъемной машины.....	294
Головкин А.А., Кокнаев Д.И. Изучение явления магнитострикции редкоземельных металлов.....	298
Коньшев Н.И. Оборудование для производства тяжелого бетона.....	301
Марвин Г.Д. Разработка трапециевидного ковша с рыхлителями для одноковшового экскаватора.....	305

Парусов А.А. Мобильный бетоносмесительный узел для укладки цементобетонных дорожных покрытий.....	307
Пименов А.А., Галактионов Д.М. Модернизация двухкабинного лифта с независимым приводом с целью повышения безопасности.....	309
Цхай В.П. Особенности лифтов KONE.....	312
Савичев А.О. Специализированное оборудование для технологии производства теплых асфальтобетонных смесей.....	315

Секция «Общая и прикладная физика»

Беляева Д.Р. Исследование распространения аэрозольного облака, испускаемого человеком при разговоре.....	321
Чижевская А.Д. Ионизация воздуха. Люстра Чижевского.....	325
Самойлов А.Т. Композитные растворы на основе алюмосиликатных нанодобавок.....	330
Киселева Т.А. Применение пьезоэлементов в конструкции ветрогенератора.....	334
Васильев В.А., Куренкова Е.А. Устойчивость равновесных конструкций, зданий и сооружений.....	338
Воробьева А.В. Тепловая защита зданий и сооружений: исследование характеристик светопропускающих конструкций, расчет тепловых потерь.....	343
Павлова Е.А. Проблемы температурно-влажностного режима жилых зданий в период сезонных колебаний температур.....	346
Тырина У.С., Чумаченко М.А. Архитектурная акустика в храмах.....	352
Наумов К.Д. Снижение ветровой нагрузки на строительные конструкции.....	355
Мельник Т.С., Татарников В.Д. Мыльные плёнки. Исследование их свойств.....	358
Частова В.Ю. Исследование структуры цементного камня, модифицированного нанотрубками.....	362

Секция «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и тепловая защита здания»

Савенко Г.А. Оценка результатов расчета систем противодымной вентиляции по различным методикам.....	367
Гулканов А.Г. Инструментальное обследование зависимости номинального теплового потока вертикальных секционных радиаторов башенного типа от количества секций.....	369
Лексакова О.С. Современные исследования и применение теплых полов.....	377
Ахвердашвили Р.Г. Расчет распределения по помещению результирующей температуры, формирующейся в процессе лучисто-конвективного теплообмена в помещении.....	381

Урядов М.И. Натурное исследование распределения по помещению результирующей температуры в холодный период года в Москве.....	384
Мухин А.М., Воинова Е.М. Анализ и оптимизация расчетных тепловых потерь общественных зданий дошкольных образовательных учреждений с целью снижения тепловых нагрузок.....	388
Шукин Д.А., Гришкина Д.А. Оптимизация потребления ГВС и компенсация тепловой нагрузки общественных зданий за счет плоских солнечных коллекторов на примере здания школы на 1100 мест в г. Ростове-на-Дону.....	395
Ахмаджонов А.А., Фарафонова Д.А., Ходнева Д.С. Анализ методик расчета удельных расходов тепла на отопление и вентиляцию жилых зданий со встроенными помещениями общественного назначения на основе утвержденных СП.....	401
Кириллова Г.А., Кожевникова Д.В. О подборе вентилятора приточной противодымной вентиляции в незадымляемой лестничной клетке Н2 при пожаре.....	406
Павленко Е.Д. Оптимизация выбора источника теплоты при совместной нагрузке отопления и вентиляции.....	413
Хромов Е.В. Сопоставление расхода тепловой энергии системами отопления и горячего водоснабжения в годовом режиме.....	416
Дербичева О.В. Разработка системы вентиляции и кондиционирования воздуха здания образовательной организации.....	419

Секция «Теплоснабжение, газоснабжение и котельные установки»

Ляпинков А.Г. Учет экономических показателей в перспективных системах газораспределения.....	425
Локтева А.А., Дубовенко В.А. Сравнение энергетической эффективности проживания населения в многоквартирных домах и коттеджах для климатических условий крупнейших городов РФ.....	427
Титов М.А., Лакутин А.Р. Организация автономного горячего водоснабжения для индивидуального жилого дома с помощью электрических водонагревателей.....	432
Прилуцкий В. Экономическая целесообразность применения квартирных тепловых пунктов в жилом многоквартирном здании.....	436
Ратченкова М.В. Разработка электронно-математических моделей инженерных систем зданий с применением BIM-технологий.....	440
Коцкий И.К. Влияние конвекции воздуха внутри стеклопакета на характер теплообмена через оконную конструкцию.....	446
Азизов Т.М., Сосновский Н.Ю. Исследование теплозащитных свойств пенополиуретановой изоляции тепловых сетей в натуральных условиях методом тепловизионной дефектометрии.....	451
Константинова А.Г. Реновация коммунальных систем многоквартирного жилого дома.....	459

**Секция «Интеллектуальные системы и
автоматика в строительстве»**

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

*Шанин Р.А., студент 4-го курса 30 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гвоздев Е.В., канд. техн. наук, доц.*

Производство листового стекла является одной из крупных отраслей современной промышленности. Такое стекло используется при производстве оконных рам, стеклопакетов различной толщины, в автомобильной, мебельной промышленности, в фармацевтике и многих других сферах.

Существует несколько способов производства листового стекла, к которым относят вертикальное и горизонтально-вертикальное вытягивание, прокатное стекло и термополированное стекло, производимое флоат-методом. Сущность последнего способа заключается в том, расплавленная стекольная масса выливается на поверхность расплавленного металла (чаще всего, олова). Поскольку расплавленное олово имеет зеркально гладкую поверхность, то и стекло получает идентично идеальную поверхность. Стекло, производимое таким способом, не нуждается в шлифовке и полировке и качеством не уступает стеклам, производимым другими методами.

Технологическая схема производства листового стекла, производимого флоат-методом показана на рисунке 1.

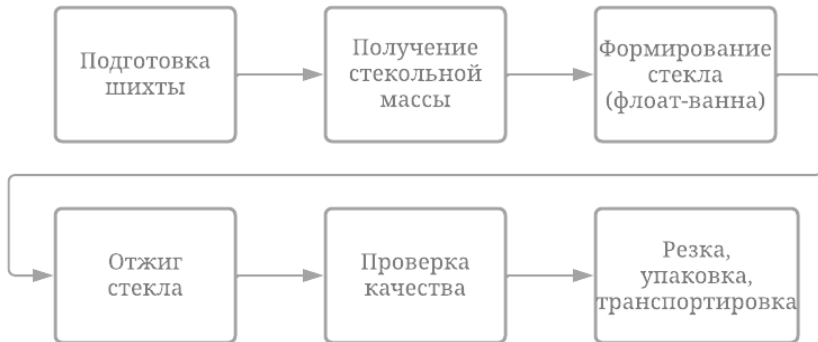


Рисунок 1. Технологическая схема производства листового стекла

Производство любого материала начинается с подготовки исходного материала, в случае производства стекла – это шихта.

В общем, состав шихты представляет собой смесь следующих компонентов: кварцевого песка, доломита, соды, мела, доломитовой муки, полевого шпата, селитры, содо-сульфатной смеси и стеклобоя.

Исходные компоненты шихты поступают на производство в закрытых вагонах и разгружаются в бункера хранения исходных материалов.

Например, на заводе Пилкингтон Гласс, расположенном в Раменском районе Московской области, исходные материалы поступают в вагонах и разгружаются в бункера, расположенные под рельсами.

Основными контурами автоматизации при подготовке шихты для её дальнейшего расплавления являются:

- поддержание необходимой влажности песка;
- поддержание необходимого уровня дозирования песка и остальных компонентов смеси шихты.

Для поддержания данных параметров, в основном, используются одноконтурные схемы регулирования, поскольку данные параметры могут регулироваться с необходимой точностью и одноконтурными схемами.

В случае регулирования влажности песка, в качестве регулирующего воздействия используют изменение расхода воздуха, поступающего в сушилку.

Для регулирования уровня дозирования компонентов в качестве регулирующего воздействия используется изменение расхода компонентов шихты, поступающих в смесительную установку.

После смешивания шихта поступает в стеклоплавильную печь, где и получают стекольную массу.

Производство стекольной массы является основополагающим этапом производства стекла, необходимо поддерживать заданную температуру в стеклоплавильной печи, иначе, производимое стекло будет иметь значительное количество дефектов. Простые одноконтурные схемы регулирования тут уже не подходят, поскольку не позволяют с максимальной точностью контролировать заданные параметры.

Система автоматического управления стекловаренной печью позволяет регулировать и контролировать следующие параметры печи:

- температуру печи;
- расход газа, поступающего на горелки печи;
- температуру воздуха, поступающего на горелки печи через регенераторы;
- расход воздуха;
- уровень стекломассы;
- концентрацию кислорода в дымовых газах;
- давление в печи;
- объем отводимых дымовых газов;
- давление в трубопроводах газа, воздуха, дымовых газов.

Для регулирования температуры в печи используется каскадная схема регулирования, позволяющая максимально точно корректировать температуру в печи:

С датчиков температуры выходной сигнал поступает в контроллер, в котором программно реализован корректирующий регулятор.

Выходной сигнал с регулятора главной регулируемой величины (температуры) корректирует задание регулятору промежуточной величины - расхода топливного газа, измеряемого датчиками расхода.

Регулирующее воздействие через пусковое устройство поступает на исполнительный механизм (запорные арматуры) линии подачи топливного газа к горелкам печи.

Также каскадная схема регулирования используется для контроля качества горения путем контролирования уровня кислорода в дымовых газах.

Содержание кислорода в дымовых газах измеряется датчиком кислорода, расположенном в дымовой трубе, через которую и отходят дымовые газы.

Выходной сигнал с датчика поступает в контроллер. Программно реализованный регулятор корректирует задание регулятору вспомогательной величины - расхода воздуха, измеряемого датчиками расхода воздуха. Регулирующее воздействие подается на исполнительный механизм клапана на линии подачи воздуха на горелки.

Регулирование давления в печи производится при помощи одноконтурной схемы регулирования.

После расплавления стекольная масса отправляется в флот-ванны, в которых находится расплавленное олово, температурой около 600 градусов Цельсия. За счет того, что расплав олова имеет идеально гладкую поверхность, стекольная масса, растекающаяся по данному расплаву, также принимает идеальную поверхность, не требующую дальнейшей шлифовки.

Во флот-ванне поддерживается инертная среда из смеси водорода и азота, поскольку при реакции с кислородом, олово окисляется до оксида олова, который в значительных количествах остается на выплавляемом стекле.

Во флот-ванне также задается толщина производимого стекла за счет вращения бортоформирующих машин, представляющие собой крутящиеся зубчатые колеса, располагающиеся по каждую сторону ванны. Меняя угол поворота и скорость данных колес, задается толщина производимого стекла.

Из флот-ванны стекло попадает в печь отжига, где оно постепенно охлаждается до приемлемой температуры. В печи отжига необходимо поддерживать необходимую температуру для охлаждения стекла, причем, температура на каждом участке печи должна постепенно снижаться, дабы не допустить снижения прочности стекла. В данной печи допускается использовать одноконтурные схемы регулирования температуры, поскольку нет необходимости в сверхточном ее регулировании.

После отжига производится проверка параметров качества стекла при помощи различных сканеров и стекло отправляется на резку по спецификациям заказчика.

Ввиду постоянно растущего спроса в качественном листовом стекле, растет необходимость увеличения его производства. Внедрение систем

автоматического регулирования и автоматизации позволяет увеличить количество и качество производимого стекла. Использование каскадных систем регулирования позволяет выплавлять стекло с минимальным количеством дефектов за счёт контролирования важнейших параметров при его производстве.

Библиографический список

1. Карпин, Е. Г. Автоматизация технологических процессов пищевых производств / Е. Г. Карпин. — Москва : Агропромиздат, 1985.
2. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Интернет источник: <https://oknanagoda.com/steklo/osteklenie-steklo> (Дата обращения 22.02.2022)
4. Интернет источник: <https://www.pilkington.com/ru-ru/ru/about-us/technology> (Дата обращения 22.02.2022)
5. Кузнецов В. А. Стекловаренная печь : учеб. пособие для студентов направления бакалавриата 140100 - Теплоэнергетика и теплотехника профиля Энергетика теплотехнологии / В. А. Кузнецов ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд - во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. - 71 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НОЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ДОМА

Аблогина Ж.М., Иволгина О.А., Куценко М.Д., студенты 4-го курса 30 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Поленов Д. Ю., канд. техн. наук

Суть данной системы состоит в ранжировании светового потока, благодаря чему осуществляется экономия электроэнергии. Поскольку, система является автоматической это снижает необходимость в ручном воздействии человека на данную систему, как следствие упрощает жизнь человеку.

Говоря об актуальности автоматического освещения в ночное время важно отметить, что с помощью светодиодных источников света можно управлять режимами освещения, их цветовой гаммой, интенсивностью, что важно для психофизического состояния человека. Светодиодное освещение не является интенсивным, что не будет давать дополнительную нагрузку на глаза. А также выбранный нами синий цвет подсветки благополучно влияет на зрительные органы человека, согласно исследованиям лампочки, с голубым светом улучшают настроение, производительность и сон.

Так же хочется заметить другие немаловажные преимущества такого освещения – энергосбережение. Важным направлением в развитии электроэнергетики является применение энергоэффективных и энергосберегающих технологий. Основными инструментами данной задачи

можно назвать применение энергоэффективных устройств, а также применение автоматизированных установок освещения.

Светодиодные технологии нашли большой спрос для решения вопроса энергоэффективности. Автоматизация в свою очередь также активно решает ряд задач: экономия до 75% электроэнергии (в сравнении с нерегулируемой системой освещения), увеличение комфортности освещения, значительное увеличение срока службы приборов освещения, повысить комфорт и эстетику в помещениях.

Новизна данной системы заключается в определенном ранжировании светового потока для реализации задач экономии электроэнергии, а также, снижения световой нагрузки на сетчатку человеческого глаза в темное время суток.

Подобная система имеет как зарубежные аналоги в виде: Xiaomi (система умного дома Smart Home, страна производства: Китай), Fibaro (страна производства: Польша); так и российские аналоги: Яндекс станция.

Однако, изученные системы имеют ряд недостатков, из которых наиболее явными являются: высокая цена, избыточная мощность (функциональность системы), повышенное энергопотребление системы, отсутствие диспетчеризации при отсутствии беспроводных технологий соединения устройств. Данные недостатки будут учтены в нашей системе. В таблице 1 представлены основные данные аналогичных систем.

Таблица 1. Аналоги систем умного освещения дома

№	Наименование	*Цена, Р	**Потребление, кВт.ч/год
1	Xiaomi	17 560	407
2	Fibaro	52 000	541
3	Яндекс станция	16 740	754
4	Разработанная система	6 230	114,8

* - на 20.02.2022.

** - расчет энергопотребления определен исходя из следующего комплекта оборудования: умные лампочки 10 штук, центральная станция управления умным домом.

Разрабатываемая нами система состоит из следующих элементов:

- Микроконтроллер
- Датчик расстояния
- Датчик времени
- Электромагнитное реле – 12В
- Сегментированная светодиодная лента – 12В
- Блок питания – 12В

На рисунке 1 представлена структурная схема данной системы:

Питание к микроконтроллеру подводится с помощью блока питания на постоянные 12В (мощность блока питания 24 Вт), далее, к микроконтроллеру подключаются электромагнитные реле (управление которыми происходит посредством коммутации на выходе микроконтроллера электрического тока). Светодиодная лента подключается

с помощью блока питания, включается/ выключается светодиодная лента по прерыванию подачи питания от электромагнитного реле. Датчик расстояния подключается к дискретному выходу, а также в питающие разъемы микроконтроллера. Датчик времени имеет схожее подключение. Датчик времени служит для поддержания временного интервала включенного состояния светодиодной ленты.

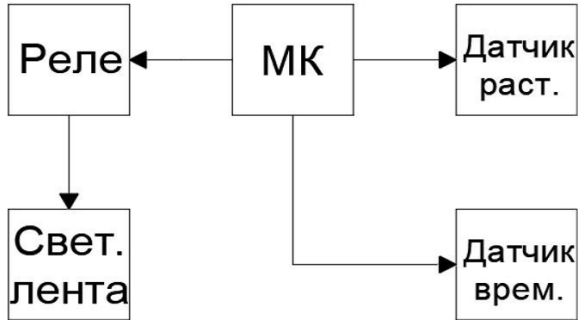


Рисунок 1. Структурная схема



Рисунок 2. Блок-схема алгоритма работы

Алгоритм работы системы отображен на блок схеме (Рисунок 2). В случае фиксирования изменения расстояния ультразвуковым датчиком, на

микроконтроллер подается сигнал, тот в свою очередь, реализует заложенный в программный код алгоритм, а именно: поочередно подает сигнал на электромагнитные реле, которые в свою очередь последовательно включают светодиодные ленты, последняя лента остается включенной на протяжении того времени, что человек находится в уборной. В момент возвращения человека в спальную комнату микроконтроллер подает сигнал и реле включаются в обратной последовательности, до выключения освещения.

В результате проделанных работ были выполнены следующие пункты:

1. Проведен анализ существующих систем и найдены их недостатки.
2. Предложен вариант их устранения.
3. Разработаны структурная схема и блок-схема алгоритма работы системы.
4. Разработано программное обеспечение.
5. Собран макет.
6. Успешно проведены испытания.

Хочется отметить, что данной системой можно достичь решение немаловажных задач, таких как: ранжирование светового потока, снижение нагрузки на глаза, повышение комфорта, энергоэффективность и практичность.

Библиографический список

1. Автоматизация проектирования аналого-цифровых устройств / ред. Э.И. Гитис. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 184 с.
2. Ватерман Дизайн вашей квартиры: Дизайн. Цвет. Освещение. Интерьер / Ватерман, Гизела. - М.: Кристина & К, 1994. - 128 с.
3. Жинтелис, Г.Б. Автоматизация проектирования микропрограммируемых структур / Г.Б. Жинтелис, Э.К. Карчяускас, Э.К. Мачикенас. - М.: Машиностроение, 2008. - 216 с.
4. Никельберг, В.Д. Монтаж освещения промышленных и жилых зданий / В.Д. Никельберг, В.Н. Кожухаров. - М.: Энергоатомиздат, 2010. - 224 с.
5. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. - М.: ДЕАН, 2003. - 890 с.
6. Горбунов, В.А. Аппаратура электросхем автоматизации / В.А. Горбунов. - М.: МАШГИЗ, 1983. - 335 с.
7. Иоффе, М. И. Диагностирование логических схем. Алгоритмы моделирования и автоматического синтеза теста / М.И. Иоффе. - М.: Наука, 1989. - 160 с.
8. Левенталь, Л. Введение в микропроцессоры: Программное обеспечение, аппаратные средства, программирование / Л. Левенталь. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 464 с.
9. Сигорский, В. П. Алгоритмы анализа электронных схем / В.П. Сигорский, А.И. Петренко. - М.: Техника, 1992. - 394 с.
10. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем: Справочник / ред. В.А. Шахнов. - М.: Радио и связь, 1988. - 736 с.

НЕЙРОСЕТИ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Левченко А. И., студент 4-го курса 30 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Шилкина С. В., канд. техн. наук, доц.

В связи с бурным развитием промышленного производства, а также повышения степени его автоматизации и роботизации, к системам управления технологическими процессами предъявляются все более строгие требования, к примеру минимальное отклонение параметров процесса от эталонной модели, возможность адаптироваться к изменяющимся внешним условиям, легкость в настройке при вводе в эксплуатацию. Один из вариантов соблюдения данных требований – использования нейронных сетей. Поэтому их изучение в контексте применения для управления различными технологическими процессами довольно перспективно и актуально на сегодняшний день. В статье авторами приведены описание алгоритма работы нейросетей, их структура, классические задачи, решаемые с помощью нейронных сетей. Кроме того, был предложен алгоритм использования нейросети для автоматической настройки коэффициентов ПИД-регуляторов в системах автоматического управления технологическими процессами, выявлены главные недостатки, а также преимущества нейронных сетей относительно более традиционных методов управления.

На сегодняшний день, во всем мире наблюдается рост автоматизации и роботизации промышленного производства. Как следствие, совершенствуются уже придуманные, и создаются новые алгоритмы и методы управления технологическими процессами. К таковым можно отнести нейронные сети, или, как их еще называют – искусственный интеллект. Второе название возникло из-за структуры нейросетей – по своему устройству и принципу они напоминают мозг человека.

В 1943 году Питтсом, а также Мак-Каллоком была разработана первая компьютерная модель нейронной сети в основе которой лежали математически алгоритмы и теория деятельности человеческого головного мозга. [1]. Когда говорят, искусственная нейронная сеть, обычно имеют ввиду параллельную сеть, состоящую из множества простых адаптивных элементов (нейронов). [2]. Взаимодействие этой сети с окружающей средой выстраивается по аналогии с биологической центральной нервной системой. Нейрон в контексте искусственных сетей — это элементарная вычислительная единица, которая получает информацию, и затем производит над ней простые вычисления, после чего передает ее далее. [3].

В качестве реакции на воздействия некоторых внешних раздражителей у нейросети формируются соответствующие комплексы условных реакций. Основное преимущество любой нейронной сети — это ее обучаемость. Другое очевидное достоинство – терпимость по отношению к ошибкам. В

том случае, если в работе сети происходит ошибка, лишь снижается качество обработки информации, вместо полного отказа всей системы. К основным задачам, выполняемым на сегодняшний день нейронными сетями, относятся: [4].

- Классификация
- Распознавание
- Аппроксимация математических функций
- Предсказание
- Поиск по базе данных
- Управление

Структура нейронной сети представлена на рис. 1

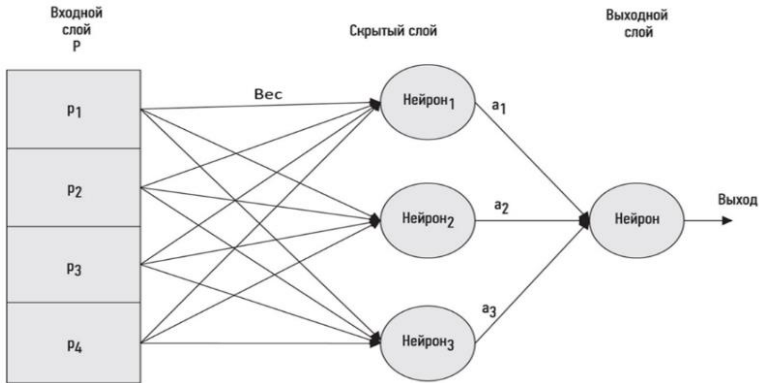


Рисунок 1. Структура нейронной сети

Применительно к управлению технологическими процессами, главная цель нейронной сети – расчет такого необходимого управляющего воздействия, чтобы система максимально близко следовала траектории эталонной модели процесса.[5]. Кроме того, применение нейросетей в автоматизации даст возможность предсказывать значение ряда критически важных параметров процесса. В данном случае в роли входных данных выступают данные с реальных датчиков, к примеру температура, расход воды, потребление электричества, положение клапана и им подобные, в зависимости от характера самого процесса. Затем на основе этих данных осуществляется обучение по одному из распространенных алгоритмов.

Обучение сводится к определению того, при каких значениях исходных, основной параметр процесса, к примеру температура, который зависит от остальных исходных параметров, будет принимать значение критически далекое от нормального. [6].

Получившаяся в результате этих шагов нейросеть сможет заранее предсказать критическое увеличение или снижение температуры и вывести информацию об этом на экран АРМ (автоматизированного рабочего места).

Таким образом, за счет появления у операторов возможности заранее принимать меры частота аварий на производстве значительно снижается. При всем этом важно понимать, что успешность обучения нейронных сетей зависит от того, насколько полны и достоверны исходные данные. [7].

Перспективный вариант применения нейронных сетей – настройка параметров регулятора в системах автоматического управления нелинейными объектами. 90% используемых в промышленности регуляторов работают по Пропорционально-Дифференциально-Интегральному закону (ПИД). [8]. Данные регуляторы отлично себя показали при управлении линейными объектами. В случае же если объект управления обладает существенной нелинейностью, добиться высокого качества регулирования традиционными методами бывает достаточно сложно. Исходя из этого, для подбора значений коэффициентов K , T_i , T_d предлагается использовать нейронную сеть, похожую по структуре на классический персептрон. Ее структура показана на рис.2

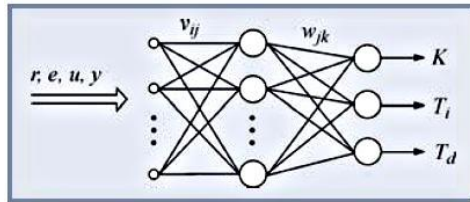


Рисунок 2. Структура нейронной сети

Здесь r , e , u , и y , входные переменные величины, зависящие от значений коэффициентов K , T_i , T_d . На рисунке 3 показана схема ПИД - регулятора с нейросетей настройкой.

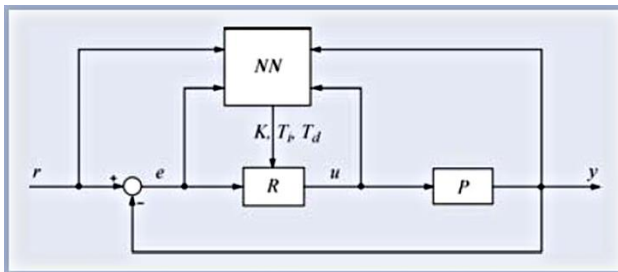


Рисунок 3. Схема ПИД - регулятора с нейросетей настройкой.

Как видно из приведенных схем, нейросеть, обозначенная NN является по своему функционалу преобразователем. Ее главная функция – это выработка оптимальных значений коэффициентов настройки ПИД – регулятора T_d , T_i , K , при каждом наборе переменных сигналов управления r , e , u , y .

Процедура обучения нейросети

Эту процедуру можно разделить на несколько итераций. На каждой итерации главная задача - определение значения каждого весового коэффициента сети, сначала применительно к выходному слою нейронов, затем к предыдущему. Это продолжается вплоть до самого первого слоя включительно.[9]. Кроме того, применяются также и несколько другие методы, к которым относятся метод наименьших квадратов, метод моделирования отжига и генетические алгоритмы.

При практической реализации процедура обучения имеет следующий алгоритм: сначала специалист с помощью классических методов настройки ПИД - регуляторов, к примеру метода Циглера-Николса, определяет оптимальный диапазон значений коэффициентов K , T_i , T_d . При этом производится запись в архив всех временных диаграмм переменных r^* , e^* , u^* , y^* , полученных с помощью настраиваемой специалистом системы (рисунок 4а). После этого они играют роль данных, которые подаются на вход нейросети для ее обучения (Рисунок 4б). В ходе обучения настройка производится таким образом, чтобы свести к минимуму погрешность между сигналом, полученным с помощью специалиста и сигналом, который получила сама нейросеть. В итоге успешно обученная нейросеть будет вести себя при автоматическом подборе коэффициентов ПИД -регулятора точно так же, как до этого специалист, причём даже при таких входных данных, которые не фигурировали в обучающей выборке. Наиболее очевидный плюс данного метода настройки – облегчение пуско-наладочных работ при введении в эксплуатацию систем автоматического управления и снижение их продолжительности. [10].

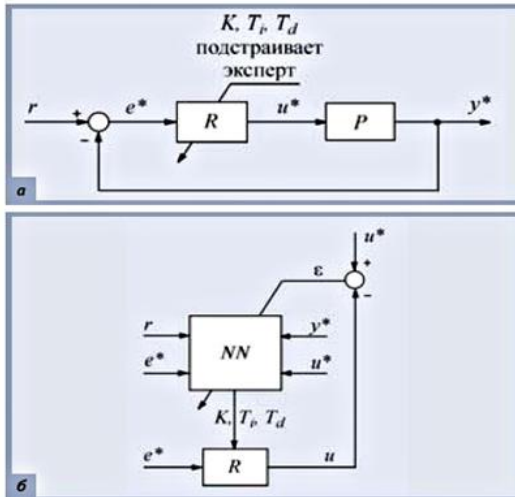


Рисунок 4. Алгоритм обучения нейронной сети

Использование искусственных нейронных сетей для управления технологическими процессами – это перспективное направление развитие систем автоматизации, имеющее потенциал развития и широкого внедрения. Нейросети дают много очевидных преимуществ, особенно в управлении сложными нелинейными процессами с большим количеством исходных данных и регулируемых параметров. Недостатки, такие как необходимость больших затрат на их создание и обучение, а также обязательное наличие мощного вычислительного оборудования постепенно нивелируются за счет увеличения числа специалистов в данной сфере и развития компьютерной техники.

Библиографический список

1. Ж. Л. Лорьер. Нейронные сети. Системы искусственного интеллекта/ Ж. Л. Лорьер. 1991 год. — 568 с.
2. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории. / А.И. Галушкин. - М.: ГЛТ, 2010. - 496 с.
3. Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики / В.Г. Редько. - М.: Ленанд, 2015. - 224 с.
4. Усков, А.А. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. / А.А. Усков, А.В. Кузьмин. - М.: Горячая линия -Телеком, 2004. - 143 с.
5. Каллан, Р. Нейронные сети: Краткий справочник / Р. Каллан. - М.: Вильямс И.Д., 2017. - 288 с
6. Автоматические системы регулирования на основе нейросетевых технологий // Сабанин В. Р., Смирнов Н. И., Репин А. И. Сборник трудов конференции Control 2003. МЭИ, 2003. С. 45–51.
7. Бродач М.М., Шилкин Н.В. Нейросети: возможности использования алгоритмов самообучения в системах управления теплоэнергопотреблением зданий // АВОК.– 2019.– № 4.– С. 40–44
8. Комашинский, В. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / В. Комашинский. - М.: ГЛТ, 2002. - 94 с
9. Казьмирук, И. Ю. Применение нейронных сетей в качестве регулятора в двухконтурных системах автоматического регулирования / И. Ю. Казьмирук, В. Р. Сабанин, Д. А. Дементьев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 4 (242). — С. 91-96. — URL: <https://moluch.ru/archive/242/56031/> (дата обращения: 14.03.2022).
10. Клячкин В. Н., Крашенинников В. Р., Кувайскова Ю. Е. Прогнозирование и диагностика стабильности функционирования технических объектов. – М.: Русайнс, 2020. – 200 с

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ В ТЕПЛОВЫХ ПУНКТАХ

*Гасангусейнов М.Р., Лесной В.В., студенты 3-го курса 30 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Голованов А.В., доц.*

Отпуск теплоты это один из технологических процессов, который осуществляется в системах централизованного теплоснабжения. Производство и отпуск теплоты происходит непосредственно в котельных или на ТЭЦ. В дальнейшем теплоноситель транспортируется по тепловым сетям в тепловые пункты, а в них отпуск теплоты осуществляется в теплоприемниках потребителей. Например, в системах отопления и ГВС. При отпуске теплоты потребителями со стороны теплового пункта идет поддержание данного параметра в заданных значениях, например, для горячей воды – это изменение расхода греющего теплоносителя.

Энергоэффективность отпуска теплоты будет зависеть как от способов и схем подключения теплоиспользующих установок к тепловой сети, так и от технических устройств, которые будут реализовывать этот процесс и обеспечивать его контроль и регулирование.

С 1987 года на территориях бывшего СССР для экономии топливно-энергетических ресурсов запретили разработку тепловых пунктов, в которых отсутствуют технические средства для учёта и автоматического регулирования отпуска теплоты.

Основные потери энергии происходят по следующим причинам: нерациональное использование теплоносителя в разные времена года и в быстро изменяющихся температурно – погодных условиях.

Для повышения энергоэффективности системы мы рассмотрим двухконтурную систему с независимым подключением системы отопления и ГВС.



Рисунок 1. Погодозависимый контроллер; датчик температуры; датчики давления; запорно-регулирующие клапана

Особенности применения данной схемы заключаются в следующем: теплоноситель из теплосети попадает в теплообменник, который имеет два контура, в одном контуре циркулирует непосредственно сам теплоноситель

из теплосети, а во втором циркулирует теплоноситель системы отопления или ГВС. Тем самым образуя два независимых контура.

Для автоматического регулирования данной системы применят следующие технические средства:

1. Контроллер, который является основой для любой системы автоматического управления;
2. Датчики температуры;
3. Регулирующие клапаны и насосы, которые выполняют роль исполнительных механизмов.

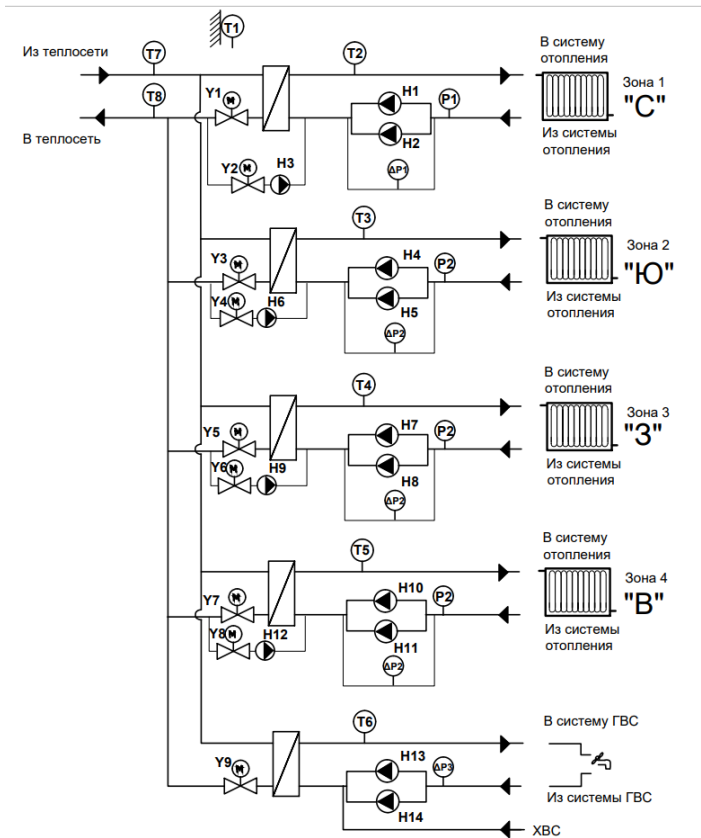


Рисунок 2. Схема Теплового пункта

Для реализации проекта по увеличению энергоэффективности отпуска теплоты в своей работе мы применим схему с разбиение здания на 4 сектора:

- Северный сектор
- Южный сектор

- Западный сектор
- Восточный сектор

С учетом инсоляции данное разделение необходимо, чтобы избежать такого процесса, как “Перетоп”. Перетопом является превышение нормативной температуры в отапливаемом помещении. В случае возникновения подобной ситуации, субъект, для избегания дискомфортных условий, откроет окно в целях понижения температуры, это недопустимо, так как тепло используется нерационально.

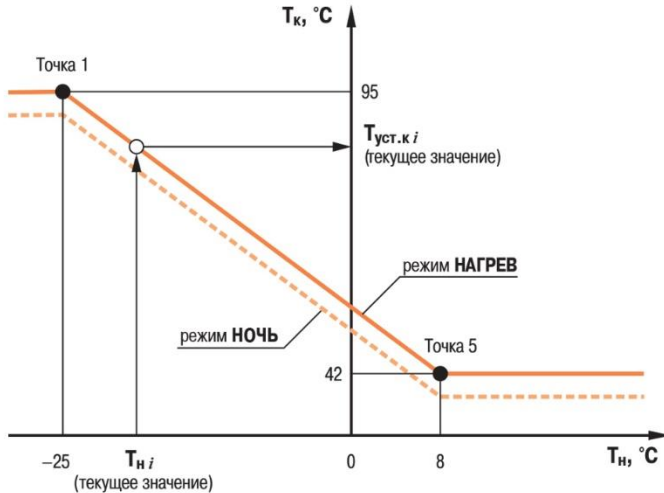


Рисунок 3. Отопительный график

САУ имеет несколько режимов работы.

1. Работа по отопительному графику. Температура в контуре отопления поддерживается согласно отопительному графику (Режим НАГРЕВ). График задается по точкам в зависимости от температуры нагретого воздуха либо температуры воды из теплотети.

2. Снижение отопительного графика по встроенным часам реального времени. Отопительный график может быть снижен по встроенным часам реального времени для выходных дней и ночного времени.

3. Летний режим работы. Контроллер переводит систему в летний режим при достижении температурой наружного воздуха соответствующей установленной температуры для зимы или лета.

4. Поддержание температуры в контуре ГВС. Температура в контуре ГВС поддерживается в соответствии с заданной фиксированной установкой.

Рассмотрим тепловой расход одного из домов в г. Москве за несколько месяцев 2021 года (Рис.4). Как мы видим цифры довольно внушительные.

При использовании нашей схемы и оборудования, в среднем энергоэффективность повышается на 30-35%, и тогда мы увидим следующий расход. А так как расход тепловой энергии упал, следовательно, повысилась эффективность использования теплоносителя.

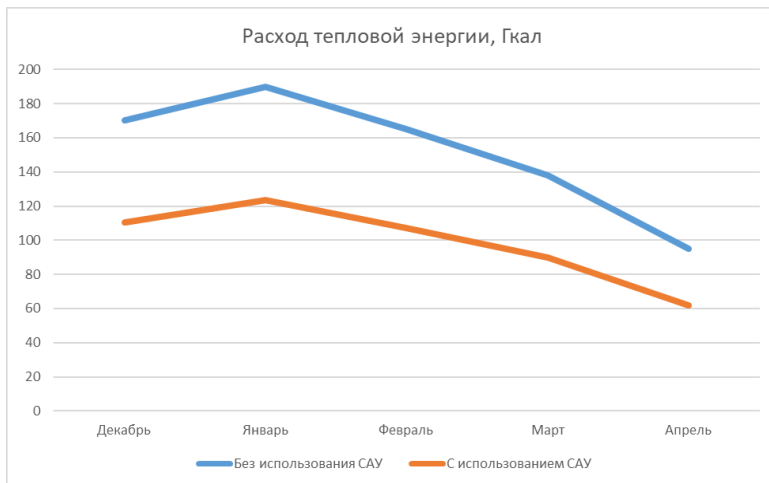


Рисунок 4. Расход тепловой энергии

Библиографический список

1. Фаликов В.С., Витальев В.П. Автоматизация тепловых пунктов: Справочное пособие.-М.: Энергоатомиздат, 1989.-256с.:ил.
2. TRM232M контроллер для отопления и ГВС с управлением насосами: [Электронный ресурс] // ОВЕН Оборудование для автоматизации. URL: <https://owen.ru/product/trm232>. (Дата обращения: 10.02.2022)
3. РосТепло.ру - всё о теплоснабжении в России: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosteplo.ru/>. (Дата обращения: 09.02.2022)
4. Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.c-o-k.ru/library/catalogs/danfoss/35385.pdf>. (Дата обращения: 03.02.2022)
5. Shilkina S.V. Energy center structure optimization by using smart technologies in process control system В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 4. Сер. "4th International Conference on Advanced Engineering and Technology, ICAET 2017" 2018. С. 012012.

ПЕРЕДАЧА СИГНАЛА С ПОМОЩЬЮ ОПТОВОЛОКНА. ЭВМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Руппа Н.Р. – студент 3-го курса 32 группы ИИЭСМ
 Научный руководитель – **Голованов А.В.**, доц., канд. тех. наук

Актуальность

Тема развития ЭВМ в век технологий очень актуально. Поскольку ЭВМ стала одной из важных вещей нашей жизни, а изучение и совершенствование ей одна из приоритетных задач.

Гипотеза и цель:

Основная гипотеза такова, что внедрение оптоволокну в ЭВМ будет отличной идеей, поскольку скорость распространения света (скорость фотона) быстрее скорости электрона.

Основной целью стало: изучить возможность внедрения оптоволокну в периферию ЭВМ, а также понять в необходимости развития данной идеи/

Задачи:

1. Изучить имеющиеся технологии, использующие оптоволокну.
2. Сравнить скорости передачи информации через провода и оптоволокну, а также факторы ухудшения передачи информации.
3. Предложить инновационное применения по использованию оптоволокну.

Сегодня применение оптоволокну нашло большое применение в различных сферах и областях науки и жизни:

- Передача информации
- Гидрофоны
- Освещение
- Медицина (эндоскоп)

Кабельные линии связи:

В основном используют три вида кабеля, для передачи информации [1]:

- Витая пара
- Коаксиальный кабель
- Оптоволокну

Таблица 1. Сравнение видов кабеля

Название	Витая пара	Коаксиальный кабель	Оптоволокну
Максимальное расстояние передачи:	30 – 100 м	185 – 500 м	2 км
Максимальная скорость передачи:	10 Мбит/с – 1 Гбит/с	10 Мбит/с	10 Мбит/с – 2 Гбит/с
Средняя стоимость за 100 м в руб.	3300 руб.	2300 руб.	5600 руб.

Из таблицы видно, что оптоволокну позволяет передавать на самые дальние дистанции. Максимальная скорость передачи по оптоволокну в 2 раза выше, чем у витой пары. Такая разница существенна при передаче файлов больших размеров. Также, в сравнение ценовой категории оптоволокну самый дорогой кабель. [2]

Достоинства:

Кабель не подвержен влиянию электромагнитных полей, а также сам не излучает их;

Находит место применения в местах, где сохранение секретность важна;

Скорости передачи информации до 10 Гбит/с и выше [3]

Недостатки:

По сравнению с другими типами передающей среды он намного дороже

Менее технологичен в эксплуатации

Инновационное применение

Я предлагаю внедрение оптоволокну в компьютерную периферию в гибридном формате в качестве постоянной памяти.

Проводились исследования от Технологического института Карлсруэ и университетов Мюнстера, Оксфорда и Эксетера.

Они создали стабильный прототип постоянной энергонезависимой. Он позволяет хранить и передавать информацию на центральный процессор информацию на больших скоростях без потерь. [4] Также, такой компонент уже совместим с процессорами последних поколений.

Считывание и дальнейшая передача информации происходит также кратковременным импульсом лазера меньшей интенсивности. Считывание происходит с кристаллической решётки. Её изменение возможно только с помощью внешнего воздействия. Поскольку воздействия только вне чипа, то для поддержания сохранности наличия энергии не требуется, поэтому его можно считать энергонезависимым.

Вывод

Таким образом применение оптоволокну становится неотъемлемой частью нашей жизни. К сожалению, нельзя полностью уйти на применение оптоволокну, но можно с его помощью значительно упростить нашу жизнь во многих сферах. Я же надеюсь, что развитие фотоники будет продвигаться дальше, так как за этим большое будущее. Передавать сигналы, которые не будут зависеть от внешнего воздействия очень важная характеристика.

Библиографический список

1. Палмер М., Синклер Р. – «Проектирование и внедрение компьютерных сетей». 2ed. 2004
2. Кирчанов В.С. К 43 Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики: учебное пособие /В.С.Кирчанов – Пермь. Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та 2019- 221с.
3. А. И. Сидоров, «Основы фотоники: физические принципы и методы преобразования оптических сигналов в устройствах фотоники». Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО «СПб НИУ ИТМО», 2014 г. – 148 стр.
4. Yi Hu, Kai Liu, «Inspection and Monitoring Technologies of Transmission Lines with Remote Sensing» developed by the State Grid Corporation of China, 2014 г.

5. Артюшенко В.М., Семенов А.Б., Аббасова Т.С. Проектирование и расчет мультисервисных кабельных систем // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2020. № 174. С. 6.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ИЗОЛЯЦИИ АВАРИЙНОГО УЧАСТКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

*Михасенко Н. А., студент 2-го курса 7 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гордеев-Бурговиц М. А., доц., к.т.н.*

В настоящий момент невозможно представить себе населенный пункт, который не снабжается электрической энергией, тем более нельзя без электричества представить умный город. В вопросе надежности систем умного города важно в первую очередь обеспечить надежное электроснабжение устройств, обеспечивающих работу этих систем. Выходом являются аккумуляторные батареи и дизельные генераторные установки, но этот выход нельзя назвать экологически, коммерчески и практически выгодным, ведь аккумуляторы необходимо произвести, купить и установить, предусмотрев при расчете системы место под их установку, то же самое с дизельными генераторными установками.

На фоне аккумуляторных батарей намного более выгодным решением выглядит обеспечение бесперебойного электроснабжения от основных источников электрической энергии. При этом, варианты аккумуляторов и дизельных генераторных установок предлагается использовать как запасные варианты.

Проблема заключается в том, что в настоящее время ответственные системы электроснабжения не могут управляться автоматически, они могут управляться исключительно с участием человека, ведь в случае поломки только диспетчер может осуществить дистанционное управление технологическими аппаратами трансформаторных, распределительных подстанций. На деле же, чаще всего, на подстанцию выезжает персонал оперативной выездной бригады, задача которой выполнить переключения вручную, при этом выполняя натурное обследование места аварии.

Этот вариант позволяет выполнить две работы параллельно – выполняется расследование причин аварии, тут же выполняются работы по ее устранению, починке. Параллельно с этим персонал оперативной выездной бригады вручную выполняет процесс локализации и изоляции поврежденного участка. Процесс восстановления электроснабжения на отключенных участках в этом случае занимает много времени.

В данном случае предлагается использовать технологию FLISR (Fault location, isolation, service restoration). Данная технология представляет собой комплекс технических и программных средств, предназначенных для

локализации повреждений, изоляции поврежденных участков и восстановления распределительной сети.

В число средств автоматизации в составе распределительных сетей входят такие элементы как автоматический ввод резерва (АВР) и реклоузеры.

АВР устанавливается, как правило, на двухсекционных объектах, и, как элемент автоматики, выполняет отключение поврежденного участка цепи и включение секционной перемычки, что обеспечивает питание отключенных потребителей от соседней секции подстанции. Таким образом АВР осуществляет минимум необходимых предремонтных мероприятий, также сигналом о своем срабатывании сообщая диспетчеру о наличии аварийной ситуации.

Реклоузеры – инструмент секционирования сети. Как правило, они используются в протяженных цепях с двусторонним питанием. Посредством организации беспроводных каналов передачи данных реклоузеры также способны осуществить операции по автоматическому вводу резерва, однако, не в пределах одной подстанции, а в масштабе протяженной магистрали.

Таким образом, мы видим, что средства по ускоренному восстановлению электроснабжения на поврежденных участках сети существуют и функционируют, но их область действий ограничена, поскольку они не обеспечивают локализацию повреждения сети, также они не выполняют расчеты, определяющие оптимальные точки деления сети.

Кроме того, мероприятия, осуществляемые описанными выше инструментами автоматизации, эффективны только в случае единичной аварии на линии. В случае множественных аварий в системе средств дискретной автоматики будет недостаточно, поскольку множественные повреждения линии носят сложный характер, требуют расчетов по переносу нагрузки, определение оптимальной точки деления сети в случае множественных аварий в распределительной сети не желательно, а необходимо.

Очевидно, все расчеты производятся программным образом, после чего, на основании расчетов определяется алгоритм, по которому система изолирует поврежденный участок, локализует повреждение и восстанавливает электроснабжение.

Работа технологии, описываемой в данной статье, основана на комплексном мониторинге сети в целом. Для этого по всей сети устанавливаются соответствующие устройства, призванные следить за состоянием распределительной сети, отслеживать аварийные показатели токов. Система имеет трехуровневую структуру, в которую входят нижний уровень, средний уровень и верхний уровень. Нижний уровень представляет собой первичные источники информации – трансформаторы тока, сенсоры напряжения, емкостные делители, датчики протекания тока. Средний уровень представляет собой устройства, собирающие, обрабатывающие и передающие информацию на верхний уровень. Также непосредственно

устройства среднего уровня передают сигналы управления на моторные приводы коммутационных аппаратов высоковольтных присоединений. Верхний уровень представляет собой устройство, обрабатывающее получаемую информацию, формирующее алгоритм работы с поврежденной сетью, передающее команды управления на средний уровень, сформированные на основе сгенерированного алгоритма.

Важным требованием к оборудованию среднего уровня системы, которое по сути осуществляет мониторинг каждого отдельного присоединения, является требование к передаче технологической информации на верхний уровень. Устройства, в массе установленные на подстанциях в текущий момент являются указателями тока короткого замыкания (УТКЗ). Как правило, объем информации, выдаваемый этими устройствами, ограничен одним дискретным сигналом о срабатывании по уставке максимальной токовой защиты (МТЗ). Однако, аварии, возникающие на линии, не ограничиваются одной только МТЗ, также необходимо отслеживать отработку максимальной токовой отсечки (МТО), однофазного замыкания на землю (ОЗЗ), направление однофазного замыкания на землю. Для передачи этой информации необходимо использовать цифровые средства передачи данных.

Кроме того, необходимо дооснащение подстанций первичными источниками информации. Не на всех подстанциях присутствует достаточное количество трансформаторов тока, не везде есть сенсоры напряжения.

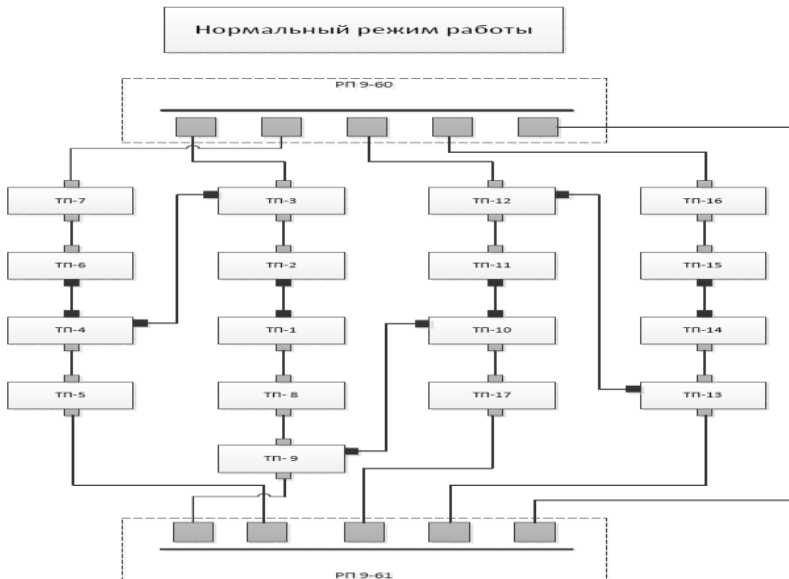
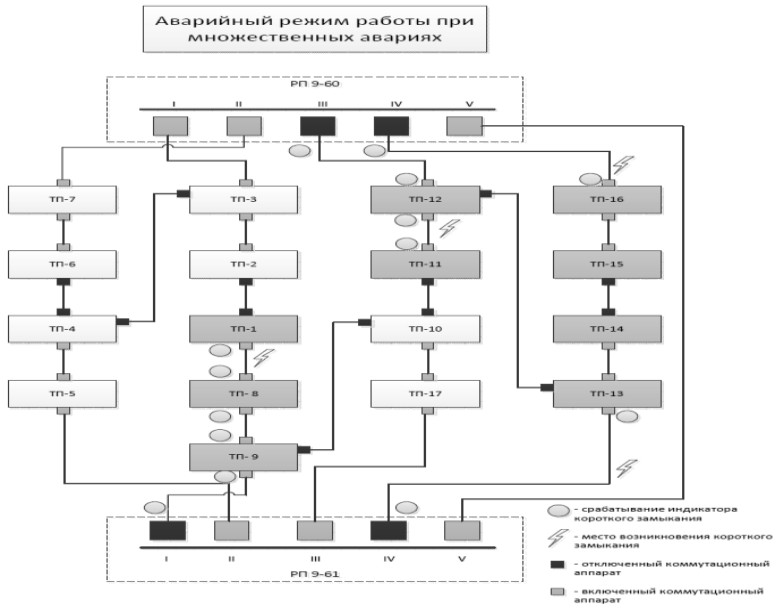


Рисунок 1. Схема нормального режима работы распределительной сети

В упрощенном виде работа данной системы будет представлять процесс, демонстрация которого будет разделена на три условных части: «Нормальный режим работы сети», «Аварийный режим работы сети» и «Восстановление электроснабжения». Первая часть будет описывать нормальный режим работы сети. Она целиком работоспособна, работает в штатном режиме. Вторая часть будет описывать режим работы сети при множественных авариях. Правильнее сказать, он будет описывать результат отработки защит. Третья часть будет содержать в себе картину восстановления электроснабжения. Для подробного описания будет описан алгоритм восстановления сети.

Для демонстрации выбрана распределительная сеть электроснабжения части района Хорошево-Мневники г. Москвы. Для питания этой части района предусмотрены семнадцать трансформаторных подстанций, запитанных по двусторонней системе от двух распределительных подстанций. Схема, для удобства восприятия, упрощена.



На схеме, приведенной на рис. 1, можно увидеть непосредственно распределительную сеть. Она работает в нормальном режиме. Ремонтные работы на ней не проводятся, аварийных ситуаций на ней нет.

Схема, приведенная на рис. 2, показывает следующее:

1. Возникает четыре коротких замыкания на линиях I и IV, отходящих от РП 9-61 и III и IV, отходящих от РП 9-60;

2. От срабатывания релейной защиты отключаются коммутационные аппараты линий, указанных в п. 1;

3. По факту возникновения короткого замыкания также срабатывают индикаторы короткого замыкания, установленные на линиях трансформаторных подстанций;

4. По факту возникновения короткого замыкания производятся расчеты аварийных токов;

5. В соответствии с данными, поступившими в систему, о срабатывании индикаторов короткого замыкания, расчетов токов, система определяет точки, в которых произошла авария.

Для восстановления электроснабжения необходимо выполнить следующие действия:

1. В соответствии с предоставленной информацией, система делает вывод о том, что выключатель IV на РП 9-61 и выключатель IV на РП 9-60 включать нельзя. Для восстановления электроснабжения ветки ТП-13 – ТП-16 необходимо воспользоваться «перемычкой» между ТП-12 и ТП-13. Для включения ТП-12 необходимо изолировать поврежденный участок сети между ТП-11 – ТП-12.

2. Электроснабжение ТП-12 восстановлено. Для ввода «перемычки» между ТП-12 и ТП-13 в работу необходимо отключить коммутационные аппараты между ТП-13 и РП 9-61 и коммутационные аппараты между ТП-16 и РП 9-60. Также необходимо включить коммутационные аппараты на линии между ТП-14 и ТП-15.

3. Электроснабжение на ТП-13, ТП-14, ТП-15 и ТП-16 восстановлено. Для восстановления электроснабжения на ТП-1 и ТП-8 необходимо изолировать аварийный участок сети между ТП-8 и ТП-1, после чего запитать ТП-1 от РП 9-60, включив коммутационные аппараты на линии между ТП-2 и ТП-1.

В результате указанных выше мероприятий, электроснабжение восстанавливается по всей сети. В соответствии с результатами компьютерных симуляций, процесс восстановления электроснабжения при подобных повреждениях занимает от 15 до 20 секунд.

Такой результат не идет ни в какое сравнение с существующими методами устранения аварийных ситуаций, показывая важность и крайне высокую эффективность описываемой в данной статье технологии.

Библиографический список

1. Телеконтроль и телеуправление: учебное пособие /С.Н. Ливенцов, Ю.А. Чурсин – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 130 с.
2. ГОСТ 12.2.007.0-75. «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».
3. ГОСТ 26.205-88. «Комплексы и устройства телемеханики. Общие ТУ».
4. Шеховцов В. П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению –М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 136 с.

5. Справочник по проектированию электроснабжения/ Под ред. Ю. Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. СНиП 3.05.07-85. «Системы автоматизации».
7. Наумов, И. И. Законодательные и экономические аспекты внедрения smart grid в Российской Федерации, проблемы и перспективы их использования/ И. И. Наумов, М. А. Тарасюк, Д. Е. Моторин // Дневник науки. – 2021. - № 5(53). – DOI 10.51691/2541-8327_2021_5_4.
8. Дорофеев, И. Н. Применение технологий IEC 61850 на основе алгоритма FLISR / И. Н. Дорофеев // Автоматизация и IT в энергетике. – 2018. – № 1(102). – С. 14-18.

ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Оголихин А.Д., студент 5-го курса 11 группы ИГЭС
Научный руководитель – Поленов Д.Ю., ст. пр., к.т.н.

Система освещения предназначена для фасадной подсветки зданий, декоративной подсветки рекламных конструкций, памятников, деревьев, освещения открытых пространств и территорий дворов, промышленных объектов, спортивных сооружений и т.д.

Система освещения состоит из: светодиодные прожекторы – до 18 шт.; модуль управления – до 9 шт. Структурная схема системы освещения представлена на рис. 1.

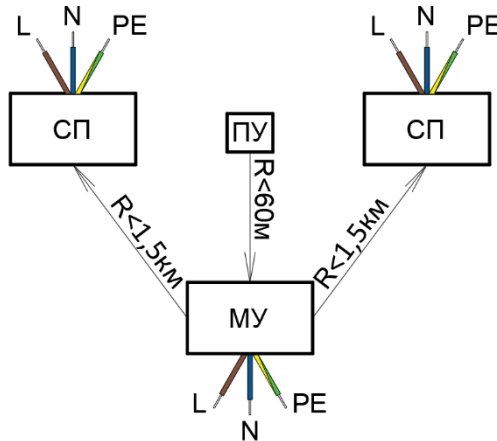


Рисунок 1. Структурная схема системы освещения.

Модуль управления устанавливается в таком месте, которое бы обеспечивало наиболее удобный контакт потребителя с ним через пульт управления. Модуль управления может устанавливаться как внутри

помещений, так и снаружи. Максимальная дальность действия сигнала пульта управления 60 м.

Максимальный радиус действия сигнала модуля управления к светодиодным прожекторам 1500 м. Светодиодные прожекторы устанавливаются на вертикальных поверхностях в пределах радиуса действия сигнала, если в системе предусмотрено наличие модуля управления.

Работа системы освещения может осуществляться в автоматическом и ручном режиме.

Работа в автоматическом режиме происходит путем изменения мощности светового потока светодиодного прожектора в зависимости от показателей естественной освещенности участка, на котором установлена система. Каждый светодиодный прожектор в автоматическом режиме функционирует автономно и не зависит от модуля управления.

Работа в ручном режиме происходит путем взаимодействия человека с модулем управления при помощи пульта управления. В зависимости от команд, поступивших от модуля управления, светодиодный прожектор меняет мощность светового потока.

Для эффективного использования системы освещения необходимо:

- производить монтаж светодиодных прожекторов на высоте от 3 до 8 метров;

- обеспечить прямой доступ естественного освещения к датчику света.

Искусственный свет или тень от объектов, падающие на датчик, могут быть причиной его некорректной работы.

Помехи электромагнитного характера могут быть причиной некорректной работы антенн светодиодного прожектора и модуля управления.

При первом подключении светодиодного прожектора к электрической сети он запускается в автоматическом режиме работы. Для дальнейшей настройки системы необходимо использовать пульт управления.

Для сравнения эффективности освещения светодиодных прожекторов различной мощности проводились измерения освещенности территории.

Шаг измерения равен 1 м, интервал высот 3 – 8 м.

Для измерения освещенности использовался люксметр Testo 540 с соответствующей поверкой. Результаты измерений освещенности территории приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерения освещенности территории

Высота над уровнем земли	Освещенность для прожектора мощностью (лк), не более		
	75 (Вт)	105 (Вт)	150 (Вт)
3 м	137	157	168
4 м	88	99	114
5 м	58	68	72
6 м	41	49	55

7 м	29	36	39
8 м	23	29	31

Результаты работы:

- спроектирована система освещения в двух исполнениях: с ручным или автоматическим управлением;
- подобраны и успешно испытаны диодные элементы, обладающие необходимыми эксплуатационными характеристиками;
- подобрана и испытана наиболее эффективная система связи между составными элементами системы;
- подобран корпус для светодиодных прожекторов, обеспечивающий их надежную эксплуатацию под влиянием различных факторов внешних воздействий;
- разработан и успешно протестирован опытный образец системы, предоставленный на эксплуатацию первому потребителю.

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. STM32F103C8T6 Reference Manual. 2009. STMicroelectronics. [Электронный ресурс] URL: <https://www.keil.com/dd/docs/datashts/st/stm32f10xxx.pdf> (дата обращения 3.12.2020 г.).
3. Geoffrey Brown. Discovering the STM32 Microcontroller. Unported (CC BY-NC-SA 3.0) license. ©2012. Revision: 14c8a1e (2016-06-05).
4. Мокрова Н.В. Концептуальный подход к проблематике умных городов // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 7. С. 32-40.
5. Ульянов Р.С., Шиколенко И.А., Величкин В.А., Завьялов В.А. Интеграция автоматизированных средств измерения и систем автоматизированного проектирования освещения // Естественные и технические науки. 2019. № 1 (127). С. 152-154.
6. Ульянов Р.С., Шиколенко И.А., Величкин В.А. Повышение эффективности процесса проектирования и эксплуатации систем освещения за счет применения систем автоматизированного проектирования на разных стадиях жизненного цикла системы // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 5 (95). С. 57-61.
7. Мещерякова А.А., Рекечинский Д.О. Автоматизированная система управления наружным освещением // В сборнике: Интеграция и развитие научно-технического и образовательного сотрудничества - взгляд в будущее. Сборник статей II Международной научно-технической конференции. В 3-х томах. 2020. С. 106-109.

СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ТИПОВОГО РАБОЧЕГО МЕСТА В ЗДАНИИ АДМИНИСТРАЦИИ

*Огаркова И.К., студентка 4-го курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Поленов Д.Ю., ст. пр., к.т.н.*

Современные компании борются с двумя проблемами – переработками, которые влияют на здоровье сотрудников, и энергоперерасходом. Обе эти проблемы значительно влияют на доход компаний.

Итак, согласно исследованиям НИУ ВШЭ, в 2017 году более 4,5 млн россиян трудились более 40 часов в неделю [3]. При этом три четверти перерабатывали до 10 часов в неделю, а остальные проводили в офисе еще больше времени.

При этом следует разграничивать понятия трудоголизма и переработок. Первое – вопрос личного выбора, второе чаще диктуется производственной необходимостью или требованием начальства и полностью регламентируется Трудовым кодексом [5].

Систематические переработки (объединим пока понятия «трудоголизм» и «переработка») вызывают хроническую усталость, что может привести к серьезным проблемам со здоровьем. Хроническая усталость не позволяет сотруднику работать достаточно эффективно – у него просто нет на это энергии. Конечно, если в большой компании только один уставший сотрудник, то это не сильно влияет на производительность. А если таких сотрудников много? Кроме того, из-за подкосившегося здоровья они будут брать больничные, что не принесет компаниям прибыль.

Ярким примером того, как переработки влияют на здоровье, является Япония. В результате проведенных медицинских исследований выяснили, что 80 часов переработки в месяц дополнительно к основному восьмичасовому графику могут в течение полугода привести к смерти. Для этого придумали специальный термин «Кароши» [4]. Там с проблемой переработок компании борются очень просто: спустя 15 минут после окончания рабочего дня (иногда меньше) питание компьютеров и освещения прекращают. Даже если к этому моменту работа еще не была завершена. Столь радикальные меры не сильно помогают, ведь японцы трудоголики еще те, поэтому они берут работу на дом. Но это уже радикальные меры.

Случается и такое, что человек настолько увлекся работой, что не уследил за временем. Из-за того, что в помещении работали лампы и смены времени суток он не заметил, а осознал лишь когда глаза начали слезиться или болеть спина.

Количество таких случаев переработки можно уменьшить, если основное освещение будет подстраиваться под распорядок рабочего дня. Снижение освещения в помещениях позволит заработавшимся сотрудникам понять, что пришло время идти домой.

В результате того, что люди не уходят с работы по окончании рабочего дня, свет в кабинетах и коридорах продолжает гореть, компьютеры и кофемашины продолжают работать, чайники кипеть и так далее. Все это приводит к тому, что идет большой перерасход электроэнергии, за которую платит компания.

Одним из способов снижения количества потребляемой электроэнергии является регулировка освещения. Светодиодное освещение применяют для освещения рекламных щитов, подсветки контуров зданий и мебели, используют в нишах на потолке и в освещении бассейнов и фонтанов. В освещении интерьеров применяют огромное количество цветовых решений. Однако существуют недостатки. Цветные ленты не дают необходимого количества света, к тому же, на рабочем месте необходимо неискаженное восприятие цветов, что невозможно сделать при освещении отличном от белого. Для устранения указанных недостатков предлагается разработать систему, в которой свечение ленты будет белым или теплым белым цветом, режим работы будет зависеть от графика работы сотрудников, подстраиваться под наружную освещенность и контролировать освещенность на рабочем месте. Структурная схема системы приведена на рисунке 1.

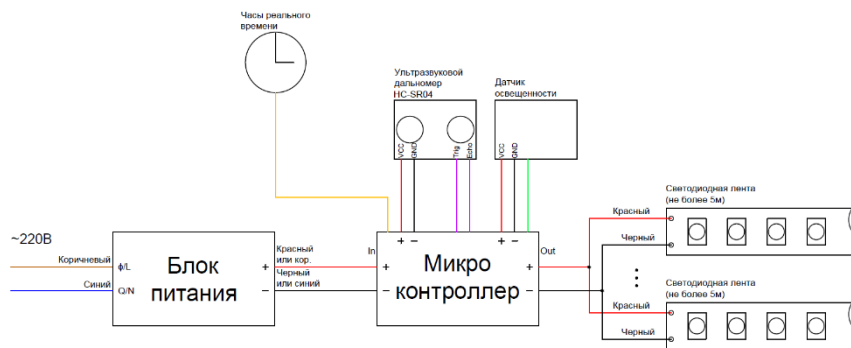


Рисунок 1. Структурная схема системы

Система состоит из:

1) Микроконтроллер ATmega328, логическая микросхема для обработки данных, имеющая на борту 8 аналоговых и 14 цифровых контактов общего назначения, а также все необходимые интерфейсы. В данном проекте применится для контроля освещенности в помещении, контроля наличия человека на рабочем месте, выдачи сигналов о включении/выключении и яркости.

2) Ультразвуковой дальномер HC-SR04 – это помещенные на одну плату приемник и передатчик ультразвукового сигнала. Напряжение питания дальномера 5В. После подключения проводов к правильным клеммам контроллера следует загрузить код в контроллер (готовые коды есть на сайте производителя).

3) Датчик освещенности построен на базе фоторезистора. Фоторезистор может менять свое сопротивление в зависимости от уровня освещенности. После того, как выполнили подключение, требуется

запрограммировать контроллер. Для этого на сайте производителя существует код. С помощью еще одного кода можно запрограммировать плавное изменение яркости.

4) Часы реального времени позволяют отслеживать и фиксировать время наступления тех или иных событий [7].

5) После получения контроллером сигнала от датчика и обработки, сигнал поступает на светодиодную ленту. Подключение лент происходит параллельно, так как при подключении последовательно происходит уменьшение яркости ленты (это можно предотвратить установкой RGB усилителя). Применяемая лента является монохромной (одноцветной). Цвет свечения – теплый белый. Кристаллы с таким свечением обладают более высокой яркостью, что позволяет применять его для основного освещения. Светодиодная лента работает от стабильного постоянного напряжения значением 12 вольт. При подаче большего напряжения кристаллы выйдут из строя, при подаче меньшего – не загорятся или будут излучать тусклый свет. Контроллер позволяет контролировать подачу напряжения и тем самым менять яркость. Обладает степенью защищенности IP23 (внутри не могут попасть посторонние тела диаметром 12,5мм, лента защищена от капель, падающих под углом до 60°) [1]. Для достижения необходимой длины светодиодная лента разрезается в специальных местах не разрывая схему подачи напряжения. Эти места обозначены символом ножницы и расположены с определенной кратностью, определяемой видом светодиодной ленты.

6) Система запитывается через блок питания. В проекте применяется блок питания типа AC/DC с входным напряжением 100-240В, выходным 12В, 2А. представляет собой корпус, выполненный из пластмассы с расположенными с двух сторон выходами – с одной стороны подключается переменное напряжение от сети 220В, с другой – питающие провода красного (плюс) и черного (минус) цвета.

Так как система создается для типового рабочего места в здании администрации, то расписание работы сотрудников также берется типовое (при необходимости заданные значения можно поменять), а именно:

- рабочий день начинается в 8:30 утра;
- окончание рабочего дня – 18:30;
- перерыв с 12 до 14 дня;
- выходные: суббота и воскресенье, а также в государственные праздники.

Система включается за 15 минут до начала рабочего дня. В это время интенсивность освещения от светодиодной ленты увеличивается с минимального значения в момент включения до требуемого по ГОСТ Р 55710-2013 [2].

В течение дня естественная освещенность меняется, что влияет на интенсивность работы самой ленты. Таким образом, в начале рабочего дня, когда на улице темно, лента выдает максимальное количество света. Затем к

12 дня происходит постепенное уменьшение яркости ленты, так как света, идущего с улицы, становится больше. В обеденный перерыв, с 12 до 13:45 дня, лента отключается либо выдает минимальное количество света. Затем к 18:30 яркость ленты возрастает. В период с 18:30 до 19:00 сотрудники уходят домой, поэтому начиная с 19:00 до 20:00 лента постепенно затухает. Работающие участки (диаметром 3м) остаются только над теми рабочими местами, где сидят сотрудники.

Энергопотребление на освещение одного рабочего места в год при работе с 8:30 до 23:00:

$$15 \cdot 15,5 \cdot 247 = 57,4 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot \text{год.}$$

Энергопотребление на освещение одного рабочего места в год с учетом 2 переработок в неделю и отключением освещения в обеденный перерыв (обычно, естественного освещения достаточно):

$$15 \cdot 10 \cdot 148 + 15 \cdot 15,5 \cdot 99 = 45,2 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot \text{ч} \cdot \text{год.}$$

Таким образом, применение адаптивного освещения позволяет сократить траты на электроэнергию на $12,2 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot \text{ч} \cdot \text{год}$, уменьшить потребление электроэнергии и сократить число переработок из-за невнимательности.

В ходе работы получены следующие результаты:

1) Проведен анализ существующей системы освещения, найдены недостатки.

2) Разработана структурная схема.

3) Разработано ее ПО и алгоритм работы: схема работает по рабочему графику сотрудников и контролируется датчиками освещенности и движения.

4) Собран макет, проведены его испытания, которые показали правильность выбранных схемотехнических решений.

Библиографический список

1. ГОСТ 14254 96. СТЕПЕНИ ЗАЩИТЫ IP. ПЫЛЕВЛАГОЗАЩИЩЕННОСТЬ
2. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий
3. Сайт ТАСС [Электронный ресурс]. - Больше не значит лучше. Чем опасны трудовоголизм и переработки?
4. Сайт MC21 [Электронный ресурс]. - Перегрузки на работе и их последствия для здоровья.
5. Сайт Rtiger [Электронный ресурс]. - Чем отличается переработка от сверхурочной работы?
6. Сайт Arduinomaster [Электронный ресурс]. - Фоторезистор ардуино и датчик освещенности: подключение к arduino
7. Сайт Arduinomaster [Электронный ресурс]. - Arduino будильник и часы RTC DS1307, DS1302, DS3231
8. Ульянов Р.С., Шиколенко И.А., Величкин В.А., Завьялов В.А. Интеграция автоматизированных средств измерения и систем автоматизированного проектирования освещения // Естественные и технические науки. 2019. № 1 (127). С. 152-154.

9. Ульянов Р.С., Шиколенко И.А., Величкин В.А. Повышение эффективности процесса проектирования и эксплуатации систем освещения за счет применения систем автоматизированного проектирования на разных стадиях жизненного цикла системы // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 5 (95). С. 57-61.

УПРАВЛЕНИЕ ШАРОВЫМ КРАНОМ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ТЕПЛООВОМ ПУНКТЕ ЗДАНИЯ ШКОЛЫ

*Ярошенко К. С., студент 4-го курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Поленов Д. Ю., ст.пр., к.т.н.*

Индивидуальный тепловой пункт – это комплекс устройств, предназначенных для присоединения системы теплоснабжения здания (контуры отопления, горячего водоснабжения или вентиляции) к тепловой сети.

В состав оборудования контура отопления входят: теплообменники, насосы, запорно-регулирующая арматура и контрольно-измерительные приборы. При проектировании системы автоматизации ИТП одной из основных задач является управление электрическим шаровым краном.

Электрический шаровый кран необходим в автоматических установках, которые регулируют подачу горячей воды. В табл. 1 приведено сравнение технических характеристик популярных шаровых кранов. Функциональная схема автоматизации рассматриваемой части ИТП приведена на рисунке 1.

Таблица 1. Сравнение технических характеристик шаровых кранов

Техническая характеристика	Neptun PROFI 12B	Neptun Bugatti Pro 220 B	Comparato Nello Diamant 2000
Крутящий момент, Нм	16	9	8
Максимальное давление, бар	40	40	16
Материал крана	нержавеющая сталь AISI304	никелированная латунь	никелированная латунь
Время срабатывания, с	21	21	60
Потребляемая мощность, Вт	1,4	10	3,5
Степень пылевлагозащиты	IP64	IP65	IP54

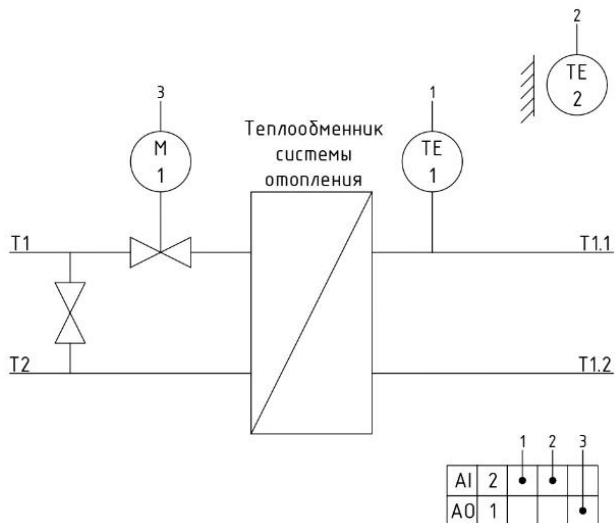


Рисунок 1. Функциональная схема автоматизации крана отопления ИТП: 1 – датчик температуры воды в системе отопления, 2 – датчик температуры наружного воздуха, 3 – электрический шаровый кран, T1 – подающий трубопровод тепловой сети, T2 – обратный трубопровод тепловой сети, T1.1 – подающий трубопровод системы отопления, T1.2 – обратный трубопровод системы отопления

В течение отопительного периода (ХПГ) комфортная температура в помещениях поддерживается за счет системы отопления [1], но в общественных зданиях нет необходимости поддерживать её в нерабочее время, т. е. когда в здании не находятся люди. Снижение потребления теплоносителя в нерабочее время позволяет значительно сэкономить как финансы, так и теплоэнергию. Таким образом, составляя алгоритм управления краном, рационально учитывать различные режимы работы в зависимости от времени. В здании школы можно предусмотреть следующие режимы:

1. День (8:00–20:00) – температура подачи поддерживает нормальную температуру подачи отопления;
2. Ночь (22:00–6:00) – температура подачи поддерживает пониженную температуру подачи отопления;
3. Выходные дни (с субботы 6:00 до воскресенья 22:00) – температура подачи поддерживает пониженную температуру подачи отопления;
4. Между днём и ночью (20:00–22:00) происходит остывание (сильное понижение температуры подачи теплоносителя), чтобы понизить температуру в помещениях на ночь;
5. Между ночью и днём (6:00–8:00) происходит перегревание (сильное завышение температуры подачи теплоносителя), чтобы нагреть помещения, в которых ночью была понижена температура.

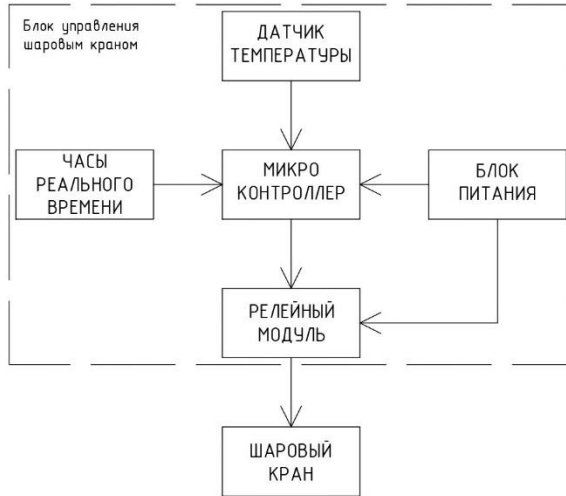


Рисунок 2. Структурная схема управления шаровым краном

Алгоритм управления краном: по часам реального времени определяется один из режимов («день», «переход день-ночь», «ночь/выходные дни», «переход ночь-день»), в зависимости от режима и температуры наружного воздуха определяются необходимые температура подачи системы отопления, температура теплоносителя и положение клапана. Структурная схема блока управления приведена на рисунке 2.

Микроконтроллер отправляет запросы на датчик температуры и часы реального времени, по полученной информации в соответствии с программой определяет необходимое изменение положения клапана и подает напряжение на релейный модуль. Питание микроконтроллера и релейного модуля осуществляется от блока питания.

В соответствии с отопительным графиком [2, 3] и временными режимами определяются температуры воды в радиаторах и теплоносителя 4 марта (пятница) и 5 марта (суббота), показания температуры наружного воздуха снимаются каждый час, результаты представлены на рисунке 3.

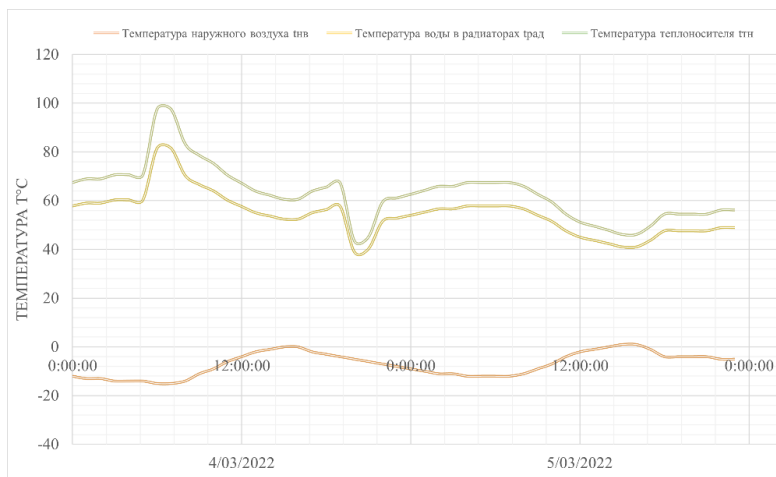


Рисунок 3. Изменения температур наружного воздуха и воды в трубопроводах Т1 и Т1.1

Таким образом, в процессе проделанной работы, мы получили следующие результаты:

1. Изучен и проанализирован принцип работы системы отопления ИТП, а также электрического шарового крана в составе контура отопления, произведено сравнение технических характеристик различных кранов;
2. Разработаны режимы «день», «переход день-ночь», «ночь/выходные дни», «переход ночь-день» для работы шарового крана системы отопления ИТП в здании школы;
3. Разработаны алгоритм и структурная схема управления шаровым краном;
4. Разработан имитационный макет части системы;
5. Построены графики зависимости температур воды в радиаторах и теплоносителя от времени в будний день (4 марта, пятница) и выходной (5 марта, суббота).

Библиографический список

1. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогаснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности "Теплогаснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна". – Москва : Новое знание ; Инфра-М, 2017. – 285 с.
2. Самарин, О. Д. Гидравлические расчеты инженерных систем - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : АСВ, 2016. - 132 с.
3. Мартыненко Г. Н. Основы автоматизации тепловых процессов. Учебное пособие. Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 70 с.

4. Зайцева И.Н. Особенности функционирования системы мониторинга и автоматического регулирования теплоснабжения. Информационные системы и технологии. 2020. № 2 (118). С. 77-82.

5. Сон К.О., Плясунов А.Е., Калимуллин Т.Р. Целесообразность замены задвижек шаровыми кранами в трубопроводной системе. В сборнике: Научное сообщество студентов. Сборник материалов XVI Международной студенческой научно-практической конференции. Редколлегия: О.Н. Широков [и др.]. 2017. С. 122-125.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ВОКЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТА И БЕЗОПАСНОСТИ

Чистякова А.Д., студентка 4-го курса 31 группы ИИЭСМ

Научные руководители – Шилкина С.В., доц., к.т.н., Поленов Д.Ю., ст.пр, к.т.н.

Железнодорожный вокзал – здание, предназначенное для обслуживания пассажиров железной дороги. Чаще всего вокзалы являются крупными пересадочными узлами с большим скоплением людей, которые включают в себя помещения с различным назначением.

Проблема безопасности и комфортного пребывания людей в железнодорожных комплексах в современном мире занимает одну из важных задач. Актуальность заключается в возможности развития железнодорожного транспорта, увеличении пассажиропотока и увеличении потребительских качеств, создании благоприятных условий для маломобильных групп населения.

Цель работы состоит в обеспечении комфортом и безопасностью пассажиров и работников здания вокзала.

Привлечение различных систем: системы контроля и управления доступом, автоматической системы пожарной безопасности и системы оповещения, автоматической системы пожаротушения, автоматической системы вентиляции, систем доступности здания и услуг для маломобильных групп населения позволят достичь поставленной цели. Данные системы представляют собой комплекс инженерных автоматизированных систем.

Среди важных и необходимых систем в общественных зданиях для противодействия незаконным проникновениям, хищениям, террористическим и иным угрозам безопасности в условиях современного мира, является система контроля и управления доступом, включающая в себя безопасность и контроль несанкционированного доступа в здание: устройства досмотра, целевое управление запасными выходами, считыватели карт для служебных помещений, позволяющих ограничить доступ для посторонних лиц, турникеты для ограничения прохода

посетителей на перрон, система видеонаблюдения для контроля и организации порядка [1].

Система контроля и управления доступом позволяет снизить влияние «человеческого фактора» на обеспечение безопасности.

Одной из главных систем безопасности является система противопожарной защиты, включающая в себя разработку противопожарных мероприятий и технические условия, создание и техническое обслуживание систем пожарной безопасности [2].

АСПС – автоматизация системы пожарной сигнализации, включает в себя средства пожарной сигнализации, систему оповещения о пожаре, оборудование электроснабжения АСПС.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, в общественных зданиях состоит их световых пожарных оповещателей, звуковых пожарных оповещателей. Возможно применение речевого способа оповещения.

Для обеспечения полного комплекса противопожарной защиты необходимо применение автоматической установки пожаротушения и пожарных кранов на путях эвакуации. Для железнодорожного вокзала целесообразно разработать спринклерную систему пожаротушения. Такая система действует избирательно: она включается там, где сработал тепловой замок, остальные зоны не подвергаются действию пожаротушения [3].

Соблюдение требований пожарной безопасности позволяет многократно снизить риск возникновения пожаров и число человеческих жертв, а также обеспечить комфортность и безопасность пассажиров.

Поддержание микроклимата здания в любое время года для удобства и комфортного пребывания пассажиров и рабочего персонала железнодорожного вокзала позволит обеспечить автоматизированная система приточно-вытяжной вентиляции. Для вокзального комплекса целесообразно применение приточно-вытяжной системы вентиляции с рециркуляцией [4]. Управление системой возможно по датчику температуры наружного воздуха, датчику температуры вытяжного воздуха, датчику измерения углекислого газа.

Автоматизированная система позволяет без дополнительного участия человека контролировать необходимые параметры приточного воздуха, контролировать исправность системы в целом, а также обеспечить повышение энергоэффективности здания – снизить энергопотребление на нагрев и на охлаждение воздуха [5].

Перечисленные автоматизированные системы взаимодействуют между собой с помощью программного обеспечения, что позволяет создать интеллектуальный вокзал, обеспечивающий максимальный комфорт и безопасность пассажиров и персонала в соответствии с требованиями современных стандартов, нормативных актов и потребителей.

Обеспечение комфортного пребывания и доступности услуг для маломобильных групп населения (МГН) является одним из важных

критериев любого общественного здания. Здание необходимо оборудовать максимальным возможным системами, позволяющими посетить вокзал любым категориям населения. Нужно предусмотреть пандусы, особенности освещения, тактильные указатели, различные автоматизированные системы без привлечения дополнительного персонала [6].

Анализ нормативных документов и существующих систем показал, что для более быстрого ориентирования в зданиях с целью обеспечения комфорта передвижения особой категории граждан нужна система навигации.

В рамках исследования разработана система передвижения по функциональным зонам пассажирской инфраструктуры с применением звуковых сигналов и светодиодов (далее – система навигации). Система позволяет ориентироваться особой категории граждан в крупном здании. Структурная схема системы навигации представлена на рисунке 1. Описание приведено ниже.

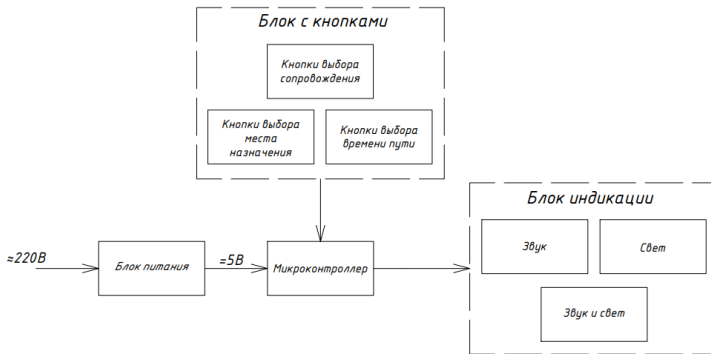


Рисунок 1. Структурная схема системы навигации

В данном проекте микроконтроллер является ядром системы.

К микроконтроллеру подключается блок с кнопками, на котором расположены кнопки выбора места назначения, кнопки выбора сопровождения, кнопки выбора времени пути.

Выбор осуществляется пользователем путем нажатия на соответствующую кнопку.

Сигналы, поступающие от блока с кнопками, обрабатываются микроконтроллером и подаются на блок индикации, исполняющими устройствами на котором являются свет, звук или, и свет, и звук одновременно.

Питание микроконтроллера осуществляется от блока питания напряжением постоянного тока 5В. Блок питания, в свою очередь, питается от стационарного напряжения переменного тока $\approx 220\text{В}$.

Панель управления системой передвижения представлена на рис. 2.

Пользователю необходимо воспользоваться интерактивным экраном – с помощью кнопки выбрать пункт назначения, представленный в перечне, выбрать приблизительное время и сопровождение. После нажатия пользователем соответствующих кнопок включается подсветка, или звуковое сопровождение в виде коротких ненавязчивых сигналов, или оба оборудования вместе, на всем пути до пункта назначения.

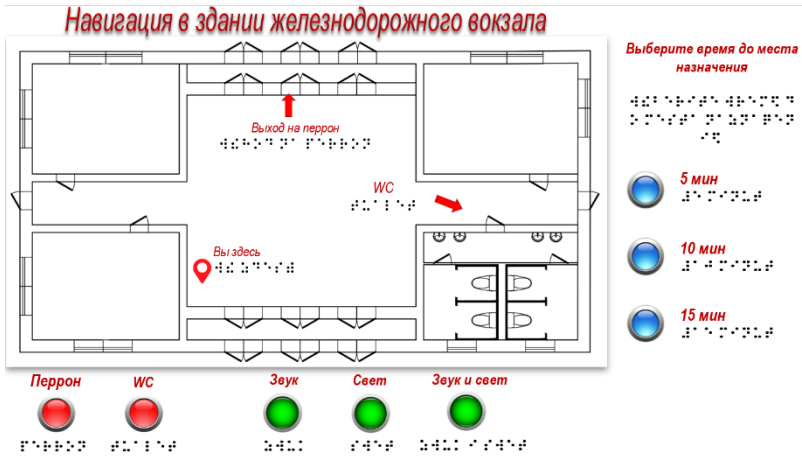


Рисунок 2. Панель управления системой навигации

Данная система позволяет также организовать путь эвакуации в случае чрезвычайной ситуации.

В процессе исследования, проанализированы всевозможные существующие системы автоматизации и выделены основные из них, позволяющие обеспечить безопасность и комфорт пассажиров и рабочего персонала.

Одним из важных критериев для комфорта необходима доступность здания для маломобильных групп населения. Изучены системы ориентирования МГН в крупных общественных зданиях. Это позволило предложить автоматизированную систему передвижения по функциональным зонам пассажирской инфраструктуры.

В процессе создания системы разработана и описана структурная схема системы, разработана панель управления с применением 3D-моделирования и 3D-печати, изготовлен макет 1:1000, разработано программное обеспечение, проведены испытания, которые показали правильность выбора схема-технических решений.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 26 сентября 2016 г. N 969. Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации

технических средств обеспечения транспортной безопасности. С изменениями и дополнениями от: 17 апреля 2021 г. М.: АО "Кодекс", 2016г.

2. СП 3.1313.2009. Системы противопожарной защиты система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре требования пожарной безопасности. М.: АО "Кодекс", 2009 г.

3. СП 485.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. М.: АО "Кодекс", 2020 г.

4. СП 417.1325800.2020. Железнодорожные вокзальные комплексы. Правила проектирования. М.: АО "Кодекс", 2020 г.

5. Д.т.н. Ю.А. Табунщиков, к.т.н. М.М. Бродач, А.Н. Колубков, к.т.н. Ю.В. Миллер, С.В. Миронова, к.т.н. Н.В. Шилкин, Н.А. Шонина. Методические рекомендации по проектированию систем вентиляции жилых и общественных зданий. М.: 2018 г.

6. Распоряжение ОАО "РЖД" от 26.08.2020 N 1827/р. Об утверждении Корпоративного порядка обеспечения условий доступности для маломобильных пассажиров и пассажиров из числа инвалидов услуг по перевозке пассажиров железнодорожным транспортом. М.: ОАО "РЖД", 2020 г.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФАНКОЙЛОВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

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

Вентиляция и кондиционирование являются актуальной и востребованной областью, особенно если речь идет о больших городах. Если говорить о плюсах и минусах тех или иных систем кондиционирования воздуха, то у системы «чиллер-фанкойл» есть масса преимуществ, с которыми не могут конкурировать другие системы. Данная система может иметь несколько конфигураций, выбор зависит от требований пользователя и площади кондиционируемого помещения [1]. При этом один чиллер можно соединить с несколькими фанкойлами.

Фанкойлы бывают самых разных типов: настенные, напольные, надпотолочные, канальные и т.д. Кроме этого, данные устройства довольно часто выпускаются и в бескорпусном варианте, что значительно снижает стоимость установки. Конструктивно фанкойл состоит из радиаторов или теплообменников, вентилятора с электродвигателем, поддона, в котором собирается конденсат, воздушного фильтра, который довольно легко демонтируется и чистится, электронагревателя, при помощи которого система может работать на нагрев воздуха, и системы управления [2]. Устройство фанкойла приведено на рис.1.

Мощность современных чиллеров может варьироваться от 5 до 9 тыс. кВт, что дает возможность кондиционировать помещения самых разных площадей. Чиллеры подразделяются по таким основным признакам, как тип

охлаждения (водяное или воздушное), наличие режима обогрева (реверсивные и без теплового насоса), конструктивное исполнение (наличие встроенного и выносного конденсатора, моноблочные, центробежные или осевые вентиляторы).

Чиллер-фанкойлом называется такая система кондиционирования, в которой вместо фреона используется вода, либо специальный раствор – этиленгликоль. Основная функция такого аппарата – охлаждение помещения; в зависимости от способа обвязки (двух- или четырехтрубные фанкойлы) возможно использовать фанкойл также на обогрев, что позволяет использовать его круглогодично.

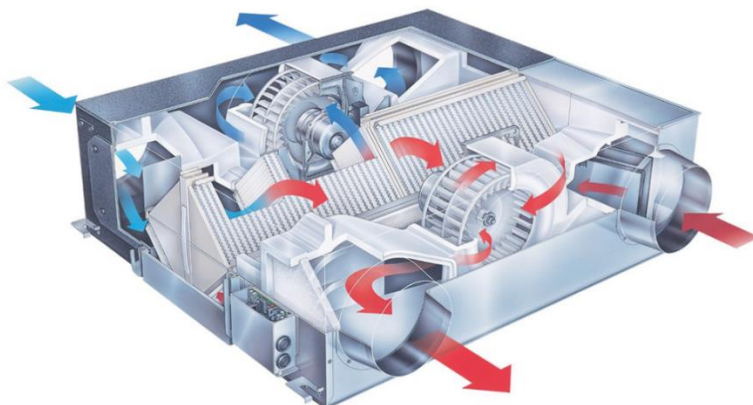


Рисунок 1. Устройство фанкойла.

Условно чиллер-фанкойл можно разделить на две основных части – чиллер и фанкойл, которые представляют собой внешний и внутренний блоки соответственно.

Фанкойл оснащен вентилятором (fan) и теплообменником (coil). За счет его функционирования тепловая энергия передается от жидкости в нем непосредственно воздуху в обслуживаемом помещении.

Чиллер выполняет функцию охлаждения жидкости, а также подает ее в фанкойл. Как правило, устанавливается он на крыше здания либо в специальном эксплуатационном помещении.

Рост популярности кондиционирования системами «чиллер-фанкойл» обусловлен их высокой эффективностью и экологической безопасностью.

Монтаж фанкойла с обвязкой

Фанкойлы используются не только для охлаждения, но и для обогрева помещений. Внутренний блок подключается к чиллеру и системе

центрального отопления, для чего используется второй теплообменный контур.

В зависимости от этого различают два типа обвязки:

- Двухтрубный – работает только на охлаждение либо только на обогрев (чиллер оснащается теплонасосом). Обвязка включает в себя двухтрубный контур с одним теплообменником.

- Четырехтрубный – такое устройство может одновременно работать и на охлаждение, и на обогрев. Имеет два двухтрубных контура, один из которых подсоединяется к холодильной машине, второй – к центральному отоплению. За счет этого возможно одновременно обогревать и охлаждать помещение. Такой фанкойл как нельзя лучше подходит для одновременного обслуживания нескольких помещений, в каждом из которых предполагается отдельная настройка температурного режима.

Вентиляторные доводчики, так называемые фанкойлы, в отличие от эжекторных доводчиков имеют 1 или 2 радиальных вентилятора двухстороннего всасывания с однофазным, многоскоростным электродвигателем и с многоступенчатым регулятором частоты вращения, а также поддон для сбора конденсата (при охлаждении фреоном), фильтр из синтетического материала и воздухораспределительную решетку [3].

В зависимости от расхода воздуха по притоку потребление электроэнергии вентиляторного доводчика (фанкойла) находится в пределах 40-100 Вт на 100 м³/ч.

Вентиляторные доводчики изготавливаются в нескольких вариантах, в зависимости от требуемых параметров:

- холодо- и теплопроизводительности;
- режима работы (только охлаждение, охлаждение и подогрев);
- подачи воздуха (горизонтальная, наклонная или вертикальная);
- конструктивного решения (в корпусе или без корпуса);
- расположения в помещении (напольное, настенное и потолочное);
- типа хладагента (фреон или холодная вода).

Подбор вентилятора выполняется в соответствии со следующими исходными данными:

- количество перемещаемого воздуха, газопаровоздушной среды, м³/ч;
- давление, необходимое для преодоления сопротивления на всем пути перемещения воздуха, среды, Па;
- температура удаляемого из помещения воздуха, среды, °С;
- химический и пылевой состав удаляемого из помещения воздуха, среды;
- класс опасности вредных веществ, содержащихся в удаляемом из помещения воздухе, среде.

Наиболее простым и распространенным способом установки фанкойла является его настенный монтаж по аналогии с обычными кондиционерами.

Но в некоторых помещениях такая возможность может отсутствовать. В линейке всех производителей имеются отличные варианты решения этого вопроса – кассетные или каналные фанкойлы. Они выполняют практически одинаковые функции, но имеют определенные отличия в конструкции и способах эксплуатации, что является важным обстоятельством при выборе того или иного вида.

Основные критерии выбора

- компактные размеры, дающие возможность размещения в любом месте;
- низкая высота корпуса, что играет роль, если монтаж фанкойла осуществляется в подвесной потолок;
- высокая производительность по холоду и теплу, позволяющая эффективно кондиционировать/обогревать большие площади;
- конструктивные особенности (корпусные и бескорпусные модели);
- возможность подключения к системе вентиляции;
- простота эксплуатации и обслуживания.

Выбор конкретного вида оборудования зависит только от целей его использования и особенностей помещения.

Особенности и монтаж (кассетных фанкойлов)

В большинстве случаев такие устройства эффективны в малых и средних строительных сооружениях с высотой потолков не менее 3-х метров. Они устанавливаются в потолки типа «армстронг» и могут подавать воздух в зависимости от конструкции в 1-4 направлениях. Одноточные кассетные фанкойлы часто используются в квартирах, частных домах, небольших кафе или гостиницах. Четырехточечные – предназначаются для крупных офисов, торговых и спортивных центров, кинотеатров или выставочных залов.

Обычно установка производится по центру помещения, иногда – возле стен или углов (при одном направлении подачи воздуха), а коммуникации прокладываются в запотолочном пространстве.

На виду, как правило, остается только лицевая сторона воздухозаборной решетки.

Возможные способы установки:

- скрытая установка внутри подвесной конструкции – это стандартный вариант установки, наиболее оптимальный для офисных помещений, бизнес-центров и т.д.
- открытое размещение на потолочном перекрытии при помощи анкерных болтов – оптимальный вариант для гипермаркетов, больших торговых центров и т.п.

Такое оборудование обеспечивает зональное кондиционирование и не может обслуживать несколько помещений одновременно. Оно не обеспечивает возможности максимально точного соблюдения

температурных параметров, поэтому не подходит для тех мест, где это необходимо (продуктовых складов, лабораторий, технологических участков на производстве). Чаще всего устройства кассетного типа монтируются отдельно от системы вентиляции, поэтому они не обеспечивают приток свежего воздуха, а служат только для охлаждения/нагрева.

Особенности и монтаж (канальных фанкойлов)

Главное отличие фанкойлов канального типа – возможность их установки не только под потолком, но и в смежной комнате. Поэтому они становятся отличным выходом в помещениях с низкими потолками или сложной конфигурации. Такие устройства редко используются для замкнутых контуров и чаще всего встраиваются в вентиляционные каналы. Один фанкойл может одновременно обслуживать несколько комнат, что не могут сделать остальные виды подобного оборудования. Воздух подается по системе воздуховодов и количество комнат будет зависеть только от производительности доводчика, в отличие от кассетных приборов, имеющих только одну точку раздачи.

Также обеспечивается дополнительная организация воздуховодов для подачи охлажденного или подогретого воздуха через потолочные решетки, диффузоры [4].

Кроме того, канальные фанкойлы обладают большей мощностью, чем кассетные или настенные, в силу чего они часто используются для кондиционирования больших площадей. В жилых помещениях их мощность может оказаться избыточной, исключения составляют большие дома или многоуровневые квартиры.

Такие фанкойлы, в основном, используются в офисах, на производственных и торговых площадках. Есть возможность их подключения к системе вентиляции: за счет этого можно обеспечить подачу очищенного прохладного воздуха с примесью свежего уличного [5].

Допустимы варианты как открытого, так и закрытого размещения канального фанкойла. Второй вариант получил более широкое распространение в целом, в то время как первый – характерен для крупных торговых центров.

В работе было проведено исследование разновидностей фанкойлов, их преимуществ и недостатков, выбран тип данного оборудования для применения в проекте совместно с системой вентиляции.

Для использования в связке с системой вентиляции целесообразно применить канальные фанкойлы закрытого размещения. Они позволяют обслуживать несколько помещений сразу, обладают большей мощностью, обладают большей гибкостью в вопросах конфигурации, нежели другие разновидности фанкойлов, и имеют возможность встраиваться в вентиляционный канал, обеспечивая экономию ресурсов при подмешивании свежего уличного воздуха.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
2. Системы кондиционирования воздуха на базе чиллера-фанкойлов: учебное пособие / сост.: Э.У. Ямлеева. – Ульяновск: УлГТУ, 2019. – 242 с.
3. Вентиляция: учебник / П. Н. Каменев, Е. И. Тертичник. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2011. – 632 с.
4. Основные схемы систем вентиляции и кондиционирования воздуха (Национальное объединение строителей): Р НОСТРОЙ 2.15.13-2015 / Закрытое акционерное общество «ИСЗС – Консалт» / Общество с ограниченной ответственностью Издательство «БСТ», 2017. – 89 с.
5. Методика расчета энергетической эффективности систем кондиционирования при нестационарных теплоступлениях: Методическое пособие / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве», 2017. – 106 с.

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ НА ЗАГОРОДНОМ УЧАСТКЕ

Александр Д.А., ученик 10-го класса ГБОУ Школа №1367.

Научный руководитель – Перлин В.А., преподаватель информатики.

Основной целью проекта по созданию системы полива на загородном участке (далее Проект) является необходимость обеспечить автоматический регулярный полив растений без участия человека. Такая необходимость возникает, когда посещение загородного участка человеком непостоянно и, как следствие, нет постоянного ухода за растениями.

В ходе Проекта была разработана, протестирована и подготовлена к запуску система автоматического полива растений (далее Система). Система позволяет в автоматическом режиме принимать решение о необходимости полива растений на основе данных с датчиков, а также осуществлять и контролировать процесс полива растений из независимого источника водоснабжения. В Проекте в качестве источника воды для полива использовался колодец для сбора сточной воды. Колодец наполняется переработанной и очищенной технической водой из автономной установки очистки (септик) [1,2]. Вода в колодце не пригодна для повторного использования человеком без дополнительных систем фильтрации и химической очистки, но для полива растений ее применение допустимо [3]. Подача воды для полива осуществляется путем включения дренажного насоса. Подключение дренажного насоса к силовой сети осуществляется через распределительный щит (РЩ) наружного исполнения с обязательным подключением дифференциального автоматического выключателя [4]. В этот же РЩ частично будут размещены компоненты Системы.

Для контроля состояния Системы и процессом полива в Систему были добавлены независимые компоненты, позволяющие производить удаленный мониторинг Системы, а также получать в реальном времени данные о состоянии почвы, погодных условиях и о состоянии полива.

На рис. 1. представлена принципиальная функциональная схема созданной Системы. В табл. 1 приведены пояснения к условным обозначениям на схеме.

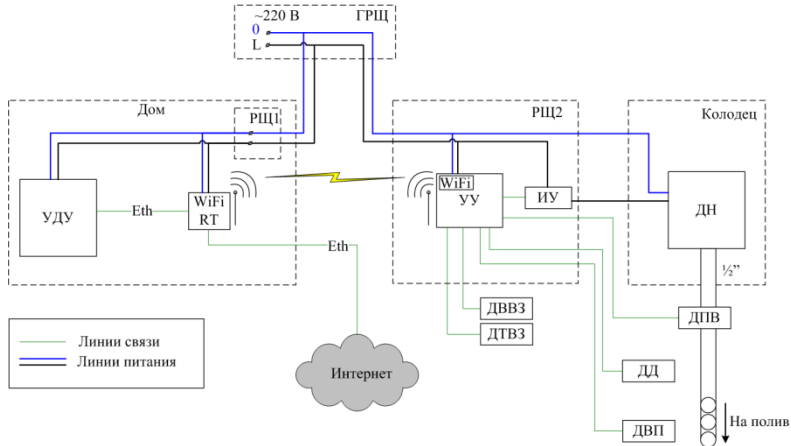


Рисунок 1. Функциональная схема Системы

Таблица 1. Условные обозначения функциональных элементов Системы.

Обозначение	Название устройства	Примечания
УУ	Arduino UNO R3 CH340G	Контроллер Arduino MEGA328P 16 МГц с модулем UART CH340G
RTC	DS1302	Модуль часов реального времени DS1302
ИУ	Songle relay module 5V	Релейный модуль с оптроном под штыри
Модуль-WiFi	ESP8266 (ESP-01S)	Контроллер ESP8266 ESP01S
ДПВ	YF-S201 G1/2	Датчик потока воды с подключением 1/2"
ДВП	Capacitive Soil Moisture Sensor v2.0	Емкостный датчик влажности почвы V2.0
ДТВЗ	DHT11	Датчик температуры и влажности воздуха
ДВВЗ	DHT11	Датчик температуры и влажности воздуха
ДД	MH-RD	Датчик обнаружения дождя и снега с адаптером на 5 В
УДУ	Raspberry Pi B3+	Устройство удаленного управления
WiFi-RT	Mikrotik RB951Ui-2HnD	WiFi роутер с возможностью выхода в интернет по беспроводной связи 3G/4G
ДН	ZSPW400-D	Дренажный насос

На основе разработанной функциональной схемы был проведен анализ возможных вариантов исполнения Системы, проанализированы существующие решения на рынке готовых систем полива и сделан вывод, что на текущий момент времени не имеется готового решения или решения экономически необоснованны. Таким образом для создания Системы была выбрана покомпонентная модель. В табл. 1 также приведено название выбранных элементов Системы, соответствующих каждому функциональному элементу.

На рис. 2 представлена схема подключения датчиков и модулей к УУ.

Алгоритм работы Системы сводится к следующим основным этапам.

- Периодический опрос датчиков ДТВЗ, ДВВЗ, ДД, ДВП с УУ.
- Запрос УУ текущего реального времени от RTC или с помощью SNTP.
- Если показания датчиков удовлетворяют условию начала полива, то включается релейный модуль, управляющий дренажным насосом.
- Остановка полива производится, исходя из необходимого объема полива или по аварийному отключению, когда скорость потока воды ниже установленной.
- При аварийной остановке полива следующий полив будет не раньше, чем через 24 часа.

Помимо перечисленных выше функций УДУ позволяет принудительно включать и/или отключать полив с помощью мобильного и/или web-приложения. Для реализации такого функционала было использовано решение Home Assistant [5]. С помощью созданного графического интерфейса управления Системой удалось также реализовать передачу пороговых значений и инициализационных параметров в УУ.

Примеры разработанных экранных форм приведены на рис. 3.

Созданная Система полностью выполняет поставленные перед ней задачи по поливу растений, а также позволяет расширить ее функционал до полноценной удаленной метеостанции. Дальнейшее развитие Системы позволит конкурировать на рынке готовых систем автоматического полива

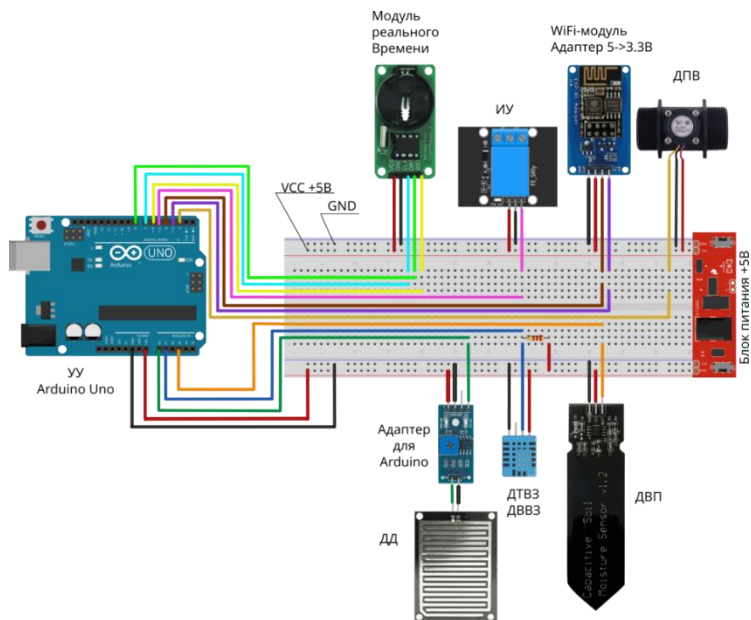


Рисунок 2. Схема подключения датчиков и модулей к УУ

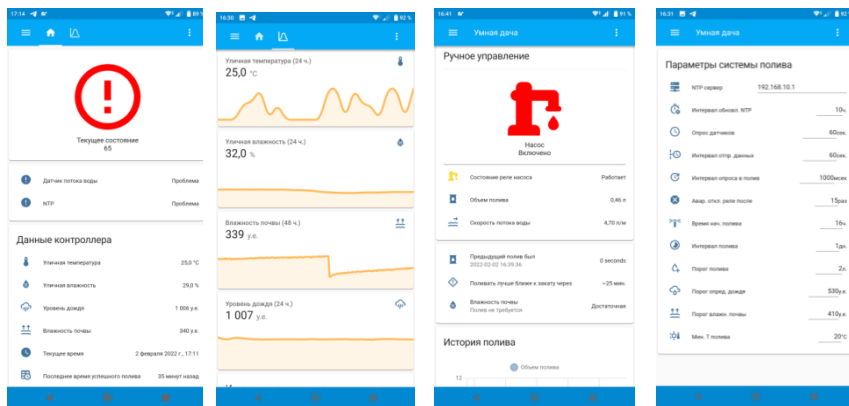


Рисунок 3. Примеры экранных форм мобильного приложения

Библиографический список

1. СП 2.1.5.1059-01. 2.1.5. «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения».

2. ГОСТ Р 58486-2019 «Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния».
3. СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения».
4. ПУЭ 7 «Правила устройства электроустановок», 7 ред.
5. Home Assistant core v.2021.11.5, Home Assistant, Inc., 2021 <https://www.home-assistant.io>

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

*Шагаев И.А., Студент 3 курса 32 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гордеев-Бурзгиц М.А. Изобретатель СССР;
доктор – инженер ФРГ; профессор кафедры*

Системы вращающихся решеток существуют уже давно. У нее хорошие перспективы в сфере производства.

Изготовление этой системы достаточно простое, а также в ней используются дешевые комплектующие. Есть ли возможность доработать данную систему?

Данная конструкция является постоянно движущимся фильтрующим экраном, состоящим из множества перфорированных пластин, которые установлены на неподвижную раму.

Ленточные вращающиеся сетки используют для процеживания воды при загрязнённой воде в источнике для фильтрации и очистки от разного рода мусора.

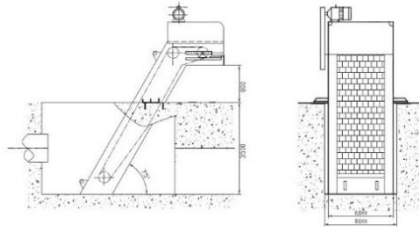


Рисунок 1. Чертеж системы

У этой сетки имеется ряд преимуществ. Ее конструкция выполнена из нержавеющей стали, что обеспечивает ее устойчивость к коррозии, а также защищает от заклинивания. Также, система имеет надежные и долговечные приводные механизмы; кроме того, её приводы снабжены долговечными и надежными редукторами. В случае обслуживания этой системы, можно заменить часть ее фильтрующих экранов. Она имеет двойную защиту от перегрузки всей системы.

Сетчатые решетки бывают разных видов и каждая из них имеет ряд своих технических характеристики.

На данном рисунке представлены характеристики конкретно нашего оборудования.

Основные характеристики	Ед. изм	Значения							
		PCM0507	PCM0710	PCM0812	PCM1012	PCM1215	PCM1620	PCM2020	PCM2125
Модели									
Глубина канала (A)	мм	500-600	600-700	800-900	1000-1100	1200-1300	1400-1600	1700-2000	2100-2200
Ширина канала (D)	мм	500-1000	700-1100	900-1300	1000-1400	1100-1600	1600-2000	2000-2200	2300-2400
Высота канала (h _в)	мм	600							
Расстояние между прозор (F)	мм	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10							
Мощность	кВт	0,5	0,75	1,1	1,5	1,75	2,2	3	3
Вес	кг	900	1250	1450	1570	1720	1850	2200	2550

Рисунок 2. Технические характеристики оборудования

Во время выкачки воды из источника, в специальных резервуарах для воды используют автоматические механизмы, которые способны быстро выполнять регулировку уровня воды, поддерживать ее на определенном уровне и обеспечивать промывку механических сетей, контролировать и сигнализировать работу водоприемника и уровень жидкости в водоёме.

Автоматизация регулирования воды в водоприемнике связана с колебаниями уровня источников. Это процесс происходит с помощью затворов и щитов различного вида. Они бывают электрическими, гидравлическими или пневматическими. При этом такие схемы создаются очень просто и выполняется на основании серийного оборудования, которое успешно используется во многих отраслях промышленности. Кроме того, автоматические шиберы и затворы нуждаются во регулярном обслуживании из-за недостаточного сопротивления металла к ржавчине и влияния отрицательной температуры воздуха.

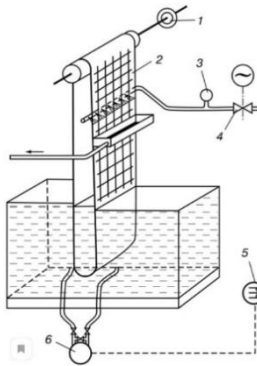


Рисунок 3. Схема автоматической промывки ленточной вращающейся сетки

Как только уровень воды повышается, сетка из засорения включается в работу, а контактная поверхность (5) дифференциального манометра (6) открывает задвижку (4). Манометр (3) включается после того как вода поступает на промывку. Он запускает двигатель (1) и приводит во вращение сетку. (2). Если же сетка была отмыта до блеска, то уровень в ней постепенно снижается и дифференциальный манометр (6) закрывает задвижку (4) с помощью контактного перепада.

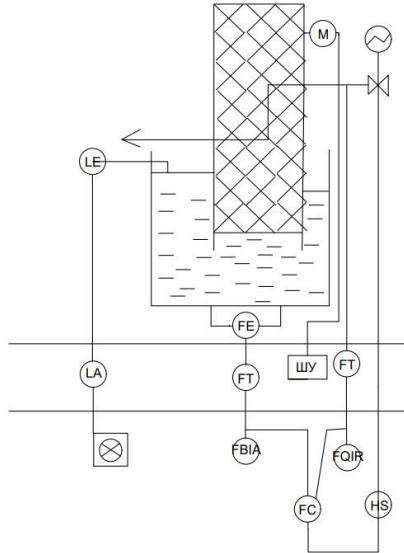


Рисунок 4. Функциональная схема ленточной вращающейся решетки.

На схеме обозначены: LE – первичный дисконтный датчик уровня; LA – уровнемер; HL – сигнализация верхнего и нижнего уровня (лампа на щите оператора); FE – датчик расхода воды; FT – показывающий дифманометр; FQIR – вторичный самопишущий прибор; FBIA – дифманометр; FC – регулятор показаний приборов (координатор тип); HS – отключающий элемент оператора; Переключатель включения мотора выведен на шкаф управления.

Ограждения для защиты от других загрязнителей установлены на водоприемниках больших систем водоснабжения. Именно шуги и льда. В некоторых случаях их снабжают паровым или электрическим нагревателем. Это позволяет экономить тепло в них при помощи автоматического шуго-сигнала, который точно определяет время его включения и выключения обогрева оградителей. В этих приборах используются различия между электропроводностью воды и льда.

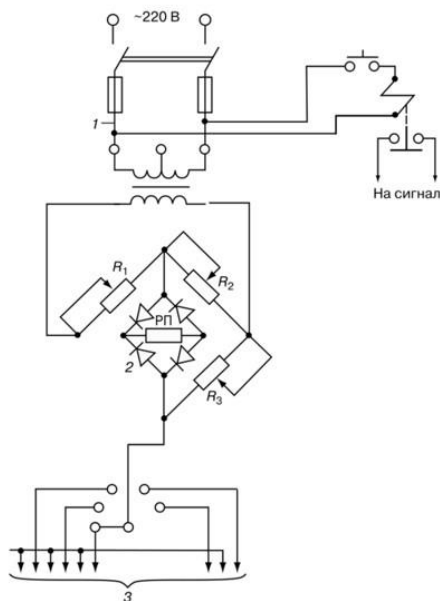


Рисунок 5. Схема автоматического шугосигнализатора

При появлении обледенения на металлической решетке, сигнализатор фиксирует увеличение электрического сопротивления между электродами. Из-за того, что электроды (3) покрыты льдом, сопротивление электрической цепи увеличивается. А отсюда, и возникает нарушение баланса моста. Напряжение возникает от трансформатора (1) в центре моста через селеновый выпрямитель (2). Появившееся напряжение, воздействует на поляризованное резисторное реле РП. Происходит замыкание контакта в двух цепях. В цепи сигнализации и в цепи исполнительного механизма. В сифонных водоприемниках установлено специальное автоматическое оборудование. Оно осуществляет управление вакуум-насосом и контролирует вакуум в вакуум-котле.

Данную систему можно усовершенствовать новыми и доработанными комплектующими. Эти системы обеспечат лучшую надежность и энергоэффективность.

Библиографический список

1. Попкович Г.С., Гордеев М.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1986, С 392. ;
2. Гордеев – Бургвиц М.А. Общая электротехника и электроника. Учебное пособие. - М.: МГСУ, 2014. С. 256
3. Гордеев – Бургвиц М.А. Математическое описание в обобщенных производных системах управления электроприводами мощных агрегатов в

строительных и горных машинах и в системах водоотведения. Интернет-вестник ВолгГАСУ. 2013. № 4 (29). С. 16.

4. Гордеев – Бургвиц М.А. Общая электротехника и электроснабжение. Учебное пособие. НИУ МГСУ. Москва, 2019. С. 472.

5. Сайт [Электронный ресурс]. – М.: Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ результативности принятых мер по экологической реабилитации водных объектов в 2012-2019 годах и периоде 2020 года» [<https://ach.gov.ru/upload/iblock/957/9572511e33202b74a7abc2199bc58da9.pdf>]

6. Сайт ООО «ТКГруппа» [Электронный ресурс]. – М.: Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки. [http://archiv.nor.ru/upload/iblock/81a/1_Методика%20определения%20ТПП%2010.11.14.pdf]

7. Сайт методических указаний. [Электронный ресурс]. – М.: Использование различных реагентов. [https://vgasu.ru/attachments/oi_prihodchenko-01.pdf]

8. Сайт Воронежского завода гидрооборудования [Электронный ресурс]. – В.: Устройство и принцип работы микрофильтра. [<https://zavod-vzg.ru/catalog/doochistkastochnykh-vod/mikrofiltr-fbm.html>]

9. Сайт «Студопедия» [Электронный ресурс]. – М.: Примеры функциональных схем автоматизации. [<https://stydopedia.ru/2xade2.html>]

10. Сайт Поисковой справочной системы по экологии [Электронный ресурс]. – М.: Хлорирование сточных вод. [<https://ru-ecology.info/term/15932/>]

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ВОДОПРОВОДНОЙ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ

БарaboшкИна А.С., Студентка 3 курса 31 группы ИИЭСМ

Научный руководитель –Гордеев-Бургвиц М.А. Изобретатель СССР; доктор – инженер ФРГ; профессор кафедры

Согласно отчету о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ результативности принятых мер по экологической реабилитации водных объектов в 2012-2019 годах и периоде 2020 года» можно сделать неутешительный вывод о состоянии водных объектов с экологической точки зрения, а также о качестве самой питьевой воды. За последние годы увеличились объемы сброса различных загрязняющих веществ. Это зависит не только от деятельности предприятий, но также и от действий водопользователей. В отчете подчеркивается, что на данный момент отсутствуют четкие механизмы регулирования и несения ответственности за сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Также отмечается, что растет доля проб воды из водоемов I категории, которые не соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям с 21,9 % в 2012 году до 30,1 % в 2020 году.

Стоит упомянуть, что в ряде регионов (например, Брянская, Владимирская, Тамбовская, Томская области, Республика Удмуртия)

качество воды только ухудшилось. И по состоянию на 2020 год сумма возмещения ущерба, причинённого водным объектам, как и организациями, так и частными пользователями, составила более 5 млрд рублей.

Из вышесказанного можно сделать вывод об актуальности рассматриваемой мной проблемы, а именно автоматизации технологического контроля очистки вод с высоким уровнем загрязнённости. В ряде регионов Российской Федерации существует несомненная востребованность в технологиях для лучшей очистки питьевой воды. Также, с точки зрения экономической составляющей вопроса, автоматизация процесса может существенно сократить затраты на очистку либо дополнительную очистку вод.

В данной статье рассматривается схема контроля станции очистки воды поверхностных источников с содержанием взвешенных веществ до 50 мг/л, высокой цветностью и значительным содержанием органических загрязнений производительностью 40 тыс.м³/сутки. Эта схема разработана по ГОСТ 21.208-2013. На схеме представлен контроль и сигнализация ключевых для технологического процесса параметров. В данной схеме осуществляется автоматическое дозирование реагентов (коагулянта и т.д.), а также имеется возможность промывки фильтров с помощью воздухоудовки и контроль скорости фильтрации. Ниже представлены функциональная схема процесса со щитом управления, а также разработанная гидравлическая схема технологического контроля.



Рисунок 1. Функциональная схема технологического контроля



Рисунок 2. Щит управления схема технологического контроля



Рисунок 3. Гидравлическая схема технологического контроля

При составлении проекта автоматизации станции организовывается централизованный контроль. Контроль необходим для того, чтобы опрашивать поочередно все трубопроводы сети вместо того, чтобы на каждый трубопровод устанавливать систему отбора и контроля проб воды на выходе из очистной станции. Пробы по очереди передаются в анализатор с помощью гидрореле, который составляет основу схемы.

Далее будет описан принцип действия функциональной схемы водозаборной очистной станции. Я рассмотрела не только исполнительные и регулирующие устройства, расположенные на самом объекте, но и то, как реализован вывод их сигнала на щит оператора (либо в ШУ).

Неочищенная вода от насосной станции первого подъема сначала подается в микрофильтр. Доочистка сточных вод позволяет использовать оборотную воду для технических нужд. Микрофильтр работает в автоматическом режиме.

На подающей магистрали перед микрофильтром установлен первичный датчик расхода (FE), регулирующий количество подаваемой в микрофильтр воды. Показания с первичного датчика расхода подаются на ротаметр бесшкальный с электропередачей (FT), а затем на пульт управления (щит оператора) через вторичный самопишущий прибор (FQIR). Система контроля уровня воды в микрофильтре содержит первичный дискретный датчик уровня (LE) и уровнемер (LA). Последний настраивается на контроль верхнего (H) и нижнего (L) уровней. Индикаторная лампочка сигнализирует о поступлении сигнала. Также имеется электродвигатель (M), приводящий в движение барабан микрофильтра и подключенный к шкафу управления.

После прохождения микрофильтра в воду по магистрали подается хлор и происходит процесс хлорирования. Хлорирование сточных вод без дозирующих устройств производится раствором хлорной извести крепостью до 5%, который вводится в бак от 1 до 5 раз в сутки в зависимости от расхода

сточных вод. Далее по магистрали вода подается в осветлитель-рециркулятор. При этом перед тем, как вода попадет в осветлитель, в нее подмешивается по магистрали коагулянт. Коагулянт доставляют с помощью автотранспорта к расходным бакам хранилищам, где хранится сам раствор с определенной концентрацией. Баки рассчитаны на расход коагулянта в течение 30 суток. Из верхней части баков раствор забирается с помощью насоса с поплавкой и перекачивается по магистрали через регулируемую заслонку с помощью насоса с электродвигателем (подключен к шкафу управления ШУ5103) в расходный бак коагулянта. Аналогичная схема установлена и после растворительного бака. Дозировку коагулянта после растворно-хранилищного и растворного баков можно отслеживать с помощью уравнильного сосуда, соединенного со вторичным прибором контроля давления (PI). В расходном баке для коагулянта предусмотрены штуцеры с кранами, расположенные на разной высоте, для контроля времени нахождения коагулянта в баке с поплавковым датчиком.

Для растворения и перемешивания коагулянта в растворно-хранилищном баке и расходном баке предусматривается подвод воздуха от воздуходувки. Применяется водокольцевой насос-воздуходувка, приводимый в действие электродвигателем и выводимым на шкаф управления ШУ5101. Количество воздуха регулируют заслонки, установленные на входе в баки.

Также перед баком осветлителя в воду подмешивается поступающий по магистрали раствор перманганата калия и активированная кремниекислота, поступающая по другой магистрали. В каждом баке для реагентов предусмотрены штуцеры с кранами, расположенные на различной высоте и контролируемые время пребывания реагентов в баке (в баке-полимеризаторе с поплавковым датчиком и контролем параметров, выводимых на уровнемер (LA), который настроен на контроль двух уровней – верхнего (H) и нижнего (L) – сигнализация осуществляется с помощью индикаторной лампочки). Также предусмотрена система из регулирующих заслонок, насоса-дозатора с электродвигателем (электродвигатели на магистралях R3, R7 подключены к НКУ – низковольтным комплектным устройствам) и уравнильного сосуда на магистралях после баков (как и для коагулянта для контроля количества реагента). Стоит отметить, что марганцовокислый калий технический (перманганат калия $KMnO_4$) применяется для устранения привкусов и запахов у воды. Активированная кремниекислота применяется же для устранения мутности воды. Бак-полимеризатор представляет собой емкость, время пребывания активированной кремниекислоты в котором обеспечивает необходимое время полимеризации.

Вода с растворами коагулянта, активированной кремниекислоты и перманганата калия поступает в осветлитель-рециркулятор. Благодаря рециркулятору происходит более эффективный отсев осадка и очищение воды. Далее после бака осветлителя вода по магистрали подается в фильтр.

На магистрали установлена регулирующий поток жидкости клапан, управляемый электродвигателем переменного тока, показания с которого снимаются на НКУ.

В фильтре вода проходит несколько степеней очистки. Применяется зернистый фильтр. Промывка фильтра осуществляется с помощью воды, взрыхляющей фильтрующую нагрузку. Подвод воды для промывки осуществляется через насос промывной воды с электродвигателем, выводимым на шкаф управления ШУ5102. Затем вода проходит через клапан с электродвигателем переменного тока, регулирующий количество подаваемой воды (выводится на НКУ) и поступает непосредственно в бак фильтр. Затем производится отвод промывной воды по магистрали также через регулирующий клапан с электродвигателем переменного тока (выводится на НКУ), и с помощью вакуумной установки (выводится на шкаф управления ШУ5101). производится перекачка воды в дренажный приямок. При этом после вакуумной установки снимаются показания вторичным прибором контроля давления.

Очищенная же вода на выходе из бака фильтра снова смешивается с хлором и поступает в резервуар чистой воды. После подачи хлора перед резервуаром чистой воды устанавливается регулирующий количество подаваемой жидкости клапан с электродвигателем переменного тока (выводится на НКУ). Из резервуара чистой воды производится откачка промывной воды через приямок по всасывающей трубе насоса промывной воды (процесс описан выше). К резервуару подключен первичный дискретный датчик уровня (LE), передающий показания на уровнемер бесшкальный с электропередачей (LT), расположенный на щите оператора (пульте управления).

Резервуар чистой воды оборудован также установкой для срыва вакуума, что позволяет избежать гидравлического удара. Поэтому резервуар оборудован поплавковым клапаном и уровнемерами с индикацией, и дополнительным контролем. Система контроля уровня воды в резервуаре чистой воды содержит первичный дискретный датчик уровня (LE) и уровнемер (LA). Уровнемер настраивается на контроль верхнего (H) и нижнего (L) уровней. Сигнализация осуществляется с помощью индикаторной лампочки.

Вода из резервуара чистой воды проходит регулирующий клапан, а затем насос второго подъема с электродвигателем (выводится на НКУ, а затем на щит оператора в виде сигнализации предельного уровня на проводящих жидкостях в промышленных условиях (EL). Также от электродвигателя сигнал поступает на регулятор динамического тока автоматический (РДТА), а после него на сигнализацию верхнего и нижнего уровня (HL).

Библиографический список

1. Попкович Г.С., Гордеев М.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1986, с 392.
2. Гордеев – Бургвиц М.А. Общая электротехника и электроника. Учебное пособие. - М.: МГСУ, 2014. С. 256
3. Гордеев – Бургвиц М.А. Математическое описание в обобщенных производных системах управления электроприводами мощных агрегатов в строительных и горных машинах и в системах водоотведения. Интернет-вестник ВолгГАСУ. 2013. № 4 (29). С. 16.
4. Гордеев – Бургвиц М.А. Общая электротехника и электроснабжение. Учебное пособие. НИУ МГСУ. Москва, 2019. С. 472.
5. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ результативности принятых мер по экологической реабилитации водных объектов в 2012-2019 годах и периоде 2020 года»
[<https://ach.gov.ru/upload/iblock/957/9572511e33202b74a7abc2199bc58da9.pdf>]
6. Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки [Электронный ресурс]. // Общие сведения. – Режим доступа: http://archiv.nor.ru/upload/iblock/81a/1_Методика%20определения%20ТП%2010.11.14.pdf (Дата обращения: 7.03.2022)
7. Использование различных реагентов [Электронный ресурс]. // Общие сведения. – Режим доступа: https://vgasu.ru/attachments/oi_prihodchenko-01.pdf (Дата обращения: 7.03.2022)
8. Устройство и принцип работы микрофилтра. [Электронный ресурс]. // Общие сведения. – Режим доступа: <https://zavod-vzg.ru/catalog/doochistka-stochnykh-vod/mikrofiltr-fbm.html> (Дата обращения: 7.03.2022)
9. Примеры функциональных схем автоматизации. [Электронный ресурс]. // Общие сведения. – Режим доступа: <https://stylopedia.ru/2xade2.html> (Дата обращения: 7.03.2022)

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСИТЕТСКОЙ ПРОГРАММЫ СОВЕТА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Афанасьева А.А., студент магистратуры 2-го курса ИИЭСМ

Научные руководители – Мохов А.И., проф., д.т.н.

Козлова Е.А., генеральный директор Ассоциации «Совет по экологическому строительству»

На сегодняшний день мировая строительная индустрия оказывает существенное воздействие на среду обитания человечества. Здания всего мира используют около 40% всей потребляемой первичной энергии, 67% всего электричества, 40% всего сырья и 14% всех запасов питьевой воды, а также производят 35% всех выбросов углекислого газа и чуть ли не половину всех твердых городских отходов. В связи с этим возведение зданий с использованием современных экологических технологий приобретает

огромное значение и должно стать приоритетным по сравнению со строительством традиционных зданий, сооружений.

Основной целью Ассоциации «Совет по экологическому строительству» является создание, внедрение и применение норм и правил строительства, разработанных на основе мирового опыта и формируемых с учетом строительных, деловых, климатических, культурных и исторических особенностей Российской Федерации. Совет представляет собой некоммерческую организацию и направленность его деятельности призвана повысить эффективность экономики социальной сферы в частности и экономики страны в целом [1].

Совместно с партнерами, осуществляющими проекты строительства в России, Совет способствует внедрению рациональных, энергоэффективных и экологически безопасных технологий и методов проектирования, строительства и эксплуатации зданий с целью повышения качества жизни и обеспечения здоровья населения. Также Совет реализует образовательные и просветительские программы, призванные повысить информированность участников рынка и способствовать увеличению экологических проектов в Российской Федерации.

Важным аспектом деятельности Совета по экологическому строительству становится его участие в образовательных мероприятиях высших учебных заведений. Такая деятельность Совета определена его руководством как Университетская программа. Для Совета по экологическому строительству Университетская программа – новое направление деятельности, имеющая целью формирование устойчивого развития образовательного процесса в строительных университетах. Для ВУЗов целью вступления в Университетскую программу становится усиление устойчивой связи студентов-выпускников учебного заведения с представителями предприятий-работодателей. Для предприятий-работодателей участие в Университетской программе Совета по экологическому строительству – гарантированная подготовка будущего сотрудника предприятия к восприятию норм корпоративной социальной ответственности. Такая подготовка осуществляется за счет включения высоких социальных технологий (технологий «зеленого» строительства) в подготовку инженеров-строителей.

Направление взаимодействия производственных организаций с ВУЗами, именуемое «Университетской программой» известно и применяется давно [2]. Примером такого взаимодействия с МГСУ может служить Университетская программа фирмы Кнауф. Интересы производственных организаций в таких программах понятны: в рамках прохождения практических работ при обучении студенты применяют материалам фирмы, используют разработанные фирменные технологии. Тем самым формируются навыки студентов, которые будет удобно применять в дальнейшей их профессиональной строительной деятельности, и,

одновременно, обеспечивать продвижение технологий фирмы на рынке строительных технологий.

Особенностью Университетской программы Совета по экологическому строительству является обеспечение процесса передачи технологий строительных компаний – членов Совета организационно-техническим сопровождением, формирующим у студентов-выпускников ВУЗа навыки экспертизы ответственного применения технологий. Тем самым, Совет по экологическому строительству принимает участие в формировании «эксплуатационной» кооперации (добровольного объединения юридических лиц, организованное по принципу объединения их возможностей для реализации результатов совместно проведенных работ [3]) строительных компаний-членов Совета и строительных ВУЗов.

Основные направления развития Университетской программы Совета по экологическому строительству в России включает в себя следующие аспекты:

1. Открытие учебных лабораторий Совета в ведущих университетах России. Оказание помощи в формировании научно-информационных центров Совета на базе учебных лабораторий.

2. Формирование и развитие сети технических университетов, сотрудничающих с Советом. Организация и координация работ по созданию и внедрению новых технологий в учебный процесс.

3. Использование высокого научного потенциала университетов для разработки информации по продуктам (зеленым стандартам), продвигаемым Советом: (учебники, обзоры, статьи, презентации, справочная литература).

4. Активное участие Совета в широком спектре научно-технических мероприятий, регулярно организуемых в технических университетах (презентации, технические семинары, конференции, симпозиумы, выставки).

5. Разработка и реализация мероприятий по поддержке инициатив университетов по переводу их активности в режим самофинансирования:

- организация курсов по переподготовке специалистов в сфере строительства и архитектуры;

- организация платных курсов для углубленного изучения отдельных программ, рекомендуемых Советом студентами университетов;

- поддержка технических проектов, выполняемых университетами по заказам местной промышленности;

- выполнение проектов по заказам силами университетов;

- проведение сертификации силами университетов;

6. Открытие научно-исследовательских лабораторий Совета с активным привлечением к его работе специалистов университета.

7. Оказание помощи в подготовке кадров высшей квалификации.

На рис.1 приведена инфографическая модель, описывающая взаимодействие участников Университетской программы Совета.

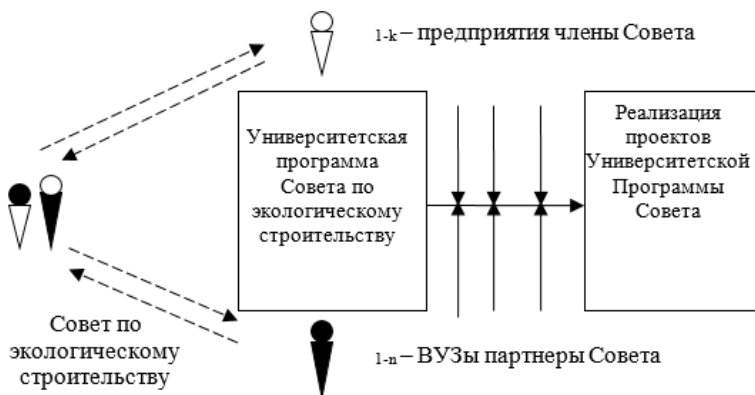


Рисунок 1. Инфографическая модель взаимодействия участников Университетской программы Совета.

Программа составляется на основе:

1. Результаты анализа перспектив применения технологий «зеленого» строительства в России и за рубежом.
2. Результаты анализа направлений продвижения стандартов экологического строительства в России.
3. Результаты определения перспектив применения будущими инженерами-строителями на практических занятиях учебных дисциплин бакалаврских и магистерских программ стандартов «зеленого строительства».
4. Результаты формирования у студентов ВУЗов потребности в мониторинге изменений норм стандартов экологического строительства, а также в производстве работ по созданию новых стандартов для строительной индустрии.

Выводы

1. Университетская программа Совета по экологическому строительству в России определена как новое направление взаимодействия производственных организаций с ВУЗами, организуемое некоммерческой организацией.
2. Разработаны основные направления развития Университетской программы Совета по экологическому строительству в России.
3. Сформирована инфографическая модель взаимодействия участников Университетской программы Совета.

Библиографический список

1. Третий сектор: экономика, формы повышения эффективности и продвижения инициатив сектора в государстве. Учебно-методическое пособие / Сост.: О.В Макаренко, М., ГУУ, 2002. 82с.
2. Мохов, А.И., Горбатенко, Д.Г., Павлов, А.П. Особенности реализации Университетских программ финансово-промышленных групп // Сборник научных

статей «Прикладные проблемы экономики и управления народным хозяйством», под. ред. канд. техн. наук, профессора Бархатова В.Ю., докт. техн. наук, профессора Феоктистова Н.А. и др., Выпуск №1.– М.: НОУ ВПО ИГУПИТ, 2009. – С.311-314.

3. Мохов А.И., Степанова Е.О., Лукашов А.И., Мохова Л.А. Моделирование развития научных исследований в современном вузе на основе комплексотехники. Часть 2 // Умные композиты в строительстве: Том 2 № 4 (2021). –С.7-23.

4. Теличенко В.И., Бенуж А.А., Сухинина Е.А. Межгосударственные "зеленые" стандарты для формирования экологически безопасной среды жизнедеятельности. Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. № 4. С. 438-462.

5. Теличенко В.И., Бенуж А.А., Рудь Н.С., Йейе О.У. Параметры проектирования комфортной среды жизнедеятельности в нормативной документации. Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 5. С. 51-56.

**Секция «Устойчивое развитие систем
водоснабжения и водоотведения»**

«ЗЕЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» В СИСТЕМЕ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Погодин К.А., студент магистратуры 2-го курса 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Алексеев Е.В., д-р. техн. наук, проф.*

В данной статье я буду обращаться к теме очистки сточных вод на заводе железобетонных изделий. Данная тема актуальна, поскольку в сточных водах таких предприятий происходят превышения по таким загрязнителям как: взвешенные вещества и нефтепродукты, что усложняет их очистку.

Для изготовления железобетонных изделий сырьем служат цемент, гранитный щебень, песок и вода.

Рассматривать мы будем завод железобетонных изделий производительностью 200т.

Для определения расчетных расходов сточных вод обратимся к таблице 1. [1]

Таблица 1.

Производство	Единица измерения	Вода из источник	Оборот. и послед. использование	Всего	Безвозвратные потери	Сточные воды
Завод железобетонных изделий	1 м ³ изделия	5,71	0,7	6,41	0,6	5,11

Чтобы разобраться в вопросе очищения сточных вод заводов ЖБ изделий следует ознакомиться с их классификацией. Принято разделять эти сточные воды на загрязненные, данный тип образуется при промывке функционирующего оборудования, а именно пропарочные камеры, бетонопровод, посты формования труб, а также на испытательных стендах и незагрязненные – это воды образующееся при охлаждении оборудования и сварочных агрегатов. Стоит также учесть, что для загрязненных сточных вод завода ЖБ изделий характерно неравномерное сбрасывание (коэффициент часовой неравномерности 1,5-3). Концентрация механических примесей (песок, цемент и другие) колеблется в пределах 3-15 мг/л-[2].

Чаще всего незагрязненные стоками сбрасываются равномерно и зачастую, направляются в систему оборотного водоснабжения с охлаждением. В стоках пропарочных камер и постов формования труб содержатся нефтепродукты концентрацией 50 - 500 мг/л.

Вода, используемая в процессе изготовления и твердения бетона, должна иметь рН не менее 4; содержание хлоридов в ней не должно превышать 5000 мг/л и сульфатов (сернистый кальций, натрий или магний) — 2700 мг/л.

Общий объем стоков производства разделяется согласно производственным цехам, где КЗ- объем производства завода железобетонных изделий – 200т в сутки, КЗ.1- цех основного производства, КЗ.2-бетоносмесительный цех, КЗ.3-арматурный цех, КЗ.4 - цех пропарочных камер.

На основании анализа показателей общего потока сточных вод предприятия были проведены следующие выводы.

-Отношение показателей БПК/ХПК=0,75, что позволяет применить процесс биохимической очистки воды в одну степень.

-Показатели взвешенных веществ и нефтепродуктов технологически увязываются с процессом флотационной очистки воды.

-Лимитирующими показателями являются взвешенные вещества и нефтепродукты

На этапе предпроектных изысканий стало понятно, что основными загрязнителями, которые будут подвержены удалению из сточных вод являются: взвешенные вещества, нефтепродукты.

На основании данных составим предварительную схему формирования потоков сточных вод, которая представлена на рис. 1.

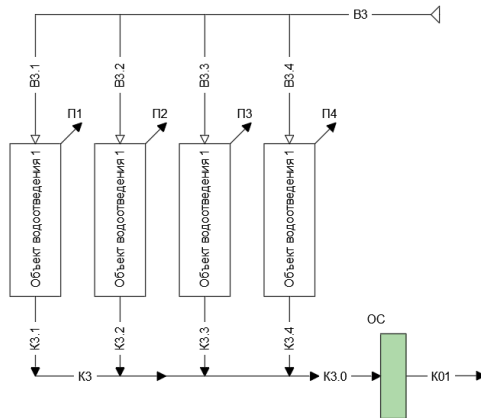


Рисунок 1. Схема формирования сточных вод завода ЖБ изделий

При условии объединения локальных потоков перед поступлением в ЛОС не имеет смысла, поскольку повысится расход сточных вод на локальные сооружения, что приведет к усложнению очистки воды.

В целях оптимизации схемы очистки сточных вод было принято решение предусмотреть локальные очистные сооружения на каждом потоке

перед их объединением в единый поток, что позволило бы сократить расход сточных вод.

Наиболее подходящим способом механической очистки является флотационная установка. А для более глубокой очистки в данном ЛОС в флотационной установке применяются реагенты. Этот способ позволит сократить нагрузку, а также достичь требуемого качества воды для сброса в общегородской коллектор.

Также мне хотелось бы разобрать другие способы решения данного вопроса для того, чтобы найти наиболее экологически чистый и безотходный вариант для очистки от загрязнений.

Целями экологически чистых технологий очистки воды и сточных вод являются:

- (1) сокращение и экономия использования воды и связанных с ней не возобновляемых источников энергии;
- (2) предотвращать совместное загрязнение и нецелевое использование воды и других природных ресурсов;
- (3) для защиты биоразнообразия, среды обитания и экосистем и
- (4) для обеспечения того, чтобы будущие поколения могли удовлетворять свои собственные потребности.

Принимая во внимание текущую озабоченность общественности по вопросам окружающей среды, последующее использование токсичных реагентов и реагентов возросло до такой степени, что они стали неустойчивыми для продолжения без экологически чистой перспективы

Мне удалось найти несколько зеленых технологий, касательно этого вопроса.

Нефотохимические продвинутые процессы окисления

Существует несколько хорошо известных способов генерации гидроксильных радикалов без использования световой энергии -[3].

Это озонирование, окисление реагентов Фентона и электрохимическое окисление.

Озонирование

Озон и передовые процессы окисления на основе озона являются мощными, экологически чистыми технологиями, способные разлагать различные органические загрязнители. Озонирование-это метод, который широко предпочтителен для удаления окрашенных веществ, так как хромофорные группы с конъюгированными двойными связями, которые отвечают за цвет, могут быть легко разорваны с помощью озона, прямо или косвенно образуя более мелкие молекулы. Процесс озонирования осуществляется в три этапа:

- 1) Образование озона
- 2) Растворение озона в сточных водах
- 3) Окисление органических веществ

Окисление реагента Фентона

Окисление реагента окислитель, перекись водорода и ионы железа в качестве катализатора и кислота в качестве оптимального показателя pH. Этот определенная смесь реагентов называется реагентом Фентона. Основные преимущества окисления реагента Фентона по сравнению с другими УПО отличаются простотой, отсутствием токсичных веществ и экономичностью источник гидроксильных радикалов, который он предлагает, так как химические вещества всегда доступны по умеренной цене и там нет необходимости в специальном оборудовании.

Электрохимическое окисление

Электрохимическое окисление-это еще один метод, который относится к передовым методам окисления. Метод электрохимической идентификации оксидов считается экологически чистой технологией.

Одним из преимуществ метода является то, что на поверхности электродов производятся и потребляются только электроны-[4].

Также следует заметить, что набирают популярность и внедряются такие методы очистки и доочистки сточных вод с использованием мембранных и адсорбционных и электрохимических процессов. Но данные технологии требуют экономических затрат из-за сложности их применения. Связи с этим ведется разработка новых решений такие как, электрофлотация. Данный способ является эффективным. Суть этой технологии заключается в том, что пузырьки газов, поднимаясь вверх, сталкиваются с взвешенными и коллоидными частицами с образованием флотокомплексов, которые всплывают на поверхность жидкости, образуя устойчивый пенный слой, называемый флотоконцентрат. Сюда же выносятся отдельные растворимые примеси, адсорбирующиеся на частицах дисперсной фазы. Поскольку, происходит протекание электродных процессов это дает возможность частичной минерализации минерализация растворимых органических примесей.

Для очищения нефтепродуктов можно также рассматривать такие технологии как детоксикация и утилизация нефтепродуктов с помощью электромагнитных полей. Использование электромагнитных фильтров позволяет произвести полную очистку от загрязнителей, которые будут осаждаться в виде мелкодисперсного шлама на магнитных телах.

Использование данного вида развивающегося способа очистки может быть использовано в противовес набирающим популярность биофильтрам, которые, обладают рядом неприятных недостатков, такие как, невозможность утилизации компонентов, громоздкое оборудование и необходимость в ряде случаев дополнительной до очистки-[5].

В данной статье были рассмотрены различные способы очистки и доочистки сточных вод с применением зеленых технологий, а также передовых способ очистки воды от нефтепродуктов и взвешенных веществ.

Библиографический список

1. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности / СЭВ, ВНИИ, ВОДГЕО Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1978. — 590 с.
2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий/Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин и др.; Под общ. ред. В. Н. Самохина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1981. — 639 с.
3. Seyyedeh C.A., Alireza Pendashteh Green Technologies for Wastewater Treatment выступление: Вторая международная конференция по новым исследованиям в области химии и химической инженерии
4. Mhendi, A., Oturan, M.A., Oturan, N., Abdelhedi, R., Ammar, S. (2013). Electrochemical advanced oxidation of 2-chlorobenzoic acid using BDD or Pt anode and carbon felt cathode, Journal of Electroanalytical Chemistry, 709, 111-117 с.
5. Гуславский А.И., Канарская З.А. Перспективные технологии очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов; Научная статья по специальности «Экологические биотехнологии», 9 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПУТЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАЗРУШЕНИЯ И ПРОТАСКИВАНИЯ В ОСВОБОДИВШЕЕСЯ ПРОСТРАНСТВО НОВЫХ ТРУБ

*Бородуля Д.В., студент 2-го курса 4 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Орлов В.А., проф., д.т.н.*

Подземные коммуникации многих городов по всему миру существуют уже более века. Значительная часть из этих систем функционирует намного дольше, чем их установленный срок службы и требует ремонта. Наиболее распространенные проблемы включают коррозию и износ материалов труб, разрушение или утечку через соединения, а также снижение расхода вследствие минеральных отложений и скоплений мусора внутри трубы. Следствием этих проблем является инфильтрация грунтовых вод внутрь трубопровода, закупорка труб, а также переполнение канализационных систем. В системах водоснабжения это приводит к снижению расхода и давления, постоянным утечкам, разрывам труб и плохому качеству воды. А если говорить о системах газоснабжения, то необнаруженная утечка может привести к возможности взрыва. Также все усугубляется значительным негативным влиянием открытых ремонтных работ на деятельность района города, обслуживаемого данным трубопроводом [1].

Разрушение ветхого трубопровода на сегодняшний день представляет собой хорошо зарекомендовавший себя метод бестраншейной реконструкции. Он является экономически целесообразной альтернативой классическому открытому способу замены труб.

Рассматриваемый метод определяется как способ бестраншейной замены, в котором существующая труба разрушается посредством внутренней механически приложенной силы, рождаемой специальным

разрывным инструментом (рисунок 1). Одновременно вместо существующей трубы протягивается новая того же или большего диаметра. Задний конец разрывного инструмента (головки) соединен с новой трубой, а передний конец соединен с тягвым тросом или стержнем. Новую трубу и разрывную головку запускают через стартовую яму, а трос или стержень вытягивают из приемной ямы. Энергия, необходимая для разрушения существующей трубы, поступает от мощного вытяжного устройства (лебедки) и гидравлической или пневматической энергии разрушающей головки в зависимости от конструкции разрушающей системы. Эта энергия (или мощность) преобразуется в радиально направленную силу, разрушающую существующую трубу и временно расширяющую диаметр образуемой полости. Разрывная головка протягивается сквозь обломки трубы, создавая временную полость и вытягивая за собой новую трубу из вставной ямы.

Передняя или носовая часть разрывной головки часто выполняется меньше по диаметру, чем существующая труба, в целях поддержания ровной оси движения и обеспечения равномерного разрушения. Основание разрывной головки больше, чем внутренний диаметр существующей трубы для ее разрушения. Оно также немного больше и наружного диаметра новой протягиваемой трубы, что уменьшает трение на новой трубе и обеспечивает пространство для маневрирования. Разрывная головка может быть снабжена дополнительными устройствами для повышения эффективности процесса разрушения [2].

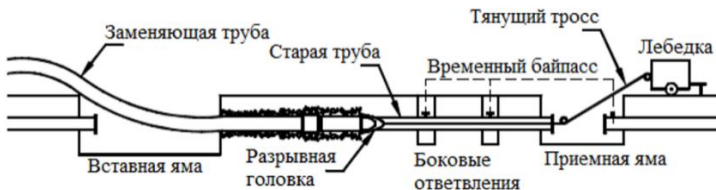


Рисунок 1. Типовая схема работы при разрушении трубопровода

Существуют следующие методы разрушения трубопровода.

Разрушение труб с использованием пневматического, гидравлического или статического способа является наиболее широко используемым методом, различие которых основано на типе используемой разрушающей головки (рисунок 2). Пневматическая головка для разрушения старой трубы использует пневматический молот, создающий 180-580 ударов/мин и «забивающий» головку внутрь полости трубы. Гидравлическая головка последовательно расширяется и сжимается по мере продвижения внутри трубы, тем самым разрушая ее. При использовании пневматической или гидравлической головки необходимо наличие небольшого вытяжного устройства (лебедки и троса), которое направляет головку, а также поддерживает ее постоянно прижатой к разрушаемой трубе. Статическая

головка не имеет подвижных внутренних частей. Головка просто протягивается через трубу мощным тяговым устройством, соединенным с ней буровой штангой или крепкой якорной цепью.

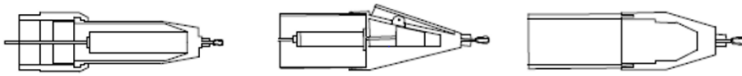


Рисунок 2. Пневматическая, гидравлическая и статическая разрушающая головка

Дробление трубы (pipe implosion) представляет собой метод, использующий инструмент, который дробит существующую трубу, направляя осколки вовнутрь, затем выдавливает их наружу и втягивает новую трубу для замены старой (рисунок 3).

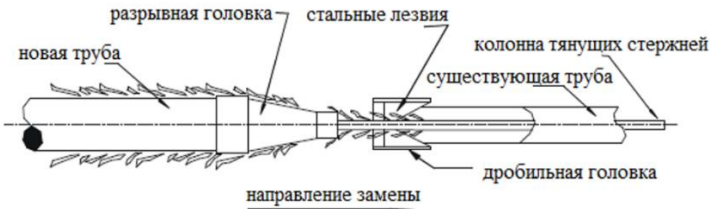


Рисунок 3. Общий вид дробящей головки (система IMPIPE)

Разрезание трубы (pipe splitting) относится к методу, который подразумевает продольное разрезание существующей трубы на части, ее раскрытие и втягивание внутрь новой для замены старой. Способ разрезания используется для труб, которые не являются ломкими, таких как стальные и чугунные (рисунок 4).

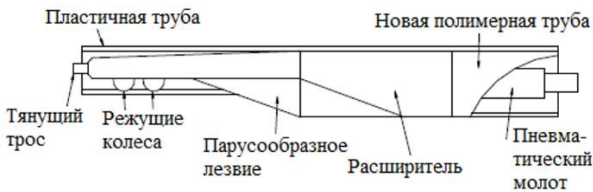


Рисунок 4. Система разделения труб и вид сечения системы разделения труб (ConSplit)

Метод обратной протяжки (pipe reaming) представляет собой метод, использующий специально процесс разрушения, реализованный в методе горизонтального направленного бурения, и включающий разрушение существующей трубы на фрагменты и их удаление с помощью бурового раствора, а не вдавливание в грунт, а также протягивание новой трубы взамен старой (рисунок 5).

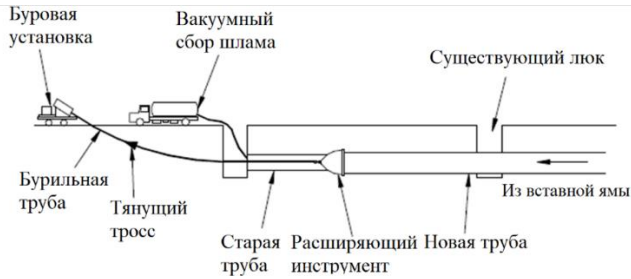


Рисунок 5. Схема восстановления трубопровода методом обратной протяжки

«Съедание» трубы (pipe eating) является методом, использующим специально разработанную вариацию машины для микротоннелирования, которая размалывает старую трубу на фрагменты и удаляет их, а не вытесняет, и вытягивает новую трубу в освободившееся пространство.

Вытеснение или извлечение трубы представляют собой методы, которые подразумевают удаление существующей трубы из земли целиком, толкая или вытягивая ее к приемному колодцу, где она разбивается и удаляется по мере выхода из грунта, а также параллельную установку новой трубы (рисунок 6).

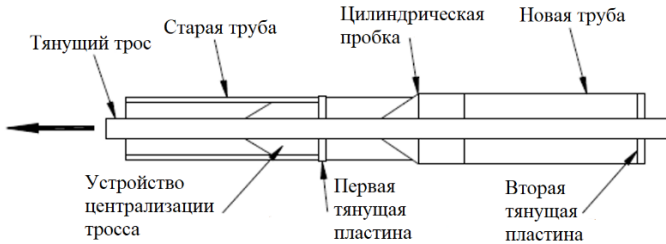


Рисунок 6. Общий вид инструментального узла, используемого в методе извлечения трубы

Система «CLG» (Controlled Line and Grade) относится к методу замены труб с возможностью коррекции проседаний, неровностей или нарушений стыковок в существующих трубопроводах. Система является новой на бестраншейном рынке и не имеет большого опыта применения на практике (рисунок 7).

При использовании этой технологии внутрь существующей трубы по всей ее длине протягивается колонна из коротких стальных стержней, соединенных между собой. После этого колонну выравнивают по нужной линии и уклону и закрепляют с натяжением по обе стороны восстанавливаемого участка трубопровода. Затем внутрь трубы закачивают легкую цементную суспензию, которая заполняет всю ее внутреннюю полость, а также любые открытые пустоты за ее пределами. После отверждения раствора к одному концу колонны прикрепляют разрывную

головку с заменяющей трубой и протаскивают ее по всей длине трубы с одновременной установкой новой. Для уменьшения тягового усилия, необходимого для выполнения операции, может подаваться бентонитовая смазка (глиняный раствор).

По мере продвижения разрывной головки она сталкивается с одинаковым сопротивлением от цемента, существующей трубы или грунта во всех точках ее поверхности и окружности. Благодаря этому разрывная головка не так явно отклоняется от своего пути и в меньшей степени подвержена проседанию, смещению и волнистости в старом трубопроводе.

Описанный способ модифицируют при следующих условиях:

-при замене труб с увеличением вместо разрывной головки используется буровой инструмент;

-если существующая труба отклонена до такой степени, что прямолинейная ось через трубу частично лежит вне трубы, со стандартными стержнями соединяются специальные стержни, снабженные режущими кромками по их длине. При сильном искривлении трубы натянутые стержни касаются одной из ее стенок и, вращаясь, прорезают ее, а также окружающий грунт до тех пор, пока колонна не будет выровнена по требуемой линии и отметке [3,4,5].

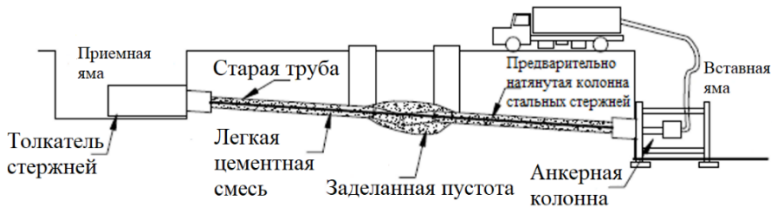


Рисунок 7. Схема восстановления трубопровода с использованием метода «CLG»

Библиографический список

1. Mohanraj, Manoj, "Developed Pipe Bursting Specifications Using High Density Poly Ethylene (HDPE)" (2015). Master of Technology Management Plan II Graduate Projects. 15 [Электронный ресурс]. URL: https://scholarworks.bgsu.edu/ms_tech_mgmt/15 (дата обращения 24.11.2021);
2. The International Pipe Bursting Association (IPBA). Guideline for Pipe Bursting [Электронный ресурс]. Owings Mills, 2012. 1 файл PDF;
3. U.S. Army Corp. of Engineers. Engineering and Research Development Center (ERDC) "Guidelines for Pipe Bursting" TTC Technical Report #2001.02 Jadranka Simicevic and Raymond L. Sterling [Электронный ресурс]. Vicksburg, March 2001. 1 файл PDF;
4. Atalah, A. (1998). The Effect of Pipe Bursting on Nearby Utilities, Pavements and Structures. Ruston, LA: Trenchless Technology Center [Электронный ресурс]. URL: <https://digitalcommons.latech.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1749&context=dissertation> (дата обращения 28.11.2021);
5. Atalah, A. (2006). The Safe Distance between Large-Diameter Rock Pipe Bursting and Nearby Buildings and Buried Structures. ASCE Journal of Transportation

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА СТОЯКАХ И ПОДВОДКАХ В ЗДАНИЯХ С ПОМОЩЬЮ БЕСТРАНШЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Климов Д.Н., студент 2-го курса 5 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Орлов В.А., проф., д.т.н.*

Предметом исследования является бестраншейная технология санации трубопроводов на стояках и подводках в зданиях «Brawoliner». Данная технология позволяет использовать для восстановления внутридомовых и придомовых систем водоотведения гибких полимерных рукавов [1]. Необходимо отметить, что при использовании данной технологии реконструкции трубопроводов достигается наилучшее соотношение цены с качеством выполнения работ. На рисунке 1 в качестве примера представлен фрагмент восстановленного полимерным рукавом (чулком) отводящего трубопровода в здании.



Рисунок 1. Образец покрытия внутренней поверхности трубопровода полимерным рукавом BRAWOLINER

Необходимо отметить, что внутренняя канализация представляет собой сложную систему трубопроводов и устройств в границах внешнего контура зданий и сооружений [2]. При использовании для ремонтно-восстановительных работ технологии «Brawoliner» исключается необходимость в разломах существующего фундамента, стен, порчи имущества. Также нет необходимости в трудоемкой прокладке труб.

Ниже в определенном порядке представлены основные положения по всему спектру применения полимерных рукавов по технологии «Brawoliner».

1. Область применения, процесс и преимущества реконструкции по технологии «Brawoliner».

Область применения:

- технология «Brawoliner» представляет собой бестраншейную (закрытую) реконструкцию трубопроводов и стояков канализационной системы для отвода ливневых и хозяйственных вод внутри зданий;
- технология применяется для диаметров труб от 50 до 225 мм;
- на отрезке трубопровода могут быть несколько колен;
- на отрезке могут быть до двух изменений в диаметре;
- реконструкция производится через смотровые колодцы.

В ходе санации гибкая текстильная рукавная ткань сначала должна пропитаться смолами, далее чулок протягивается в трубопровод сжатым воздухом. Этот материал отвердевает при температуре наружного воздуха. Для более быстрой полимеризации пропитанную смолами ткань можно подогреть с помощью воды или пара. В конечном итоге, получается новая водонепроницаемая труба внутри старой [3].

Преимущества системы «Brawoliner»:

- небольшие сроки без выполнения земляных работ и шума;
- отсутствие разрушений ограждающих конструкций;
- меньшие расходы по сравнению с традиционным методом;
- на трубопроводе может быть несколько колен и два изменения диаметра;
- срок службы минимум 50 лет;
- эффективная защита от проникновения корней деревьев и кустарников [4].

2. Актуальность ремонтных работ по технологии «Brawoliner»

Технология нашла широкое применение в ряде европейских стран. Например, в Финляндии в 2009 году при реконструкции внутридомовой системы водоотведения впервые были применены гибкие полимерные рукава. Таким образом, технология, используемая при реконструкции подземных трубопроводов, была приспособлена и применена для санации внутридомовой канализационной системы.

За 2017 год в Финляндии на выполненные работы по реконструкции стояков и подводок во внутренней системе канализации с применением полимерных рукавов по технологии «Brawoliner» было затрачено 100 миллионов евро.

3. Стоимость и планирование работ

Расчет стоимости и планирование работ протекает по стандартному методу. Планы внутридомовой системы канализации, как правило, являются основой для планирования и расчета стоимости работ. Обычно эти планы довольно часто не совпадают с реальным положением дел. Отказ от полного обследования увеличивает эффективность работ в связи с тем, что инспекция и так проходит перед мероприятиями и, соответственно, данный подход исключает повторение работ.

На составление плана и конечную стоимость работ влияют несколько важных параметров, таких как количество этажей и квартир в доме, сама система, т.е. наличие определенного количества и местоположения стояков, отводов, длина и конструктив системы, трудозатраты на рабочих, удаленность объекта от базы, специфика проведенных ранее санитарно-технических работ по монтажу отдельных элементов канализации.

4. Процесс производства работ

Работа начинается с подготовительного этапа, в результате чего на объект завозят оборудование, заранее подготовленные материалы для работ [5]. Чтобы избежать претензий от собственников жилья после мероприятий, рабочие фотографируют все найденные видимые повреждения, что были до их прибытия. Для удобства монтажа нужно демонтировать сантехнические приборы.

Следующий этап заключается в предварительной очистке и последующей диагностике (теледиагностике) канализационной системы. В зависимости от материала исходных трубопроводов могут применяться различные виды очистки. Например, трубопроводы из чугуна очищаются с использованием так называемых цепочных каруселей и дальнейшей подачей воды под большим давлением. Более щадящие методы могут применяться для труб из полимерных материалов. Также перед очисткой нужно перекрыть канализационную систему, проходящую через подвал здания или сооружения. Это делается для того, чтобы предотвратить засор системы водоотведения, примыкающей к зданию. Рабочие готовят специальные временные емкости, чтобы отвести туда оставшиеся сточные воды.

Мероприятий по диагностике трубопроводной системы проводятся специальными телевизионными роботами, управляемыми извне (за пределами зданий и сооружений). В результате получают сведения о действительном состоянии конструктива и габаритах канализационной системы, т.е. диаметрах, длинах, наличия отводов и примыканий.

Последующий этап состоит в санации и раскрытии примыканий и отводов. Реконструкцию, как правило, нужно проводить, начиная со стояков системы водоотведения. Рабочие инверсируют полимерный рукав в систему с помощью нагнетаемого воздуха сверху вниз. Далее рабочими производится раскрытие отводов и примыканий системы. Первым в этом деле используют специальный режущий агрегат под названием Vortex Cutter, который прорезает отверстие в рукаве. Далее на тот же гибкий вал, только уже взамен резака, монтируют шлифовальную насадку, с помощью которой отверстие раскрывается до нужных размеров. В конце рабочие проводят рукава в подводки к стоякам.

Чтобы получить надежное соединение двух рукавов, используют два принципа:

- соединение внахлест (рисунок 2);
- использование специальных манжет (рисунок 3).

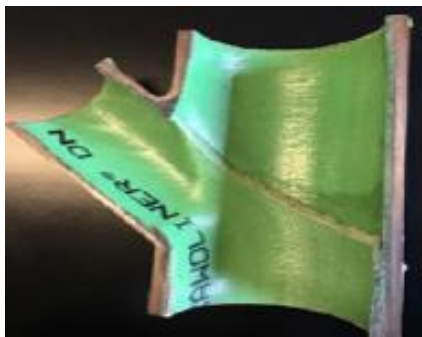


Рисунок 2. Устройство примыканий и отводов с соединением рукавов внахлест



Рисунок 3. Устройство примыканий и отводов с использованием манжет

По завершении санации трубопроводов проходит наведение порядка в помещениях и установка сантехники.

Реконструкция придомовой системы канализации проходит по такому же принципу, как и санация внутридомовой системы. Только данное мероприятие является менее сложным и затратным по времени. Соответственно дворовую канализацию можно санировать во время проведения работ внутри здания.

Последний этап заключается в сдаче и контроле качества работ. При этом заказчик проверяет акты результатов ТВ-инспекции, выполненной исполнителем.

5. Применение технологии на объектах реновации

Одна из финских компаний под названием Picote Service Oy Ltd. в 2017 году выполнила санацию системы водоотведения нескольких зданий по технологии «Brawoliner» в Пилайисто 1950–1960 года постройки. В жилых зданиях применялись ПВХ-трубы. При реконструкции использовали 1700 м материала Brawoliner. Реконструкция 42 квартир была произведена за две недели чистого рабочего времени. Отключали систему водоснабжения и

водоотведения в квартирах только на время производства работ в согласованное время.

В настоящее время только одна российская фирма под названием «Три-С» занимается в России реконструкцией систем водоотведения по технологии «Brawoliner». «Три-С» имеют квалифицированный персонал и весь комплект необходимых материалов для качественного исполнения данных работ [6].

Заключение

Технология Brawoliner удобна и уместна в современных условиях, так как позволяет проводить ремонтные работы без демонтажа и последующего восстановления трубопроводов систем водоотведения, что облегчает и удешевляет данный процесс. На настоящий момент времени данная технология при высококачественном выполнении всего комплекса работ является единственной, которая позволяет проводить санацию ветхих трубопроводов системы домовой канализации при углах поворота трубопроводов до 90 градусов без дефектов в виде образования деформаций и складок рукавов на внутренней поверхности труб.

Библиографический список

1. Захаров Ю.С., Орлов В.А. Восстановление водоотводящих сетей полимерными рукавами.-М.: ООО «РУСАЙНС». 2017. 107 с.
2. СП 30.13330.2020 «СНИП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация»
3. BRAWOLINER [электронный ресурс] URL: <https://www.brawosystems.com/> (дата обращения 30.10.2021).
4. Ремонт системы канализации без демонтажа труб [электронный ресурс] URL: <http://nes.su/brawoliner/>
5. Степанов М. А., Захаров Ю. С. Санация внутридомовой канализации с использованием гибких полимерных рукавов BRAWOLINER // Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. 29-32 с.
6. Инвестиционная Строительная Компания «Три-С» [электронный ресурс] URL: <https://3s-russia.ru/> (дата обращения 31.10.2021)

ОЧИСТКА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

*Тачкина И.В., студентка магистратуры 2-го курса 4 группы ИИЭСМ
Говорова А.О., студентка 2-го курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.*

Поверхностные водоисточники Северо-Западного региона РФ характеризуются малой мутностью, наличием в воде большого количества труднорастворимой органики и гумусовых веществ. Цветность воды варьирует в широком диапазоне и достигает 300 град. ПКШ, химическое потребление кислорода составляет до 30 мг/л, водородный показатель - 5,0-

8,5, в воде нередко встречается железо преимущественно в комплексной форме в количествах, превышающих 5 ПДК.

Использование классической технологии очистки воды такого качества реагентным отстаиванием и фильтрованием не всегда позволяет получить воду питьевого качества, соответствующую требованиям [1]. Гумусовые вещества, обуславливающие цветность в воде, вступают в реакцию и образуют химические соединения с металлами, такими как железо, алюминий и медь. При взаимодействии вещества образуют коллоидный раствор, имеющий неустойчивую структуру. В процессе коагуляции нейтрализуются коллоидные частицы гумусовых веществ и достигается эффект обесцвечивания и осветления природных вод. Однако, из-за низких температур обрабатываемой воды (около 1°C), подвижность коллоидных частиц низкая, что влечет за собой замедление процесса коагуляции примерно в 1,5 раза [2]. Чтобы ускорить процесс коагуляции, используют более современные аппараты для смешения реагентов, современные коагулянты, окислители, включают в технологическую схему альтернативные методы очистки.

Одним из альтернативных способов коагуляции является использование озонирование, осветление воды фильтрованием через активированный алюмосиликатный сорбент. Активатором являются соединения магния [3]. Метод очистки электрокоагуляцией можно использовать на сооружениях малой производительности (до 50 м³/ч) и др. Все вышеперечисленные методы обработки имеют высокую стоимость, требуют строгого соблюдения технологического и гидравлического режимов и высококвалифицированного персонала.

Одним из перспективных методов обработки высокоцветных вод, содержащих трудноокисляемые органические вещества, является биологический метод, который наиболее рационально использовать на предварительной стадии с целью снижения начальных концентраций органических загрязнений и гидравлической нагрузки на водопроводные очистные сооружения.

Биологическая предочистка природных вод может осуществляться в наливных водоемах, береговых и русловых устройствах с носителями иммобилизованной микрофлоры, микрофильтрах с различной загрузкой.

Находит применение метод биологической очистки от органических и минеральных примесей с использованием высших водных растений, который за счет чередования зон растений обеспечивает избирательное поглощение загрязняющих веществ.

Очистка воды на медленных фильтрах (рис. 1) является безреагентной технологией и заключается в процеживании загрязнений через фильтрующую загрузку. При фильтровании в верхнем слое загрузки образуются бактерии, которые в процессе жизнедеятельности образуют с зернами песка студенистую массу, являющейся отличным сорбентом.

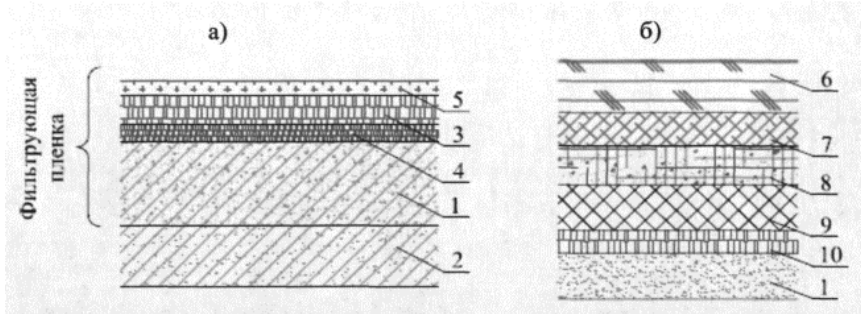


Рисунок 1. Фильтрующая пленка медленного фильтра: а – с песчаной загрузкой, б – с песчано-глинопеллитовой загрузкой, 1 – песчано-грязевая часть, 2 – слой проникновения взвеси, 3, 4, 5 – соответственно рыхлая, уплотненная и видимая часть биопленки, 6 – поверхностный слой из нитчатых водорослей, 7 – поверхностная биопленка, 8, 10 – первичная и вторичная биопленка, 9 – глинопеллитовый слой [4]

Исследованиям процессов биологической очистки посвящен ряд работ, выполненных д.т.н. Глобой Л.И. и Гвоздяком П.И. Введение в водоток насадки из волокнистого материала и формирование на ней микробиоценозов позволяло уменьшить концентрацию органических веществ и существенно увеличить самоочищающую способность воды [5].

В НИИ ВОДГЕО была разработаны сооружения – биосорберы и на их основе технология очистки природной воды. Окисление растворенных в воде органических загрязнений происходит в аэробных и анаэробных условиях микроорганизмами, иммобилизованными на поверхности псевдооживленного слоя активированного угля, а удаление взвешенных веществ и доокисление органических веществ - в плотном слое угля [6].

Применение биологической схемы очистки природных вод позволило создать регулируемую биологическую систему, которая проводит обесцвечивание воды за счет работы гидробионтов в специальных условиях. Установка биореактора в водозаборном узле изображена на рис. 2 [7].

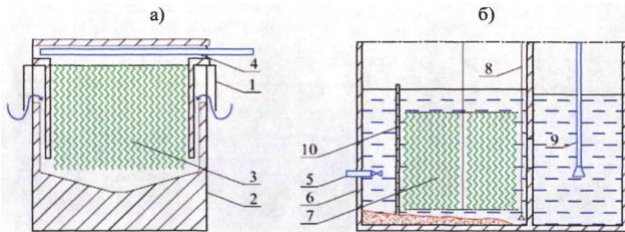


Рисунок 2. Установка биореактора в водозаборном узле: а – в русловом

оголовке, б – в водоприемном колодце: 1 – козырек, 2 – оголовок, 3 – загрузка, 4, 5 и 9 – соответственно отводящий, подающий всасывающий трубопровод, 6 – водоприемный колодец, 7 – каркас, 8 – гидрозлеватор, 10 – перегородка.

В процессе очистки воды с использованием биореактора происходит пространственная сукцессия микроорганизмов и деление цепи организмов, постоянно обитающих в водной среде. Использование биореактора позволяет снизить показатели цветности на 5-10 град.

Более перспективные результаты можно наблюдать при использовании биореакторов с фильтрами с плавающей загрузкой, контактными осветлителями. Процесс очистки воды в биореакторе позволяет снизить цветность с 46 - 54 до 44 - 52 град, концентрация кислорода уменьшилась с 8 - 9,2 до 6,4 - 7,8 мг/л. Очистка воды в фильтре с плавающей загрузкой снижает цветность до 18 - 20 град, а перманганатную окисляемость до 4,8 - 5 мг/л.

Таким образом, применение биологических методов для обесцвечивания природных вод, содержащих трудноудаляемые органические вещества позволяет повысить эффективность реагентных технологий на сооружениях большой производительности, а также выступать как автономное сооружение на небольших объектах.

Библиографический список

1. СанПин 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М.: АО Кодекс, 2021. 1143 с.
2. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. М.: Науч. изд., 2005. - 576 с.
3. Петров Е.Г. Технология обесцвечивания природных вод фильтрованием через алюмосиликатный адсорбент, активированный соединениями магния. С-Пб., 1996. - 52 с.
4. Коряйкина, А.В., Аюкаев Р.И. Применение биотехнологий для очистки высокоцветных природных вод из поверхностных источников в условиях Севера // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2010 – № 1. – С. 245–25.
5. Гвоздяк П.И., Глоба Л.И. Научное обоснование, разработка и внедрение в практику новых биотехнологий очистки воды // Химия и технология воды. - 1998. - т.20, N 1. - С. 61-69.
6. Пушкинов М. Ю. Влияние температуры и гидравлического режима на эффективность очистки природных вод на биосорбере // Водоснабжение и санитарная техника. 2000. № 5. С 34–39.
7. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. В 3-х томах. Т.2. Очистка и кондиционирование природных вод. - изд. 3-е, перераб. и доп.: Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 552 с.

ТЕХНОЛОГИИ СБЕРЕЖЕНИЯ ВОДЫ В ГРАДИРНЯХ

*Лесных В.А., студент магистратуры 2-го курса 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Чижик К.И., доц., к.т.н.*

Градири представляют собой устройства для охлаждения большого количества воды направленным потоком атмосферного воздуха. В настоящее время градирни большой производительности применяются в системах оборотного водоснабжения для охлаждения крупных промышленных теплообменных аппаратов. В гражданском строительстве градирни получили широкое распространение в коммерческой недвижимости в качестве сооружений для охлаждения конденсаторов холодильных установок, при кондиционировании воздуха, охлаждении аварийных электрогенераторов. В среднем градирни часто представляют собой наибольшее использование воды в учреждениях и коммерческих целях, составляя от 20 до 50 процентов или более от общего водопотребления объекта [1].

Одной из наиболее серьёзных проблем использования градирен является образование накипи. К основным источникам образования накипи относятся взвешенные вещества, нерастворимые соли кальция и магния, а также микроорганизмы. Вода для подпитки содержит такие нерастворимые вещества как песок, глина, органические соединения и побочные продукты коррозии. Более того, открытые градирни подвергаются воздействию окружающей среды и поэтому накапливают загрязняющие вещества из воздуха.

Нерастворимые соли кальция и магния являются основной причиной образования накипи в системе. Следствием образования солевых отложений является уменьшение поперечного сечения контура охлаждения градирни, что снижает её теплопроводность и затрудняет процесс отдачи тепла окружающей среде. В табл. 1 приведены значения среднего увеличения энергозатрат для различных толщин отложений накипи [2].

Таблица 1. Увеличение энергозатрат градирни при увеличении толщины отложений накипи.

Толщина отложений	Увеличение энергозатрат
Чистый резервуар	0.0%
0.025мм	1.1%
0.15мм	5.5%
0.30мм	11.0%
0.61мм	22.0%
0.91мм	33.0%
1.22мм	44.0%

Ключевым параметром, используемым для оценки работы градирни, является коэффициент концентрирования K (показатель циклов концентрирования), демонстрирующий отношение солесодержания продувочной воды к подпиточной. Его можно вычислять по формулам, учитывающим потери воды или по концентрациям солей 1-2 [3]:

$$K = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{P_2 + P_3} \quad (1)$$

Где P_1 -потери воды на испарение, P_2 -потери воды на капельный унос, P_3 -потери воды на продувку системы.

$$K = \frac{C_{об}}{C_{под}} \quad (2)$$

Где $C_{об}$ -концентрация солей в оборотной воде,

$C_{под}$ -концентрация солей в подпиточной воде

По мере испарения большего количества воды концентрация общего количества растворенных твердых веществ увеличивается. Для эффективного использования воды в системе градирни необходимо максимально увеличить циклы концентрирования, что достигается за счет минимизации требуемого количества продувки, тем самым снижая потребность в подпиточной воде. Степень, в которой циклы могут быть максимизированы, зависит от химического состава воды в градирне и химического состава воды подпиточного водоснабжения. По мере увеличения циклов концентрирования количество ионов металлов, которые остаются в системе, также увеличивается. Если их концентрация становится слишком высокой, то производят удаление части воды с высокой концентрацией ионов методом продувки, совместно с добавлением воды с пониженным содержанием растворённых твёрдых веществ. Тщательный мониторинг и контроль количества продувки обеспечивает значительную возможность экономии воды при работе градирни. Продувку можно проводить как автоматически, так и вручную с использованием периодического метода, при котором инициируется продувка, а подпиточная вода подается в систему в течение заданного времени для снижения концентрации. Жесткость подпиточной воды для испарительной установки должна быть как минимум 30 частиц/млн по $CaCO_3$. При использовании умягчителя подаваемая воды к испарительной установке может быть частично смягчена и смешана с поступающей жесткой водой для обеспечения минимальной жесткости между 30 и 70 частиц/млн по $CaCO_3$. Данные меры позволяют нейтрализовать коррозионные свойства смягчённой воды, уменьшить воздействие катализаторов коррозии на внутреннюю поверхность охлаждающего контура градирни. Увеличение численного значения цикла концентрирования K позволяет значительно увеличить экономию воды в градирне, см. таблицу 2 [4].

Таблица 2. Экономия воды в процентах при увеличении циклов концентрации.

	Новое значение циклов концентрации											
		2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10
Прежнее значение циклов концентрации	1.5	33%	44%	50%	53%	56%	58%	60%	61%	62%	63%	64%
	2.0	-	17%	25%	30%	33%	38%	40%	42%	43%	44%	45%
	2.5	-	-	10%	16%	20%	25%	28%	30%	31%	33%	34%
	3.0	-	-	-	7%	11%	17%	20%	22%	24%	25%	26%
	3.5	-	-	-	-	5%	11%	14%	17%	18%	20%	21%
	4.0	-	-	-	-	-	6%	10%	13%	14%	16%	17%
	5.0	-	-	-	-	-	-	4%	7%	9%	10%	11%
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	3%	5%	6%	7%

Также, как видно из уравнения 1, одним из факторов потерь воды в градирне является капельный унос. Это явление заключается в срывании капель воды с основной поверхности быстрым потоком воздуха. В среднем, такие потери составляют 0,05-0,2% от общих потерь градирни, однако для минимизации капельного уноса на выходе из градирен устанавливают каплеулавитель. Данный тип устройств позволяет уменьшить скорость воздушного потока в несколько раз. При этом, за счет центробежной силы, капли воды в воздушном потоке смещаются ближе пластинам каплеуловителя. В какой-то момент сила тяжести, действующая на поток капель превышает силу воздействия со стороны воздушного потока градирни, и капля начинает падать обратно в градирню.

Помимо этого, тёплая вода, поступающая с градирен в обратную систему, обеспечивает благоприятные условия для развития микроорганизмов, водорослей, плесени и грибов, что снижает эффективность отвода тепла и может уменьшить поперечное сечение потока в трубах. Для борьбы с биологическим обрастанием внутренних стенок проводящего контура градирни используются методы обработки воды медным купоросом, углекислотой или хлором [5]. Токсичная доза медного купороса для микроорганизмов, вызывающих цветение, в среднем равна 0,1 - 0,3 г/м³ в пересчёте на медь. Для предотвращения развития пресноводных

микроорганизмов в охладительных системах требуется добавлять медный купорос в дозировке 0,1-0,3 мг/л, для железобактерий 0,3-0,5 мг/л, серобактерий – до 5 мг/л (в пересчёте на медь). При использовании морской воды концентрацию нужно повышать до 6-12 мг/л. Губительно на микроорганизмы действует свободная углекислота, вводимая в воду в дозах 30-50 мг/л при рекарбонизации ее с целью предотвращения карбонатных отложений. Широкое применение получил метод хлорирования воды. Дозу хлора выбирают таким образом, чтобы в воде, прошедшей через наиболее удаленный от места ввода хлора теплообменный аппарат, концентрация активного хлора в воде в течение 30-40 минут была бы около 1 мг/л. Хлорирование нежелательно для систем, выполненных из нержавеющей стали, т.к. хлорид-ион приводит к образованию коррозии в данных элементах.

Также для минимизации микробного загрязнения используют биоциды. Биоциды по методу воздействия разделяются на окисляющие и неокисляющие. Окисляющие биоциды имеют в своём составе озон, хлор, бром, йод и несколько других органических молекул, которые отдают хлор и/или бром при их растворении. Для озона требуется локальный генератор, который может использовать либо сухой воздух, либо чистый кислород. Неокисляющие соединения включают в себя органические вещества, которые за последние четыре или пять десятилетий были отобраны на основе их эффективности против целевых микробных популяций. Преимущество данного типа биоцидов – безопасность для флоры и фауны сопредельных с градирней территорий [6]. Большинство неокислителей представлены в виде жидкости, которую можно дозировать в контур градирни с помощью насоса, управляемого таймером, благодаря чему биоцид дозируется и вводится в систему охлаждения по графику. Обычно применяется поочерёдная дозировка различными видами неорганических биоцидов, что позволяет избежать распространению популяций микробов, устойчивых к определенному типу биоцида.

Основопологающим требованием к химической и биологической обработке подпиточной воды является то, что химикаты для обработки воды должны быть совместимы с конструкционными материалами, использованными в системе, включая само оборудование испарительного охлаждения. В случае химической обработки воды химикаты должны добавляться в оборотную воду системой автоматической подачи, что нужно для предотвращения неравномерного образования коррозии. Химикаты для обработки воды предпочтительно добавлять в систему охлаждения в нагнетательную линию насоса оборотной воды. Химикаты не следует добавлять в концентрированной форме и не добавлять порциями непосредственно в бассейн холодной воды оборудования испарительного охлаждения.

В общем случае существует два способа проведения обработки вод в градирнях: с оставлением воды в контуре или с её полным сливом. Первый

способ применим в тёплое время года, когда риск замерзания воды минимален. Необходимо слить воду из контура охлаждения, добавить антикоррозийный состав, заполнить водой установку, после чего необходимо запустить водяной насос с целью полного перемешивания воды с антикоррозийным составом. Вариант с полным сливом воды уместен в случаях опасности её замерзания. Последовательность действий следующая – после слива воды из контура требуется убрать отложения осадка и грязь из системы, после чего добавить антикоррозийный состав и заправить контур водой.

Руководствуясь вышеуказанными мерами по химической и механической очистке воды, и управлению циклами в градирне, можно значительно увеличить эффективность использования воды в градирне. Используя методику Texas Water Development Board [4], получим следующую экономию циркуляционной воды при увеличении циклов концентрации для 100 тонной градирни, представленную на рис. 1.

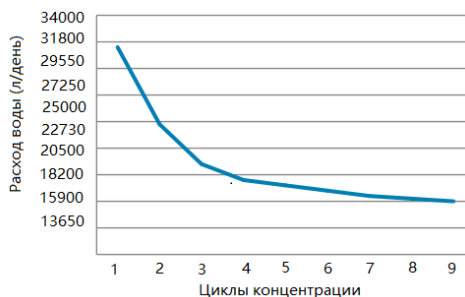


Рисунок 1. График уменьшения расхода при увеличении циклов концентраций в градирне

Для оптимальной эффективности работы градирен необходим комплексный подход по эксплуатации и техническому обслуживанию систем, мониторингу химического состава и расхода воды в градирне, максимизация циклов концентрации в градирне. Поэтому требуется регулярное техническое обслуживание змеевиков воздухоочистителя и охлаждающих контуров градирни, регулярная продувка системы, контроль за образованием накипи и биологических отложений.

Библиографический список

1. Water Sense at Work. Журнал – EPA, 2012. 194 с.
2. Сайт Промышленные фильтры механической очистки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://filter.vladbmt.ru/index.php/2010-01-25-08-36-39/59-bagapplication02.html>, свободный.
3. Пономарёв В.Г., Иоакимис Э.Г., Монгайт И.Л. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов - Учебник. – М.: Химия, 1985. 212 с.
4. Water Conservation Best Practices Guide. Журнал - Texas Water Development Board, 2004. 148 с.

5. Гурвич С.М. Справочник химика-энергетика – Учебник – М.: Энергия, 1972. 106 с.

6. Сайт компании Niba [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://niba.com.ru/news/vodopodgotovka-dlya-gradiren/>, свободный.

МАЛЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

*Спасибо Е.В., студентка магистратуры 1 курса 4 группы
Хохлов П.А., студент 2-го курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гогина Е.С., доц., к.т.н.*

Сейчас достаточно остро стоит вопрос обеспечения малых населенных пунктов системами очистки сточных вод. Потому является необходимым качественный подбор технологии и оборудования, с соответствующими критериями, такими как дешевизна строительства, малые габариты, простота эксплуатации.

По сегодняшний день эффективность существующих технологий на малых очистных сооружениях, с учетом новых требований – острая задача, которая требует своевременного решения. Для выполнения данной задачи были скомпилированы данные по такому виду малых очистных сооружений, как циркуляционный окислительный канал.

Для выполнения всех поставленных задач был выбран для рассмотрения и дальнейшего исследования циркуляционный окислительный канал. Циркуляционные окислительные каналы вновь перспективно применять, так как они функционируют в районах с низкой температурой (до -25 градусов Цельсия). ЦОК представляет собой замкнутый канал чаще овальной формы, прямоугольного или трапиевидного сечения, по которому циркулирует иловая смесь. В самых ранних ЦОК циркуляция и аэрация иловой смеси обеспечивается с помощью горизонтального цилиндрического аэратора. Вода поступает в ЦОК через трубу с решёткой, которая не позволяет особо большим частицам попасть в ЦОК, после чего выходит с другой стороны очистных сооружений. Поперек канала располагаются аэраторы роторного или пузырьчатого типа, которые задают жидкости определенные скорости для движения по замкнутому каналу, сделанному из железобетонных плит, после нескольких суток такого движения вода очищается с помощью определенных водных организмов, которые перерабатывают все мельчайшие загрязнения

ЦОК требуют постоянного технического обслуживания, поскольку в них используются электродвигатели и другие сложные механические агрегаты. Однако недостатками является то, что часть переработанных бактериями загрязнений в виде хлопьевидного ила проскакивает вместе со сбрасываемой водой.

Для улучшения качества воды считаю необходимым устройства дополнительного отстойника на выходе выше названных сооружений, в

связи с тем, что часть ила подвержена минерализованию в процессе разложения водными организмами и будет лишней в чистом водоеме. Также необходимо предусмотреть очистку отстойника от образовавшихся иловых масс. Можно использовать площадку для сушки ила или сбрасывать осадок в специальных устройствах, однако устройство дополнительных отстойников увеличит стоимость строительства и эксплуатации очистных сооружений.

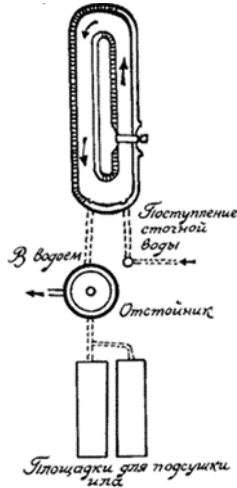


Рисунок 1. Схема ЦОК с вторичным отстойником

Поскольку эффективность ЦОК зависит от объёмных характеристик, то следует сразу рассчитывать очистные сооружения с учетом прироста населения, что в свою очередь уменьшает стоимость очистки воды.

Из всего выше сказанного можно сделать следующие выводы, что ЦОК достаточно экономичен в строительстве и эксплуатации, при этом имеет относительно компактные размеры и при строительстве не больших дополнительных сооружений возможно добиться нормированного качества воды.



Рисунок 2. Модель ЦОК собранная в МГСУ

Так же хотелось бы отметить то что в НИУ МГСУ была собрана практическая модель ЦОК. Работа на установке производилась на модельной жидкости в основе которой лежал пептон с растворенными азото- и фосфоросодержащими солями (1.8 ± 0.75 g/L пептона, 0.05 ± 0.02 g/L NH_4Cl , 0.08 ± 0.03 g/L NaCH_3COO и 0.02 ± 0.008 g/L K_2HPO_4).

Исследуемый ЦОК оборудован мелкопузырчатой аэрацией, которая стоит после вывода воды на вторичный отстойник. Горизонтальное движение потока обеспечивалось погружными мешалками.

В исследуемой практической модели для разделения активного ила и очищенной сточной воды используется встроенный вторичный отстойник, который работает по принципу восходящего потока.

Исследование циркуляционного окислительного канала производилось для изучения эффективности работы в настоящих условиях, с учетом ужесточения норм по сбросу очищенных сточных вод по биогенным элементам.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В., Яколев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. Москва // Изд-во АСВ, 2006. 704 с.
2. Соколов М.П. «Очистка сточных вод» Учебное пособие для студентов обучающихся по специальности 280201.65 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». – КамПИ, 2005, 213 с.
3. Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: Учебное пособие.– Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127
4. Гончарук Е.И., Давиденко А.И., Каминский Я.М., Кигель М.Е., Полищук Ю.С. Малогабаритные очистные сооружения канализации. 1974 256 с.

5. Типовой проект 902-2-255. Станции биологической очистки сточных вод с циркуляционными окислительными каналами производительностью 100-200 м³/сут. Альбом IV.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

*Васина Е.А., студентка магистратуры 2-го курса 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Алексеев С.Е., доц., к.т.н.*

Сбор и утилизация шлама, полученного при очистке сточных вод различного характера и происхождения, в том числе коммунально-бытовых, требует, как правило, больших денежных, человеческих ресурсов, высокотехнологичного оборудования и т.д. В то же время этот шлам представляет собой огромный и практически неиспользуемый источник, который при теоретическом обоснованном подходе может стать основой для выработки электрической и тепловой энергии, а также производства органических и минеральных удобрений. Обработка осадка состоит из следующих этапов: стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, обеззараживание и переработка

Первой ступенью обработки осадка является уплотнение для удаления свободной воды, в среднем на этой стадии удаляется около 60%. Для этого на практике используются гравитационный, флотационный, центробежный, вибрационный и фильтрационный методы, а также их комбинации [1].

Гравитационное сжатие, которое является самым простым и экономичным способом, применяется к избыточному и ферментированному илу. Процесс проводят в вертикальных или радиальных отстойниках в течение 4—24 часов при влажности уплотненного ила 85—97 %. В некоторых случаях процесс влагоотдачи интенсифицируют коагуляцией, перемешиванием и одновременным уплотнением различных видов шлама при нагревании их до 80—90 °С. Уплотнение ила флотацией (преимущественно напорной флотацией) происходит в результате присоединения частиц активного ила к пузырькам воздуха; прилипнув друг к другу, они всплывают на поверхность. Процесс флотации более быстрый, чем гравитационный, и управляемый. Для интенсификации консолидации в схему технологического процесса часто включают стадию кондиционирования осадка. Процедура позволяет осадку лучше отдавать воду после введения в осадок. Кондиционирование проводят как реагентным, так и безреагентным методами. В первом случае суспензию обрабатывают реагентами, обладающими коагулирующими или флокулирующими свойствами, обеспечивающими консолидацию мелких и коллоидных частиц, образование крупных хлопьев и их быстрое осаждение. Менее распространенными методами являются нагревание,

замораживание/оттаивание, электрокоагуляция и рациональное облучение[6]. Они также эффективно способствуют дальнейшему обезвоживанию осадка.

Сегодня одними из распространённых методов являются: обезвоживание с применением вакуум-фильтров, фильтр-прессов, центрифуг и вибропрессов.

Ситуация с внедрением гравитационной технологии Geotube совершенно иная: эта технология позволяет быстро обезвоживать большие объемы отходов, за тот же период времени по сравнению с любым из известных механических методов (рис. 1). Мощность осушительного комплекса всегда соответствует мощности насосного оборудования, при этом выделяемая вода содержит небольшое количество механических взвешенных частиц. Рабочие контейнеры изготовлены из геотекстильного фильтрующего материала высокой прочности. Уникальные характеристики фильтрации и удерживающая способность контейнеров обеспечивают беспрецедентную производительность без значительных капитальных затрат. Вышеупомянутая методика была разработана голландской компанией TenCateGeosynthetics в 1980-х годах.



Рисунок 1. Заполненные геотубы на полигоне «Северный»

Процесс обезвоживания происходит путем подачи обработанного раствором флокулянта шлама в емкость и последующего его фильтрования через фильтрующий материал. Контейнеры устанавливаются на открытых площадках и оборудованы системой отвода фильтрата. После их полного заполнения ил подвергается дополнительному обезвоживанию в естественных условиях либо путем сушки (летом), либо замораживанием

(зимой). Обезвоженный шлам из контейнера подается на утилизацию одним из известных способов (например, газификацией). Контейнеры предназначены только для одноразового использования. Резкое уменьшение площади сооружений, по сравнению с использованием иловых площадок, и возможность многоярусного размещения контейнеров, что минимизирует затраты на дренажную площадку и позволяет разместить на ограниченной площади высокопроизводительный перерабатывающий комплекс

Технология обезвоживания в геотекстильных контейнерах имеет ряд неоспоримых преимуществ:

- Быстрое возведение и сбор объектов;
- Большая сопротивляемость механическому истиранию и к крупным механическим включениям в подаваемой пульпе
- Отсутствие большого количества оборудования; легкий контроль заполнения, удаления и утилизации шлама;
- Относительно малые материальные затраты
- Строеие ткани позволяет быстро проходить воде
- Нет необходимости в закупке дополнительных запчастей и фильтрующей ткани в процессе эксплуатации
- Стоимость обезвоживания в 20-30 % ниже по сравнению с другими методами механического обезвоживания;
- Ни передозировка/недостаток кондиционирующего реагента (флокулянта), ни перебои в подаче пульпы существенно не влияют на конечную эффективность обезвоживания из-за достаточного времени нахождения ила в емкости;
- Быстрая и легкая установка и демонтаж системы
- Планируемая площадка с дополнительной инфраструктурой, Простота и эстетика процесса; нет сложных элементов;
- Непрерывный процесс работы до выхода всей свободной воды и геоконсолидацией осадка
- Отсутствие контакта осадка с воздухом и водой. Не распространяются неприятные запахи.
- Низкое энергопотребление процесса.

К отрицательным моментам использования контейнеров относятся:

- Невозможность повторного использования геотекстильного материала
- Геотекстильные контейнеры возможно захоронить на месте складирования или отвезти ткань за полигон ТБО.

Таблица 1. Сравнение методов обезвоживания

Критерий сравнения	Центрифуги	Фильтр-прессы		Гео- текстильные контейнеры
		ленточные	камерные	
Время простоя	-	-	-	+

Критерий сравнения	Центрифуги	Фильтр-прессы		Гео- текстильные контейнеры	
		ленточные	камерные		
Емкость	-	-	-	-	
Запах	+	-	-	-	
Контроль оператора	-	-	-	+	
Непосредственный контакт с осадком	+	-	-	-	
Опыт применения	+	+	+	-	
Потребление энергии	-	-	-	+ -	
Продолжительность обезвоживания	+	+	+	-	
Размер участка	+	+	+	-	
Сложность системы	-	-	-	+	
Удержание частиц	-	-	-	-	
Шум	-	-	-	+	
Эксплуатационные затраты	-	+	-	+	
Эффективность задержания твердого осадка	-	-	-	-	
ИТОГО:	+	5	4	3	6
	-	9	10	11	9

Примечания: + - положительный эффект; - - отрицательный эффект

На городские очистные сооружения не ограничивается очисткой сточных вод. Важной предпосылкой их эффективной работы является переработка и утилизация шлама, образующегося в процессе очистки. Для мегаполисов механическое обезвоживание осадка нецелесообразно из-за проблем, изложенных выше. Это видно на примере двух полигонов в Санкт-Петербурге общей площадью 118,7 га (Северный и Волхонка - 2), на которых накопилось 4,9 млн.м³ шлама, т.е. они были заполнены до критического предела [2]. В ходе работы по обработке шлама, город отдал предпочтение статическому обезвоживанию ила в геотрубах.

Библиографический список

1. Яковлев С.В., Карелин И.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация / Издание пятое, исправленное и дополненное. Москва: Стройиздат. – 1975, - 663 стр.
2. Кармазинов Ф.В., Пробирский М.Д., Васильев Б.В. Опыт Санкт-Петербургского коммунального предприятия водоснабжения и водоотведения по очистке и обезвреживанию шлама. // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. Т.12. Ч.1. С.13—15.
3. Вайсфельд Б.А., Шеломков А.С., Монгайт Л.И. Восстановление, дренаж и осаждение осадка сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника 1999. № 8. С.21-22
4. Медведев А.С., Стрижко В.С., Рудан О.В. Нейтрализация осадка городских сточных вод // Экология и Промышленность России 2002.

5. Кашковский В.И., Евдокименко В.А., Каменский Д.С., Евдокименко А.Н. Способ обезвоживания осадка сточных вод с использованием элементов техники геотрубки на станции аэрации в Бортничих //Наука и инновации. 2014. Т. 10. № 1. С. 30-40.

6. Долина П.И., Шубин В.Н., Брусницева С.А. Радиационная очистка воды. “Наука”, 1973, стр. 152.

7. Сайт компании КНТП [Электронный ресурс], – Режим доступа <https://www.kntp-project.ru/>, свободный.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Грошихина А.М., студентка магистратуры 2-го курса 4 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Алексеев С.Е., доц., к.т.н.*

Текстильные предприятия являются потребителями больших объемов воды. Производство любого типа ткани состоит из нескольких этапов: переработка сырья, отбеливание и крашение волокон, химическая обработка, отделка и промывка тканей. Помимо этого, значительные объемы воды уходят на охлаждение оборудования. Для каждого из этих процессов необходимо определенное качество воды: приготовление различных химических растворов крашения, отбеливания и отварки требует умягченной воды, для промывки – отсутствие мутности и цветности, солей железа, с общей жесткостью, не превышающей 3,5 мг-экв/л, для охлаждения необходима определенная температура воды [1]. Самым водоемким из всех процессов обработки тканей является красильно-отделочное производство.

При получении 1 т готовой продукции на разных комбинатах образуется от 110 до 400 м³ сточных вод [2]. Однако из-за специфичности многокомпонентности загрязняющих веществ создание унифицированной технологической схемы очистки представляет собой сложную задачу. Исходя из вышесказанного, целесообразно разрабатывать отдельную локальную замкнутую сеть с очистными сооружениями для каждого цеха, во избежание смешивания стоков с разными составами, а также для упрощения возврата воды необходимого качества в технологический процесс. Вода, используемая для охлаждения оборудования, как правило, загрязняется незначительно и для ее повторного использования достаточно ее снова охладить [3].

Состав и концентрация сточных вод текстильного предприятия зависят от типа ткани, типа красителей и применяемых процессов окрашивания волокна. Эти параметры, а также рН и температура, многократно изменяются в ходе обработки ткани. Ежегодно текстильная промышленность использует около 700 тысяч тонн различных красителей [4]. Помимо этого, сточные воды красильно-отделочных предприятий

содержат поверхностно-активные вещества, соли, остатки волокон и другие загрязняющие вещества.

Самым эффективным методом очистки сточных вод текстильного производства от красителей на сегодняшний день считается мембранные технологии. По данным результатов исследований полисульфонамидной (ПА) и ацетатцеллюлозных (АЦ) мембранна ультрафильтрационных установках эффективность очистки поверхностно-активных веществ составила 86,5-92%. Для максимального обесцвечивания рекомендуется использовать данный вид мембран в технологической схеме с предварительным отстаиванием в тонкослойном отстойнике с применением реагентов и фильтрованием на каркасно-засыпных фильтрах. Такая схема глубокой очистки позволяет сократить водопотребление до 72% [2]. Однако, существенными минусами данных мембран являются ограничения использования. АЦ мембраны разрушаются при температуре выше 35°C и подвержены гидролизу при pH выше 8 [5]. У ПА мембран также есть недостаток, а именно чувствительность к воздействиям окислителей, который устраняется путем предварительной подготовительной фильтрации воды от свободного хлора.

Другим перспективным методом очистки отработавших стоков является нанофильтрационная (НФ) мембранная технология. Керамические трубчатые НФ мембраны немецкого и швейцарского производства с активным оксидным слоем в ходе тестов показали высокую эффективность очистки в диапазоне 73-95,5% при сравнительно высоких температурах воды в пределах 50-85 градусов.

Совместное включение в схему систем ультрафильтрации и последующей нанофильтрации позволяет добиться высокого качества сточной воды, которого будет достаточно для использования в самом начале цикла промывки. Технология очистки сточных вод цеха крашения с использованием мембранной фильтрации, электрофлотации, обратного осмоса, а также обезвоживанием шлама представлена на рис. 1.

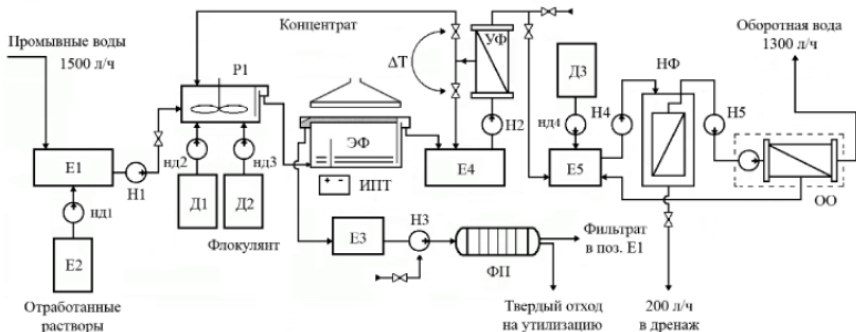


Рисунок 1. Технологическая схема очистки сточных вод от красителей.

Е1- Е5 – накопительные емкости; Н1-Н4 - насосы; Д1-Д3 – установки приготовления хим. реагентов; НД1-НД4 – дозаторы; Р1-реактор; ЭФ-электрофлотатор; ИПГ - источник питания электрофлотатора; УФ - установка ультрафильтрации; НФ-установка нанофильтрации под вакуумом; ОО-обратноосмотические мембранные установки; ФП- камерный пресс-фильтр.

При использовании такой схемы очистки можно выделить ряд особенностей:

- исключаются амортизационные затраты на закупку анодов из стали или алюминия, что предотвращает вторичное попадание в воду ионов Fe^{2+} и Al^{3+} ;
- исключаются амортизационные затраты на покупку рулонных полимерных НФ мембран;
- конструкционные материалы имеют длительный срок службы;
- высокая эффективность очистки сточных вод от красителей и потенциал создания бессточного производства [6].

Применение трубчатых мембран позволяет снизить количество потребляемой свежей воды на 70%, а коэффициент возврата красителей достигает 80-90%.

Согласно проведенным расчетам, использование системы оборотного водоснабжения в красильно-отделочном цехе позволяет экономить до $4 \text{ м}^3/\text{ч}$ технической воды и до $0,84 \text{ ГДж/ч}$ тепловой энергии, а также срок окупаемости системы регенерации составляет 6,5 месяцев [7]. Помимо этих преимуществ такая система позволяет резко сократить выброс красителей и других загрязняющих веществ со сточными водами в окружающую среду.

Библиографический список

1. Машников И.В. Водоснабжение и водоотведение на льноперерабатывающих предприятиях // Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. 2002. № 2. 8с.
2. Шамян В.Л. Разработка технологии глубокой очистки сточных вод предприятий хлопчатобумажной промышленности: дисс. канд. техн. наук, Москва, 2000. 207с.
3. Устемиров Ш. Р. Анализ систем оборотного водоснабжения и проблем качества воды промышленных предприятий // Euroeanscience, №2(51), 2020, 40 с.
4. Нестерова Л.А., Сарибеков Г.С. Эффективность использования оборотных систем водопотребления на текстильных предприятиях, // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010, 4/8(46),25с.
5. И. Ш. Абдуллин, Е. С. Нефедьев, Р. Г. Ибрагимов, В. В. Парошин, О. В. Зайцева Очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности на основе модифицированных композиционных мембран // Вестник Казанского технологического университета, 2013, 24с.
6. Сайт Транснационального экологического проекта [Электронный ресурс] // – М.: Транснациональный экологический проект, – Режим доступа: <https://hydropark.ru/projects/textile.htm/>, свободный.
7. Зуйкова Н.С. Совершенствование процесса промывки окрашенных тканей путем использования регенерированных сточных вод: дисс. канд. техн. наук, Москва, 1999. 172с.

НАУЧНАЯ ШКОЛА САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗДАНИЙ КАФЕДРЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НИУ МГСУ

*Сергеева Е.А., аспирант 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов Е.В., доц., к.т.н.*

Внутренние системы водоснабжения и водоотведения играют важную роль среди всех других инженерных систем зданий и сооружений. Они являются системами жизнеобеспечения и предназначены не только для подачи чистой питьевой воды внутрь помещений на различные нужды населения, но и для отведения образующихся сточных вод, позволяя поддерживать необходимый уровень санитарии и гигиены.

Кафедра водоснабжения и водоотведения НИУ МГСУ давно известна своей научной школой в области санитарно-технического оборудования зданий. Ее основателем следует считать проф., к.т.н. В.С. Кедрова, который совместно с преподавателем Е.Н. Ловцовым на протяжении продолжительного времени, имея большой опыт работы, обучал будущих выпускников устройству внутренних систем водоснабжения и водоотведения.

Авторами был выпущен учебник “Санитарно-техническое оборудование зданий”, по которому училось не одно поколение студентов [1-2]. Данная книга неоднократно переиздавалась, пополняя научно-технические библиотеки университетов, где изучались внутренний водопровод и канализация зданий.

Параллельно с В.С. Кедровым и Е.Н. Ловцовым внутренние системы водоснабжения и водоотведения преподавали высококлассные специалисты: проф., к.т.н. В.Н. Исаев и доц. В.А. Нечитаева (рис. 1-2).

Проф. В.Н. Исаев являлся одним из авторов СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Большой опыт работы В.Н. Исаева в научно-исследовательском институте НИИ Сантехники Госстроя СССР позволил внести много ценной информации в этот документ.

Много поколений студентов с большой любовью вспоминают лекции, практические занятия и курсовое проектирование в области внутреннего водоснабжения и водоотведения, которые у них преподавали В.Н. Исаев и В.А. Нечитаева.

Если В.С. Кедров совместно с Е.Н. Ловцовым заложили вектор развития данного направления в области внутренних систем водоснабжения и водоотведения, то его удачно подхватили и стали углублять, внося много новых знаний, В.Н. Исаев и В.А. Нечитаева.

В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов, В.Н. Исаев и В.А. Нечитаева занимались не только учебной работой, но и научной, большое внимание уделяя вопросам надежности подачи и распределения воды непосредственно во внутренних водопроводных сетях.



Рисунок 1. Проф., к.т.н. В.Н. Исаев на рабочем месте

В.Н. Исаев активно занимался исследованиями полуавтоматической арматуры, способной значительно снизить потребление воды в системах водоснабжения. Количество людей в мире постоянно росло и всем была необходима качественная питьевая вода, которую необходимо забирать, очищать, подавать, сохраняя ее качество на высоком уровне.

В.Н. Исаев неоднократно заявлял о том, что, развивая понятие водо- и ресурсосбережение, необходимо понимать, что культура водопотребления во всем мире должна меняться в лучшую сторону. Бесконечных ресурсов никогда не было. Все добывалось с большим трудом. Об этом он много докладывал на различных международных конференциях (рис. 3).

В.А. Нечитаева, параллельно с преподаванием, на протяжении многих лет занимала должность заместителя декана факультета “Водоснабжение и водоотведение”, а затем являлась заместителем учебно-методического центра (УМЦ) института ИИЭСМ. Также отстаивала интересы сотрудников кафедры в профсоюзе НИУ МГСУ и являлась ведущим специалистом университета по формированию основных профессиональных образовательных программ высшего образования (бакалавриата и магистратуры). Колоссальный учебно-методический опыт В.А. Нечитаевой

хорошо знаком всем сотрудникам университета, которые неоднократно приходили к ней на консультации.



Рисунок 2. Доц. В.А. Нечитаева в кабинете заместителя начальника УМЦ ИИЭСМ



Рисунок 3. Проф., к.т.н. В.Н. Исаев на международной конференции выступает с докладом по вопросам водосбережения в системах внутреннего водопровода

В.Н. Исаев, имея большой опыт работы, всегда охотно консультировал студентов, а также помогал молодым сотрудникам кафедры вливаться в коллектив, передавая им свой высококлассный стиль преподавания дисциплины.

Многие научные труды В.Н. Исаева и В.А. Нечитаевой были посвящены вопросам водосбережения [3-7]. Ведь сегодняшняя задача современного специалиста должна заключаться в том, чтобы значительно снизить потребление воды, перейдя во многих технологических процессах на маловодные или безводные технологии.

Все преподаватели научной школы санитарно-технического оборудования зданий пользовались большим уважением у других сотрудников университета.

В.А. Нечитаева, работая на должности заместителя декана факультета “Водоснабжение и водоотведение”, разрабатывала новые учебные планы, которые были очень актуальными и востребованы с учетом современных тенденций развития науки и техники в области внутреннего водоснабжения и водоотведения.

Вклад в развитие современного строительного образования научной школы санитарно-технического оборудования зданий кафедры водоснабжения и водоотведения НИУ МГСУ огромен. Ведь не просто так дисциплины, связанные с проектированием внутренних систем водоснабжения и водоотведения, преподаются не только для профильных специалистов в области водоснабжения и водоотведения, но и на смежных специальностях. Ведь понимание устройства внутреннего водопровода и канализации необходимо любому специалисту в области не только строительства, но и архитектуры.

Преподаватели научной школы санитарно-технического оборудования зданий, обучая студентов высшего учебного заведения, не забывали и о учащихся среднего специального образования. Было выпущено много учебников и учебных пособий по монтажу и проектированию внутреннего водоснабжения и водоотведения, в том числе и для учащихся среднего профессионального образования по направлению строительства и архитектуры [8-9].

В.С. Кедров, В.Н. Исаев, Е.Н. Ловцов, В.А. Нечитаева остаются высокклассными специалистами в своей области, они всегда активно передавали свои знания и опыт другим сотрудникам кафедры.

Сегодня на кафедре водоснабжения и водоотведения традицию преподавания, заложенную специалистами по внутреннему водопроводу и канализации, продолжают такие преподаватели как доц., к.т.н. Р.Е. Хургин, доц. к.т.н. Е.С. Гогина, доц. к.т.н. Н.А. Макиша, доц. к.т.н. Р.В. Ефремов, доц. к.т.н. П.Д. Викулин, доц. к.т.н. В.Б. Викулина.

Внутренние системы водоснабжения и водоотведения продолжают играть важную роль в жизни каждого человека, они становятся все надежнее и совершеннее, значительно повышая комфортность проживания в зданиях.

Библиографический список

1. В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов. Санитарно-техническое оборудование зданий: учеб. для вузов. - М.: Стройиздат, 1989. - 495 с.
2. В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов. Санитарно-техническое оборудование зданий: учеб. для вузов. Изд. 2-е, перераб. - М. : БАСТЕТ, 2008. - 479 с.
3. Нечитаева В.А., Хургин Р.Е. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. М.: Издательство МИСИ-МГСУ. 2020. 84 с.
4. Нечитаева В.А. Управление санитарной надежностью городских водопроводных сетей работ // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 42-45.
5. Нечитаева В.А., Еремеев А.В. Медные трубы. особенности их применения в системах внутреннего водоснабжения // Техника и технологии мира. 2015. № 10 (78). С. 26-32.
6. Исаев В.Н., Чухин В.А., Герасименко А.В. Интеллектуализация системы водоснабжения жилых и общественных зданий // Сантехника. 2010. № 6. С. 16-19.
7. Исаев В.Н. Рационализация квартирного водопотребления // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2015. № 4 (88). С. 4-7.
8. П.П. Пальгунов, В.Н. Исаев. Санитарно-технические устройства и газоснабжение зданий : учеб.для техникумов // - 2-е изд., перераб.и доп. - М. : Стройиздат, 1991. - 416 с.
9. В.С. Кедров [и др.]. Инженерное оборудование зданий. - М. : Высш.шк., 1987. - 222 с.

ОЧИСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СТОКОВ И ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Генаров А.Г., студент 2 курса 11 группы ИИЭСМ

Леонович К.С., студентка 1 курса 21 группы ИИЭСМ

Научные руководители – *Первов А.Г.*, д-р. техн. наук, проф.; *Курочкина В.А.*, канд. техн. наук, доц.

Подготовка питьевой воды для хозяйственно-питьевых целей из поверхностных водоемов, учитывая воздействие природных и антропогенных факторов, влияющих на качество воды, является одной из первоочередных задач [1]. Около 70% мирового водопотребления приходится на сельское хозяйство [2].

В России около 390 миллионов гектар землями сельскохозяйственного назначения. На фермы Европы приходится порядка 173 миллионов гектаров земли, а на США 370 миллионов. Таким образом, на сельское хозяйство расходуется большая часть мировых запасов воды.

Вместе с тем сельское хозяйство является крупнейшим источником загрязнения поверхностных вод. В статье приведены возможные технологии подготовки воды поверхностных источников урбанизированной территории до питьевого качества, а также технологии очистки от стоков сельского

хозяйства. Эти принципы действия систем очистки воды и стоков рассмотрены применительно к условиям Краснодарского края.

Материалы и методы

Каким же образом сельское хозяйство может вредить экологии? Под сельским хозяйством в статье подразумеваем две равнозначные отрасли - животноводство и растениеводство, каждая из которых напрямую влияет на окружающую среду и экологическую обстановку в мире.

Все дело в том, что домашнему скоту вводят специальные препараты, антибиотики, различные вакцины, с целью повышения численности поголовья скота. Попадая в окружающую среду, добавки, влияют на качество грунтовых вод, почв, растительности и поверхностных источников. Поскольку зачастую фермы и пастбища устраивают в непосредственной близости от водных объектов, то таким образом, они могут отказывать прямое влияние на водные объекты, которые в свою очередь могут являться водоисточниками. Так, например, куриный помет служит источником большого количества азота и фосфора. Тем не менее, многие фермеры используют куриный помет для удобрения своих земель, который попадает в почву, грунтовые воды и водные объекты. Азот наносит огромный вред водным ресурсам. В свою очередь, высокое содержание концентраций азота может вызывать явление эвтрофикации, вызывающее чрезмерный рост водорослей в водоемах. Неконтролируемый рост водорослей приводит к кислородному истощению из-за чего рыбы и другие водные животные в такой воде не могут жить и массово умирают.

С животноводством связаны и другие проблемы, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду:

- Увеличению выбросов парниковых газов,
- обезлесение планеты в результате сокращения площади лесов, которые вырубаются для животноводства,
- хранение и транспортировка продуктов,
- деградация земли, в том числе: в том числе в результате появления «мёртвых зон» — участков в прибрежных водах, количество кислорода в которых становится недостаточным для жизни биоты.

Если рассматривать растениеводство, то его влияние на окружающую среду не менее серьезное. К примеру, на Южный Федеральный округ России приходится 54% объема сельского хозяйства.

Для высокой доли урожайности, на посевах используют различного сорта азотные, калийные и фосфорные удобрения. Поэтому, сельское хозяйство также является значительным источником загрязнения водных объектов биогенными элементами, пестицидами, органическими и минеральными веществами. В данной статье объектом исследования является регион Краснодарского края (рис. 1), через который протекает крупнейшая река России - река Кубань, длиной 870 км.

Она протекает по территории Карачаево-Черкессии, Ставропольского и Краснодарского края, а также республики Адыгеи. При впадении в Азовское море, река образует крупную заболоченную, но высокопродуктивную кубанскую дельту площадью около 4300 км². Общий сток Кубани в море составляет около 11,0 км³ в год. В Краснодарском крае сегодня активно развивается сельское хозяйство, что служит росту антропогенной нагрузки на территорию края.



Рисунок 1. Слева: карта-схема водоемов и полезных ископаемых, справа: сельское хозяйство Краснодарского края

На территории края основными отходами животноводства являются органические вещества: мочевина, фенолы - могут служить источником химического загрязнения почвы и воды. Помимо медицинских препаратов, добавляемых в корм, в стоках содержатся и неорганические вещества: соединения азота, фосфора, калия, цинка, марганца, меди, кобальта и др.

Если говорить о растениеводстве, то здесь большая доля загрязняющих веществ приходится на остатки сельскохозяйственных ядохимикатов, таких как, пестициды (бактерициды, фунгициды, инсектициды, гербициды и др.), удобрения, регуляторы роста растений, средства против прорастания, средства, ускоряющие созревание плодов.

Таким образом, можно сказать, что загрязненный сток от сельского хозяйства оказывает сильное влияние на состояние водных объектов и окружающей среды урбанизированной территории в целом [3].

Результаты исследования

Наиболее современным методом для очистки воды, в основе которого лежит принцип перехода молекул воды сквозь полупроницаемую мембрану под воздействием внешнего давления, является технология обратного осмоса.

Фильтры с технологией обратного осмоса используются для получения питьевой воды из загрязненных или засоленных источников, а также для решения производственных задач, например, очистки стоков различных промышленных и сельскохозяйственных производств.

Благодаря процессу обратного осмоса удается избавиться до 98%, а в некоторых промышленных установках - 100%. примесей, растворенных в воде. Описание процесса обратного осмоса заключается в следующем: до поступления на фильтр обратного осмоса, вода проходит стадии механической и химической очистки. Для этого используется комплект, включающий фильтра грубой и тонкой очистки, а для удаления растворов хлора, тяжелых металлов и фенола, используют угольный блок.

Предварительно подготовленная вода подается на блок с обратноосмотической мембраной, ячейки которой соизмеримы по размерам с молекулами воды. Под воздействием гидравлического давления, молекулы "проталкиваются" сквозь мембрану, очищенная вода поступает в накопительный бачок, где уже готова к употреблению.

Бактерии и примеси, имеющие более крупные по величине размеры ионы химических веществ, сумевшие пройти через предварительную фильтрацию, остаются на стенках мембраны. Вся отфильтрованная грязь, различные примеси – смываются в канализацию. Типовая установка промышленного обратного осмоса для получения технической воды, включает в себя следующие элементы:

- фильтр грубой очистки,
- сетка с определенным размером ячейки задерживает нерастворимые частицы,
- колонна обезжелезивания, в которой двухвалентное железо окисляется до трехвалентного и удаляется в виде нерастворимого осадка,
- сорбционный фильтр, где активный сорбент поглощает свободный хлор,
- мембрана обратного осмоса - ключевой элемент, в котором утилизируются растворенные соли и другие загрязнения.

Одно из преимуществ промышленных установок обратного осмоса - масштабируемость. Производительность можно повысить, добавив в установку необходимое количество фильтрующих элементов.

Сегодня в системах очистки стоки разделяются на твердую и жидкую фракции с использованием центрифуг. Благодаря этому ускоряется процесс осветления стоков, уменьшаются площади навозохранилище и затраты на их строительство. Влажность твердой фракции снижается до 65 – 70 %. При

этом твердая часть превращается в компост и ее вывозят на поля. Навозная жижа с концентрацией 1,8 % перерабатывается в реакторе для получения биогаза, сжигая который выделяется энергия, используемая для комбинированного производства энергии и тепла. В том случае из шлама, полученного при очистке стоков, вырабатываются газ и высококачественное органическое удобрение.

Эффлюент после биогазового реактора собирается в резервуар-отстойник, в котором производится ее обработка флокулянтами с целью осаждения взвешенных веществ и удаления осадка. Образующийся осадок может удаляться в специальное хранилище, в этом случае надиловая вода для удаления взвешенных веществ проходит дополнительную обработку с использованием центрифуги-декантера (либо вся вода вместе с осадком направляется в декантер), и далее поступает на установку баромембранной обработки [4].

Чтобы утилизировать концентрат, можно эффективно применить метод его «выведения» вместе с обезвоженным осадком взвешенных веществ в виде его влажности [5].

В данной статье рассмотрено применение обратного осмоса для следующих случаев:

1. очистки воды от стоков сельского хозяйства,
2. очистки воды от стоков животноводческого комплекса,
3. очистки воды водных объектов.

В первом случае целесообразно применять технологическую схему, представленную на рисунке 2.

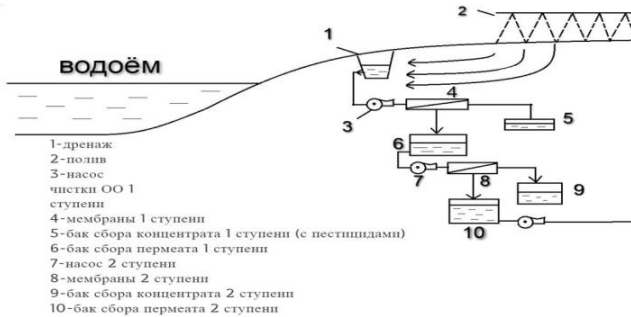


Рисунок 2. Технология очистки воды от стоков сельского хозяйства

Во втором случае – при очистке стоков животноводческих ферм, может применяться технологическая схема, представленная на рисунке 3.

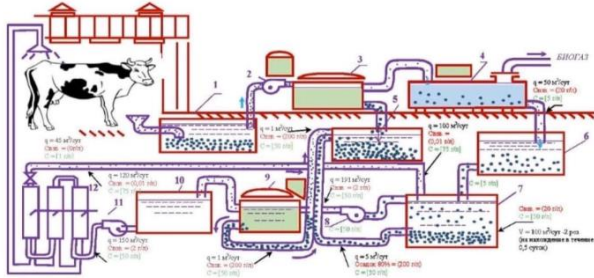


Рисунок 3. Технология очистки от стоков животноводческих ферм: 1- колодец для навозной жижи; 2- насос; 3- сепаратор навоза; 4- биогазовый реактор; 5- сгущенный навоз (осодок); 6- приемный бак сбора навозной жижи после биогазового реактора; 7 – резервуар-отстойник для обработки флокулянтom (2 шт); 8- насос подачи отстоянной воды на центрифугу; 9- центрифуга; 10- бак для сбора осветленной воды; 11- рабочий насос установки мембранной очистки; 12- мембранные аппараты.

Технология очистки воды, загрязненной в результате воздействия антропогенной нагрузки на водные объекты урбанизированных территорий, приобретает вид, показанный на рисунке 4.

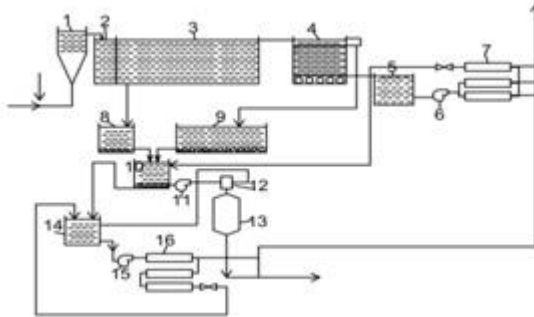


Рисунок 4. Технология очистки воды поверхностных источников урбанизированных территорий

К основным причинам, по которым обратные осмотические фильтры пользуются спросом, можно отнести:

- высокое качество воды при низких энергозатратах,
- неограниченная производительность и сравнительно небольшие габариты,
- невысокие эксплуатационные расходы,
- концентрат не требует утилизации и сбрасывается в канализацию.

Выводы

Так как воды реки Кубань в Краснодарском крае подвергаются значительным загрязнениям, то наилучшим, по мнению авторов статьи, решением в данной ситуации служит применение технологии обратного осмоса. Основной отличительной чертой этой технологии является наличие обратноосмотической мембраны, пропускающей сквозь себя только молекулы воды, а все соли и другие виды загрязняющих веществ, даже малые молекулы, через мембрану не проходят.

Данная технология эффективна при удалении отходов животноводства, содержащие азот, фосфор, остатки ветеринарных препаратов и др., а также азотных, калийных и фосфорных удобрений, различных красителей, что является важным фактом, когда речь идет об очистке загрязненных стоков и подготовке питьевой воды из поверхностного источника. Широкие возможности применения обратного осмоса и большой выбор технологических схем позволяет адаптировать этот метод практически под любые условия.

Библиографический список

1. Боровков В.С., Блази С., Курочкина В.А. Комплексная экологическая безопасность водных объектов на урбанизированных территориях//Экология урбанизированных территорий. 2012. № 2. С. 45-49.
2. Первов А.Г. Технологии очистки природных вод. Процессы очистки природных вод. Издательство АСВ. М.2016.600с.
3. Курочкина, В. А. Урбанизация как фактор негативного влияния на состояние водных объектов и прилегающих территорий / В. А. Курочкина // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования: Сборник докладов Первой Национальной конференции. – М.: НИУ МГСУ, 2020. – С. 507-513.
4. Первов А. Г., Кузнецов Н.Ю. Очистка и утилизация эфлюентов установки получения биогаза на животноводческих комплексах с применением обратноосмотических мембран. Системные технологии. 2021. № 4(41). С.5-13.
5. Первов А.Г., Тихонов К.В. A new technique to purify biologically treated wastewater by reverse osmosis: utilization of concentrate // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 5. С. 688–700. DOI: 10.22227/1997- 0935.2020.5.688-700

ПРОБЛЕМЫ РЕАБИЛИТАЦИИ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАЛЫХ РЕК С ПОЛНОСТЬЮ ИЛИ ЧАСТИЧНО ЗАКРЫТЫМ РУСЛОМ

Хлебников С.К., студент 4-го курса 61 группы ИСА

Мельникова М.Д., студентка 2-го курса факультета маркетинга РЭУ им. Г. В. Плеханова

Научные руководители – Курочкина В.А., доц., к.т.н., Алексеев С.Е., доц., к.т.н.

Реки играют важную роль в жизни городов. Они выполняют градообразующие, инженерные, экологические и рекреационные функции,

осуществляют отвод поверхностного и дренажного стока [1]. Москва обладает достаточно большим водным ресурсом, однако значительная часть столичных малых рек полностью или частично убрано под землю (рис.1).

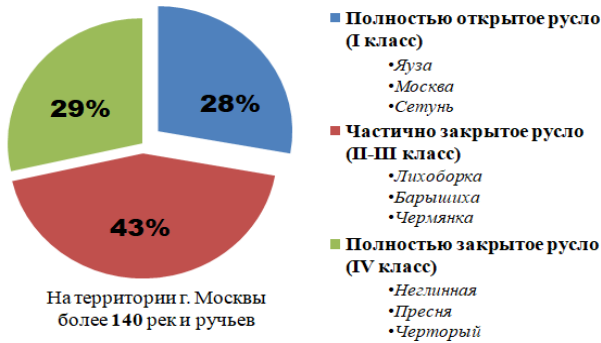


Рисунок 1. Степень техногенной трансформации русел рек г. Москвы

По степени техногенной трансформации реки делятся на 4 класса:

I класс — более 90% реки сохранилось в открытом русле;

II класс — русло умеренно трансформировано, открыто 50-90% водотока;

III класс — русло сильно трансформировано, открыто 10-49% водотока;

IV класс — поверхностный водоток утрачен, открыто менее 10% водотока.

Большинство поверхностных и подземных водных объектов испытывают значительное антропогенное воздействие, связанное с потерей водного стока. Сброс недостаточно очищенных промышленных, коммунальных и поверхностных стоков приводят к ухудшению качества воды и заилению речных русел [2, 3]. Поступление сильно загрязнённого поверхностного стока и увеличивающаяся антропогенная и техногенная нагрузка на водные объекты приводят к их прогрессирующей деградации.

В настоящее время общество приходит к осознанию необходимости восстановления, экологической реабилитации и поддержания максимально естественного состояния малых рек и их долин, особенно в таких больших городах, как Москва.

Материалы и методы

С целью разработки концепции реабилитации малой реки Лихоборки было проведено рекогносцировочное обследование русла и пойменной территории (рис. 2). Обследования проводились на участках от Онежской улицы до Сигнального проезда (включая участок р. Норишки – притока Лихоборки).

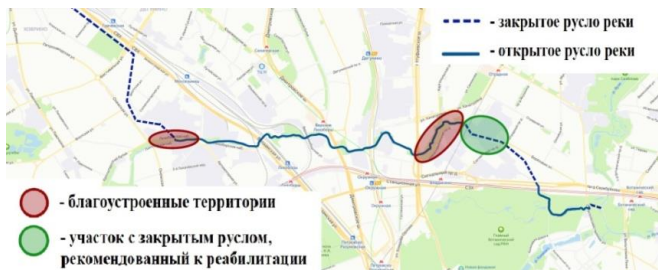


Рисунок 2. Картограмма участка исследования реки Лихоборки

Исследуемая территория реки находится в СВАО г. Москвы. Река протекает через Головинский и Бескудниковский районы, а также районы Западное Дегунино и Отрадное. Русло исследуемого участка р. Лихоборки извилистое, протяженностью около 9 км с запада на восток. Ширина русла в среднем около 10 м (минимальная ширина – 5 м, максимальная – 22 м). Средняя скорость течения реки около 0,7-0,8 м/с. На участке исследования находятся: парк Отграда площадью около 1,2 га, экологический парк Лихоборка (уже не функционирует, находится в заброшенном состоянии), а также парк «Долина реки Лихоборки» с некоторым благоустройством на левом берегу участка реки Норишки. Река и пойменные территории находятся в неудовлетворительном состоянии, несмотря на то, что большая часть исследуемого участка должна была стать особо охраняемой природной территорией (ООПТ) «Долина реки Лихоборки» еще в 2010 году.

По классификации удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ), в соответствии с Докладами о состоянии окружающей среды в городе Москве за период с 2011 по 2021 году, вода в реке относится к третьему классу – загрязненная [4]. Значительное загрязняющее воздействие на реку оказывает поступающий организованный и неорганизованный поверхностный сток, автомобильная дорога на левом берегу, находящаяся на расстоянии 8-14 м от кромки воды (на участке от Автоторной ул. до Валаамской ул.), а также Стационарный снегосплавный пункт Лихоборский (рис. 3).



Рисунок 3. Источники загрязнения воды

Долина реки Лихоборки подвержена сильному антропогенному воздействию. В результате строительных работ частично нарушены природные ландшафты, берега и русло замусорены бытовыми и строительными отходами.



Рисунок 4. Факторы антропогенного воздействия на природные территории р. Лихоборки

На состояние Лихоборки и прилегающих территорий отрицательное воздействие оказывают городские инженерные коммуникации, а также наличие производственно-складских территорий, гаражных комплексов, снегоплавного пункта и дорожно-транспортной сети (рис. 4).

На многих участках исследуемой территории выполнены берегоукрепительные работы. На участке от железнодорожной линии Окружная – Дегунино до Алтуфьевского шоссе берегоукрепительные работы велись на момент февраля 2022 года. Встречаются различные виды берегоукреплений и их комбинации: шпунтовые, габионного типа и с применением железобетонных плит и георешеток. Также выполнялись дноуглубительные работы. Предположительно дноуглубление и расчистка русла выполнены не качественно, о чем свидетельствует нанос на территории парка Отрада (рис. 5).



Рисунок 5. Берегоукрепительные сооружения и нанос в русле р. Лихоборки

Также в качестве участка для реабилитации малой реки был рассмотрен участок с закрытым руслом, расположенный между Нововладыкинским и Сигнальным проездами. Территория примыкает к парку Отрада и используется гаражным кооперативом. На этой территории нет объектов капитального строительства, поэтому разработка проекта по открытию и реабилитации 700 м русла реки Лихоборки потенциально возможна. Это повысит качество среды для соседнего жилого микрорайона, однако требует рационального решения проблемы с нехваткой парковочных мест (например, путем строительства многоуровневого паркинга).

Общее состояние реки Лихоборки предварительно оценено как неудовлетворительное и требующее реабилитации. Лихоборка обладает большим рекреационным потенциалом, однако действия по ее облагораживанию и причислению пойменной территории реки к ООПТ так и не были завершены в 2010-х годах. При реабилитации участков реки с открытым руслом необходимо решить проблемы переноса или интеграции в окружающую среду ЛЭП и прочих инженерных сетей. Также необходимо провести работы по очистке русла и пойменных территорий, а также дноуглубительные и берегоукрепительные работы. Помимо этого необходима организация очистных сооружений для очистки поверхностного стока или прокладка канализации для отведения поверхностного стока. Перечисленные мероприятия значительно повысят качество воды в реке и повысят привлекательность природной территории у населения прилегающих районов [5].

Результаты исследования

В настоящее время восстановление водных объектов города Москвы можно назвать бессистемным. Проекты по восстановлению каждого отдельного объекта приходится разрабатывать с нуля. Повысить эффективность и качество реабилитационных работ поможет разработка универсальной методологической концепции по восстановлению природных территорий, а в частности малых рек городов.

В базовый проект по реабилитации водного объекта должны входить мероприятия, относящиеся к следующим видам работ:

1. Инженерно-технические мероприятия: расчистка русла, дноуглубительные и берегоукрепительные работы и др.;
2. Инженерно-экологические мероприятия: очистка поступающих вод, озеленение прибрежной зоны, формирование экосистемы, организация рекреационной территории и др.

В ряде случаев работы по расчистке русла и дноуглубительные работы оказывают значительное положительное влияние и на экологическое состояние восстанавливаемого объекта. Это связано с изъятием загрязненных донных отложений.

Для выбора основных мероприятий по восстановлению водного объекта необходимо выполнить поэтапно следующие обследования:

1. Визуальное рекогносцировочное обследование долины реки с целью выделения характерных участков для дальнейшего функционального зонирования территории;

2. Изучение градостроительных ограничивающих факторов (принадлежность к ООПТ и др.) для определения перечня допустимых мероприятий;

3. Проведение комплексных инженерных изысканий (инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрометеорологических и др.).

4. Анализ зафиксированного состояния водотока и выявление причин его неудовлетворительного состояния.

5. Выбор методов минимизации внешних воздействий на объект, проведение мероприятий по реабилитации водного объекта и прогнозирование динамики состояния водотока при устранении основных выявленных причин его ухудшения.

Реабилитационные мероприятия должны быть направлены на восстановление и дальнейшее предотвращение появления причин деградации природной территории и входящего в ее состав водного объекта. Наибольшее значение среди причин деградации имеют:

- изменения гидрологического режима водного объекта;
- состояние территории водосбора (загрязненность берегов и почв, наземная растительность, и пр.);
- степень развития инженерно-геологических процессов в русле реки и на прибрежных территориях;
- состояние притоков, а также степень очистки сбросов сточных вод;
- состояние поймы рек, а также наличие загрязненных донных отложений и свалок отходов в пределах зоны возможного затопления речными водами;
- атмосферные выпадения антропогенного или естественного происхождения в пределах водосбора.

Одной из главных проблем при восстановлении малых рек является их нарушенный в процессе техногенных трансформаций режим питания, ведущий к маленькому расходу и недостаточной полноводности для выполнения каких-либо эстетических функций в городской среде. Существуют различные приемы по повышению полноводности рек. К основным методам можно отнести:

- Изменение русла реки: уменьшение уклона, строительство плотин и шлюзов (речное русло превращается в каскад прудов). Такие методы ведут к снижению скорости течения, а, следовательно, заилению русла водотока.
- Восстановление питания от грунтовых вод (при их высоком уровне). Может осуществляться на участках с естественным руслом.
- Переброс воды из более полноводных и крупных рек (при их близком расположении) через каналы или насосные установки.

Выводы

Сохранение и восстановление водных объектов является важным фактором формирования здоровой и благоприятной для человека городской среды. Реабилитация водных объектов и окружающих их природных территорий является неотъемлемой частью их комплексного использования. При этом важно, чтобы процесс восстановления развивался не стихийно, а был подчинен единой методологической концепции по восстановлению водных объектов с прилегающими природными территориями.

Для крупных городов особенно важно восстановление долин малых рек, которые долгое время воспринимались как помехи на пути урбанизации, а в настоящее время расцениваются как объекты, обладающие большим рекреационным потенциалом.

Библиографический список

1 Smetanin I, Khlebnikov S, Kurochkina V V and Ratnikova K Role of water bodies in the structure of open public spaces of cities (Chernyanka river) IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 042017 doi:10.1088/1755-1315/937/4/042017

2. Боровков В.С., Блази С., Курочкина В.А. Комплексная экологическая безопасность водных объектов на урбанизированных территориях//Экология урбанизированных территорий. 2012. № 2. С. 45-49.

3. Kurochkina V. Depressed spaces as an instrument for transformation of urban areas/ E3S Web of Conferences 217, 02004 (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702008>

4. Дроздова А. А. Оценка экологического состояния водосборного бассейна реки Лихоборка // Будущее науки -2021 : Сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 21–22 апреля 2021 года – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 51-52.

5. Курочкина, В. А. Влияние городских водных объектов на структуру открытых общественных пространств / В. А. Курочкина, С. К. Хлебников, М. Д. Мельникова, И. А. Сметанин // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 5. 1-18.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Коновалова А.А., студентка 2-го курса 10 группы ИИЭСМ

Скворцова А.С., студентка 2-го курса 11 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – *Гогина Е.С.*, доц., к.т.н.

Очистные сооружения – это комплексные сооружения, специализированные для очистки сточных вод и находящихся в них загрязнений. Вода, прошедшая цикл очистки, сбрасывается в природные водоемы или используется повторно. Поэтому важно, чтобы в каждом населенном пункте используемый комплекс был эффективен. Очистные

сооружения также необходимы на предприятиях и производствах с жидкими токсичными отходами - иначе сброс неочищенных сточных вод безусловно плохо отразится на природе и здоровье человека.

Очистка сточных вод проходит в несколько этапов. Основных выделяют два: механический и биологический. Механический - пропуск воды через сита и решетки, песколовки, жироловки и отстойники: на это этапе устраняются до 80% всех механических загрязнений. Биологический этап, с технической точки зрения, также состоит из нескольких фаз: аэротенк, подготовки очистки воздуха, вторичные отстойники, обработка осадков. Кроме того, существуют этапы доочистки, например, обеззараживание воды ультрафиолетом, доочистка от фосфатов и т.п. Иными словами, очистка сточных вод — это система мероприятий, позволяющая на выходе получать безопасную для человека и природы воду.

В своей работе мы рассмотрим очистные сооружения Московской области, в частности аэротенки.

Аэротенк — это резервуар прямоугольной формы с активным илом. В нем вода, прошедшая механическую очистку, смешивается со специальными микроорганизмами, которые используют загрязнения сточной воды для своего питания. Они бывают 2 видов: аэробные (использующие кислород) и анаэробные (бескислородные).

Аэротенки позволяют очищать сточную воду даже в том случае, если она поступает неравномерно. Но у всех устройств есть свои плюсы и минусы. Основные плюсы аэротенков заключаются в том, что происходит качественная очистка, отсутствие резких неприятных запахов, простота устройства. Минусы аэротенков - высокая цена, высокие электрические затраты, а также необходимость привлечения квалифицированного персонала для эксплуатации аэротенка.

Без аэротенков человеку будет гораздо сложнее производить очистку воды, и соответственно окружающая среда будет загрязняться.

Мы исследовали очистные сооружения в Московской области. В ходе исследования было выяснено некоторые простейшие. Аэротенк данных очистных сооружений снабжен автоматическими системами контроля для упрощения эксплуатации. Предусмотрен контроль расхода на напорных подводящих трубопроводах и устройство автоматического отбора, хранения и анализа проб исходной сточной воды по следующим параметрам: pH, температура, взвешенные вещества, ХПК, общий органический углерод, N-NH₄, P-PO₄. На обследуемой станции имеется три аэротенка и соответственно три вторичных отстойника. В работе на момент обследования находились два аэротенка (называемые линиями). Контроль эксплуатационных параметров проводился в зонах нитрификации. Нитрификация – процесс окисления аммонийного азота (который является продуктом жизнедеятельности) до нитритов и далее до нитратов. Контроль за этими показателями и был нами осуществлен.

На следующих диаграммах представлены результаты контроля за нитратами.

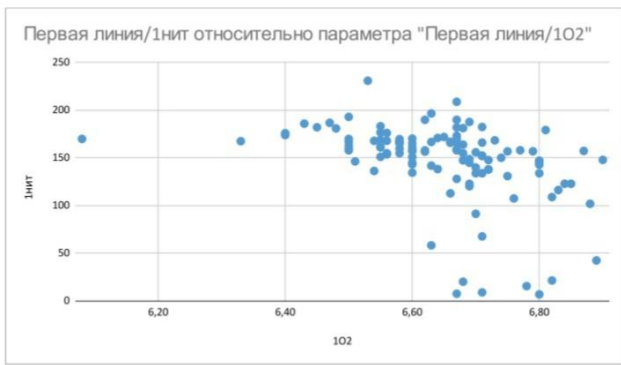


Рисунок 1. Аэротенк 1 точка 1, зависимости NO_3 от O_2

Мы видим, что при увеличении количества кислорода NO_3 (нитраты) также увеличиваются. При недостатке кислорода NO_3 не проявляет активность образования. Самый высокий показатель, в диапазоне от 6,4 до 6,6 самые высокие показатели NO_3 , но при этом в диапазоне от 6,7 до 6,8 NO_3 в более в более активной форме.

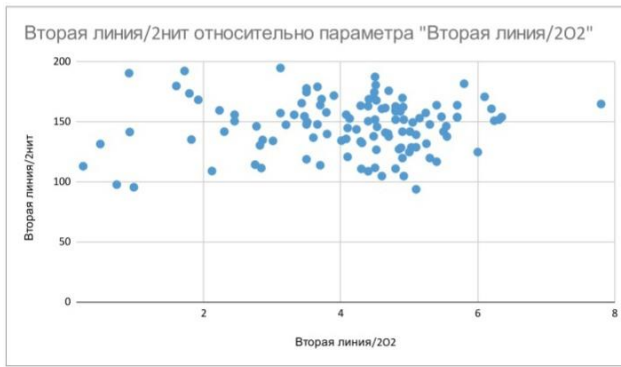


Рисунок2. Аэротенк 1 точка 2 зависимости NO_3 от O_2

На диаграмме этой линии аэротенка мы также наблюдаем, что при недостаточном количестве кислорода нитраты NO_3 недостаточно проявляют активность образования. Самая наивысшая активность образования нитратов - NO_3 происходит от 3 до 6. Мы также видим, что если показатели кислорода растут, если O_2 находится в избыточном количестве, то NO_3 несколько снижает свои показатели.

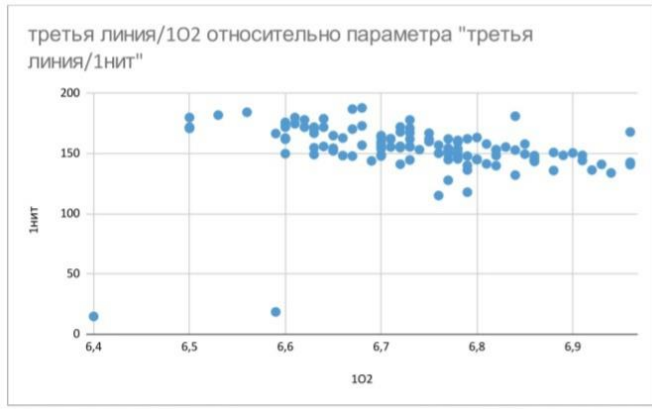


Рисунок 3. Аэротенк 2 точка 1, зависимости NO_3 от O_2

Мы наблюдаем, что при недостаточном количестве кислорода и NO_3 снижает свое количество. Пик активности образования нитратов NO_3 приходится на диапазон от 6,6 до 6,8 показателя кислорода. Также мы видим, что с увеличением количества кислорода активность образования NO_3 начинает постепенно снижаться.

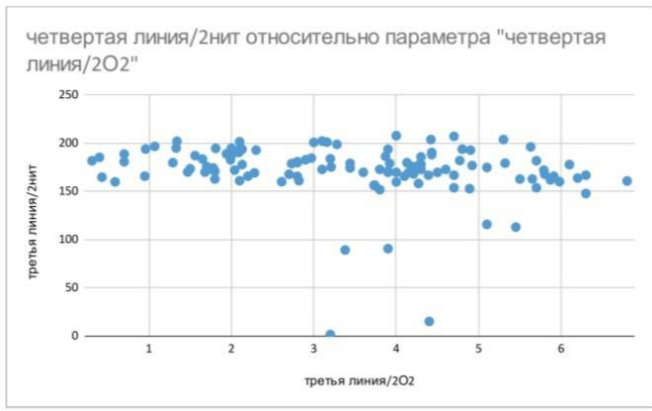


Рисунок 4. Аэротенк 2 точка 2, Зависимости NO_3 от O_2

Кислород является наиболее важным элементом для окисления аммонийного азота до нитритов и нитратов. На первом этапе биологической очистки сточной воды мы наблюдаем активное образование нитратов. Это свидетельствует о деятельности бактерий *Nitromonas* и *Nitrobacter*, которые осуществляют окисление. Далее снижение зависимости количества нитратов от количества кислорода говорит о том, что нитрификация произошла и сточная вода достигла качества, которое может быть сброшено

в водоем или подвергнуто в последствии другому процессу биологической очистки сточных вод – денитрификации.

Обследование очистных сооружений показывает проведение качественной очистки, в дальнейшем необходимо изучение процесса дефосфатации на данных очистных сооружениях с целью полного удаления биогенных элементов..

Библиографический список

1. Мосводоканал \ \ Очистные сооружения [Электронный ресурс] URL: <https://www.mosvodokanal.ru/sewage/segewagetreatmentplants/> (дата обращения 22.02.2022)
2. Studme\ \ Нитрификация [Электронный ресурс] URL: <https://studme.org/287629/ekologiya/nitrifikatsiya> (дата обращения 25.02.2022)
3. Очистка производственных сточных вод : Учеб. пособие для ВУЗов/ С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.И. Лесков, Ю.В. Воронов; Под ред. С. В. Яковлева.-2ое изд., перераб. и доп. - М.:Стройиздат, 1985-335 с., ил.
4. Карелин Я.А., Жуков Д.Д., Жуков В.Н., Филин Б.Н. Очистка производственных сточных вод в аэротенках.-М.:Стройиздат, 1973-223 с.

ОТ ИСКУССТВА К НАУКЕ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВУ: ВКЛАД ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ В РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

***Бондарева В.А.**, студентка 4-го курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – **Орлов Е.В.**, доц., к.т.н.*

Леонардо да Винчи родился в 1452 году недалеко от Флоренции - города, который стал колыбелью эпохи Ренессанса, оказывая сильное влияние на умы людей того времени и задавая новый темп в развитии человеческого общества (рис. 1) [1].

Флоренция дала миру большое количество гениев и титанов эпохи Ренессанса. Среди этих представителей можно вспомнить Джотто, Данте Алигьери, Микеланджело, Донателло, Боттичелли, Рафаэля и др. Все они были деятелями искусства (скульпторы, художники, писатели) и свои идеи в полной мере показывали в произведениях, доводя их до людей того времени.

Леонардо да Винчи стал формировать своё мировоззрение непосредственно через живопись, которой он стал заниматься еще с 13 лет, поступив в художественную мастерскую известного на тот момента живописца Верроккьо. Постигая азы живописи, Леонардо да Винчи параллельно изучает химию и черчение, которые впоследствии стали ему необходимы в его трудовой деятельности [2].

Во время обучения в мастерской, а также после ее окончания Леонардо да Винчи пишет несколько работ (“Крещение Христа”, “Благовещение” и

т.д.), которые, несомненно, подтверждают его талант художника. Однако, Леонардо тянет развиваться дальше, он становится мыслителем, изучая различные философские труды.



Рисунок 1. Леонардо да Винчи (автопортрет) (источник фото: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Leonardo_self.jpg)

Сегодня сказать довольно сложно о том, в какой именно момент Леонардо да Винчи переключается с искусства на науку и изобретательство. Однако такой переход не означал остановку его деятельности как живописца. Напротив, Леонардо продолжает развиваться по разным направлениям, становясь впоследствии универсальным человеком, который готов все постигнуть самостоятельно.

Огромное влияние на Леонардо оказал известный итальянский живописец раннего Ренессанса Джотто, работами которого он восхищался. Именно Джотто в своей картине “Мадонна Оньсанти”, написанной примерно в 1310 году, один из первых изображает в Богородице образ человека (если сравнить эту картину, например, с работой другого художника Чимабуэ “Мадонна на троне”, то видно, что там Богородица изображена именно как святая на иконе в присущей манере Византийской иконописной школы).

На основании картин Джотто многие философы той эпохи заговорили о понятии Богочеловека, формируя свою концепцию гуманизма, один из авторов которой был итальянский мыслитель и философ Джованни Пико делла Мирандола (рис. 2). Именно он заговорил о том, что человек находится в центре мира, он может достичь чего угодно и стать кем угодно, потому что свободен в своем выборе. Джованни Пико делла Мирандола заявлял также о том, что человек - это божественное творение, ведь Господь принес себя в жертву ради людей и создал их по своему подобию. Это позволило говорить

о каждом человеке то, что он является Богочеловеком, формируя понятие антропоцентризма (человек – это цель создания Вселенной и всех событий, происходящих в мире).



Рисунок 2. Джованни Пико делла Мирандолла – философ и гуманист эпохи Ренессанса (источник фото: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4e/Pico1.jpg>)

На основании вышеизложенного Леонардо да Винчи и начинает формировать свою концепцию гуманизма. Это происходит уже не в фокусе искусства, а в зарождающейся науке, изобретательстве и инженерном деле, указывая на то, что особая ценность человеческой жизни – это познание мира и поиск истины для того, чтобы сделать жизнь людей лучше и счастливее, приблизив их к Богу.

Леонардо да Винчи мечтал об идеальном городе, в котором все будет прекрасно, исчезнут многие проблемы, с которыми сталкивались люди того времени [3]. Леонардо оставил после себя большое количество дневников с записями своих идей и изобретений, большая часть которых пока еще не изучено [4-6].

Однако достоверно известно о том, что Леонардо да Винчи в своих идеях об идеальном городе говорил о большой важности борьбы с антисанитарией с целью предупреждения развития многих заболеваний, что будет возможным сделать только путем строительства систем водоснабжения и водоотведения.

Леонардо да Винчи изучал влияние гидравлического уклона на скорость движения потока и распределение скоростей в потоке. Также он

выполнил чертежи вододействующих машин различной конструкции, а для подъема воды предложил использовать центробежный насос. Широко известны его работы по изучению речного русла и движению донных наносов.

Леонардо да Винчи предложил районные построения городов с устройством в каждом районе системы водоотведения, а также санитарную очистку населенных пунктов от загрязнений.

Таким образом, Леонардо да Винчи не мыслил идеальный город без инженерных систем, в которых системам водоснабжения и водоотведения он уделял главенствующую роль.

Продолжая писать свои картины, Леонардо да Винчи в центре композиции всегда ставил воду, в которой он видел божественную силу, связанную с Богом. Это хорошо прослеживается на следующих работах мастера: “Благовещение”, “Крещение”, “Мадонна в Гротте”, “Мона Лиза”. Кроме того, в известной картине “Мона Лиза” в правой стороне виднеется акведук, напоминая нам о важности систем водоснабжения для каждой эпохи, в том числе и для современного мира.

С учетом низкого уровня научно-технического прогресса того времени все идеи и разработки Леонардо да Винчи, относящиеся к строительству, в том числе к водоснабжению и водоотведению, не были осуществлены при его жизни. Однако они стали вектором развития при проектировании и строительстве систем в последующие годы, продолжая удивлять не одно поколение исследователей феномена такого универсального человека, каким был Леонардо да Винчи.

Леонардо да Винчи заложил все те основы, которые используются сегодня при проектировании концепции идеальных городов, в которых системы водоснабжения и водоотведения играют главную роль в обеспечении санитарной надежности и увеличении продолжительности жизни каждого человека.

В каждом городе, в каждой постройке, в каждой системе водоснабжения и водоотведения мы видим частичку Леонардо да Винчи. Он, без сомнения, активным образом поддержал и развил концепцию гуманизма через науку, донеся ее и до наших дней. Это было сделано для того, чтобы каждый человек, проживая в городах и зданиях, чувствовал себя Богочеловеком, способным решать огромные задачи, делая свою жизнь лучше и счастливее, не забывая об идейном вдохновителе вышеперечисленных идей, которым является ученый, изобретатель и человек искусства – Леонардо да Винчи.

Библиографический список

1. Ильина Т.В. История искусств. Западноевропейское искусство. – М.: Высш. кш., 2007. – 368 с.
2. Пудик Я. Леонардо да Винчи. Шедевры графики. – М.: Эксмо, 2008. – С. 182.

3. Волкова Л.Н., Дьяконова С.Е. Изобретения и проекты Леонардо да Винчи // Современный взгляд на будущее науки. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2015. С. 22-24.

4. Воронов Ю.В., Пугачев Е.А. История отрасли и введение в специальность “Водоснабжение и водоотведение”: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 392 с.

5. Гудков А.Г. История специальности “Водоснабжение и водоотведение”: Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2005. – 206 с.

6. Окольников Г.Э., Усов Б.А., Курбанмагомедов А.К. Научно-философские аспекты строительного материаловедения // Системные технологии. 2016. № 1 (18). С. 39-54.

КАНАЛИЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ЛИСТВЯНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Коцкий И. К., студент 4-го курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель - Чижик К. И., доц., к.т.н.*

Для сохранения уникальной экологической системы озера Байкал и в целях создания и развития особой экономическо-рекреационной зоны Байкальской природной территории, устанавливается особый режим хозяйственной и иной деятельности, осуществляемой в соответствии со следующими принципами:

- обязательность государственной экологической экспертизы;
- приоритет видов деятельности, не приводящих к нарушению уникальной экологической системы озера Байкал и природных ландшафтов его водоохранной зоны;
- сбалансированности решения социально-экономических задач и задач охраны уникальной экологической системы озера Байкал на принципах устойчивого развития;
- учет комплексности воздействия хозяйственной и иной деятельности на уникальную экологическую систему озера Байкал

Листвянское муниципальное образование

Листвянское муниципальное образование – это городское поселение, входящее в состав Иркутского районного муниципального образования Иркутской области [1]. Расстояние от Иркутска до Листвянки по трассе Байкальского тракта – 69 км. В Листвянское городское поселение входят рабочий поселок Листвянка (городской населенный пункт) и сельские населенные пункты: Ангарские Хутора, Большие Коты и Никола (рис. 1).

Возникновение центра поселения «Листвянка» относится к XVII в., когда появилось зимовье Лиственичное В XIX в. Лиственичное является селом Иркутского округа Иркутской губернии, в котором к 1873 г. проживает 195 чел., а к 1896 году – уже 409 чел. Рост населения был связан

с обеспечением строительства Транссибирской железной дороги и переправы железнодорожных составов через Байкал.

Поселок Никола в настоящее время выполняет главным образом функции дачного поселка, где также размещаются рекреационные объекты (гостиницы, базы отдыха и др.), а также база Байкальского поисково-спасательного отряда МЧС России.

Поселок Ангарские Хутора – дачный поселок с незначительным постоянным населением, в котором имеются также две турбазы.

Таким образом, в целом Листвянское муниципальное образование имеет рекреационный функциональный профиль.



Рисунок 1. Расположение и границы населенных пунктов Листвянского муниципального образования

Хозяйственно-бытовые сточные воды от учреждений и гостиничных комплексов п. Листвянка: санаторий «Байкал», Байкальский экологический музей, ЗАО «Байкал-отель», электростанция «Байкал», ООО «Аквариум байкальской нерпы», г/к «Легенда Байкала», «Вода Байкала», «АКВА», ООО «Алтаир», ФГУ «БПСО» собираются самотеком на главную канализационную насосную станцию и с помощью насосов перекачиваются на канализационные очистные сооружения производительностью 1000 м³/сут по напорному коллектору, протяженностью 5,1 км. Очистные сооружения запущены в эксплуатацию с 1986 г. и расположены на правом берегу Ангары в пади Распопиха.

Ряд сточных вод от гостиничных комплексов и жилых домов собираются в выгребные ямы, откуда вывозятся специальным автотранспортом и сливаются в резервуар, расположенный на территории очистных сооружений. Затем насосами стоки перекачиваются в приемную камеру очистных сооружений рис. 2.

В 2011 г. были введены в действие новые очистные сооружения, производительностью 2800 м³/сут.

Однако необходимость проведения реконструкции обоснована следующими факторами:

- действующие очистные сооружения физически изношены;
- увеличился расход поступающих сточных вод [2,3].

Русло реки Ангара в районе выпуска сточных вод с очистных сооружений поселка Листвянка составляет: ширина 0,4-0,5 км, средняя глубина 4,7 м, средняя скорость течения 0,7 м/с.

Площадь Иркутского водохранилища составляет 154 км² при нормальном подпорном уровне, равном 456,7 м. Истоковая часть Иркутского водохранилища начинается от Шаман-Камня. Это небольшая скала, расположенная в истоке реки Ангары и выступающая из воды на 1,5 м.

Расход воды в истоке Ангары: среднемесячные – 1360 м³/с, среднесуточные – 1500 м³/с.

Русло реки Ангара выше поселка Никола широкое до 1,5 км, затем резко сужается. Средняя глубина по створу составляет 4,8 м; наибольшая – 14,0 м. Уклон дна – 1,15 %. Склоны реки асимметричны, левый – крутой (25-30°) высотой 150-300 м выпуклой формы; правый – более пологий, умеренно рассеченный падами и распадками, по которым текут небольшие ручейки. До устья реки Большая Речка, Ангара относится к категории рыбохозяйственного водоема. Пойма практически отсутствует или выражена неширокими (10-20 м) проплетками, а в устьях притоков заболоченным дном.

В северо-западной части территории поселка Ангарские Хутора протекает ручей Распопиха рис. 2. Ручей впадает в Ангару ниже по течению на расстоянии 100-130 м от выпуска сточных вод с очистных сооружений. Долина ручья, шириной 250-300 м, покрыта травянистой растительностью и частично заболочена на расстоянии 50-80 м выше по склону от площадки очистных сооружений. Ниже по склону русло ручья приобретает видимые очертания. Его ширина достигает 0,8-1,1 м, глубина – 0,4-0,6 м. Такое русло ручья прослеживается вплоть до впадения в р. Ангару [4].

Перспективная схема развития канализования Байкальского тракта на 2025 год

Перспективная схема водоотведения г. Иркутска и Иркутского района предусматривает организацию водоотведения стоков от населенных пунктов, расположенных вдоль Байкальского тракта, начиная с района муниципального образования Листвянка (на отм. 455м) до поселков Новолисиха, Пивовариха и Дзержинск (рис. 2), затем на очистные сооружения Иркутска правого берега. Систему водоотведения предлагается организовать в виде напорных и безнапорных коллекторов, насосных станций с приемными резервуарами. Напорные трубопроводы прокладываются в две нитки. К магистральному коллектору от Листвянки до Иркутска будут подключены поселки: Большая речка, Тальцы, Бурдугуз,

Бурдаковка, Патроны, Новолисиха, а также перспективные коттеджные поселки. Протяженность всего главного коллектора "Листвянка - Новолисиха КОС" составляет 78. Второй коллектор "Новолисиха - Иркутск" пройдет вдоль Байкальского тракта до Байкальского кольца по старой магистрали и составит 10 км [5].



Рисунок 2. Схема перспективы развития системы водоотведения населенных пунктов Байкальского тракта

Таким образом, снижение нагрузки на экологическую обстановку озера Байкал, Лиственничного залива, правого берега реки Ангары и Иркутского водохранилища способствует канализованию Листвянского муниципального образования и населенных пунктов Байкальского тракта.

Это необходимо в связи с будущим увеличением числа туристов после окончания эпидемиологической обстановки, вызванной COVID-19, а также созданием комфортных условий для населенных пунктов и рекреационных зон.

Для воплощения такого проекта необходимо заинтересовать ряд лиц и организаций, которые принимают активное участие в строительстве такого

рода комплексов трубопроводов и сооружений. Их инвестиции поспособствуют скорейшей реализации проекта водоотведения населенных пунктов Байкальского тракта в единый канализационный коллектор до очистных сооружений правого берега Иркутска.

Таблица 1. Строительство и реконструкция насосных станций проектируемого Байкальского тракта (данные для 2025 года) [5]

№	Наименование	Производительность м ³ /час
1	Реконструкция КНС-20А	8000
2	Строительство КНС 40	50
3	Строительство КНС 41	50
4	Строительство КНС 42	100
5	Строительство КНС 43	100
6	Строительство КНС 44	450
7	Строительство КНС 45	450
8	Строительство КНС 46	450
9	Строительство КНС 47	75
10	Строительство КНС 58	450
11	Строительство КНС 59	850

Библиографический список

1. Закон Иркутской области. 16.12.2004 г. № 94-оз «О статусе и границах муниципальных образований Иркутского района Иркутской области»
2. Очистные сооружения в Листвянке эксплуатируются с нарушениями // Московский Комсомолец. Иркутск. – 2020. – 8 июня. URL: <https://baikal.mk.ru/incident/2020/06/08/ochistnye-sooruzheniya-v-listvyanke-ekspluatiruyutsya-s-narusheniyami.html>
3. Очистные сооружения реконструируют в Листвянке // IrkutskMedia. – 2021. 12 апреля. URL: <https://irkutskmedia.ru/news/1085748/>
4. Генеральный план Листвянского муниципального образования Иркутского района. Книга 2. Материалы по обоснованию. Текстовые материалы. 17-05-измГП-ОМ, 2017. 177 с.
5. Постановление администрации города Иркутска от 12 марта 2014 г. N 031-06-249/14 "Об утверждении Схем водоснабжения и водоотведения г. Иркутска на 2015, 2020 и 2025 годы" (с изменениями и дополнениями)

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ ДЛЯ НЕПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РОССИИ

*Решетова А. В., студентка 4-го курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гульшин И.А., к.т.н.*

В настоящее время большинство развитых стран мира придерживаются целей в области устойчивого развития до 2030 года, разработанных и принятых Организацией Объединенных Наций (ООН), направленных на достижение лучшего и устойчивого будущего для всего мира [1]. Одной из

17 заявленных целей является программа «Чистая вода и санитария», направленная на обеспечение всего населения Земли чистой питьевой водой и безопасной санитарной инфраструктурой. Согласно данным ООН, более 840 миллионов человек до сих пор испытывают острую нехватку питьевой воды, 892 миллиона человек не имеют доступа к современным санитарным системам, а 80% всех сточных вод поступают в водные объекты без очистки. В России на государственном уровне также существует понимание необходимости охраны и сохранения водных ресурсов, их защиты от антропогенного воздействия. Вопросам водохозяйственного комплекса посвящены сразу два национальных проекта – «Жилье» и «Экология» [2]. Программы, реализуемые в рамках этих проектов, направлены на разработку и внедрение новых передовых технологий как подготовки питьевой воды, так и очистки сточных вод, что должно в конечном итоге привести к повышению уровня жизни и здоровья населения России, а также к защите и сохранению природных ресурсов и биологического разнообразия.

Одним из актуальных мировых направлений устойчивого развития в части чистой воды и санитарии является внедрение систем оборотного водоснабжения и альтернативных источников водоснабжения в жилищно-коммунальное хозяйство. В целом подобные системы использовались человеком с самого начала развития цивилизаций. Особенное технологическое развитие получили системы промышленного оборотного водоснабжения, внедряемые в рамках концепции безотходного производства. В качестве альтернативных источников водоснабжения исторически рассматривались системы сбора дождевой воды, распространенные еще в древнем мире.

К концу двадцатого века эти технологии шагнули далеко вперед. Обратное водоснабжение стало использоваться в жилых домах и кварталах, обеспечивая удаление черных и локальную очистку серых сточных вод. Очищенные таким образом серые сточные воды используются повторно в этих же домохозяйствах в непитьевых целях. Подобные системы внедряются на объектах технически развитых государств, способных обеспечить гарантированную и безопасную локальную очистку оборотной воды при любых эксплуатационных условиях.

Использование дождевой воды в качестве источника водоснабжения получило еще большее распространение в мире. В отличие от очистки серых сточных вод, очистка дождевой воды, собранной с кровель зданий и покрытий внутриквартальных дворовых территорий не требует особо сложных технологических решений. Надо отметить, что во многих развивающихся странах дождевая вода используется в качестве источника питьевой воды, но в развитых странах использование дождевой воды в качестве питьевого источника сильно ограничено [3]. В основном, собранная и очищенная вода используется в зданиях для удовлетворения бытовых потребностей в воде, таких как смыв туалетов, стирка, подключение к системам охлаждения, а также для использования в ландшафтном и

городском хозяйстве (полив территории, мытье тротуаров), фонтанах и так далее.

Сток с поверхности крыши может обеспечить значительный объем воды для хозяйственных нужд. В среднем крыши составляют 27,767% площади городских территорий, что составляет примерно $6,6 \cdot 10^{11} \cdot \text{м}^2$ поверхности земли. Пока что использование дождевой воды в большинстве случаев применяется в малоэтажном и индивидуальном строительстве. На рынке существуют комплексные решения для внедрения систем сбора и очистки воды в одноэтажные и двухэтажные здания [4]. Однако, современные реалии приводят к появлению зеленых технологий и многоэтажном строительстве, и даже к реализации подобных систем в масштабах городских микрорайонов. Например, в Австралии проектируемые районы рассматриваются на возможность внедрения централизованной системы сбора дождевой воды для последующей централизованной подачи в жилые дома. Отдельные исследования показывают возможность экономии до 60% [5]. Более того, современные исследования, основанные на анализе жизненного цикла внедряемых систем, показывают их большую окупаемость для крупных жилых и коммерческих объектов по сравнению с малоэтажным строительством [6, 7].

В Российской Федерации также началось постепенное формирование нормативно-технического и технологического обоснования применения систем сбора, хранения и использования дождевой воды. Так, например, в актуализированную редакцию СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий» внесен пункт о повторном использовании дождевой воды в торгово-развлекательных, многофункциональных, промышленных и прочих зданиях (п. 26.15) [8]. В 2021 году в центре Москвы открыт знаковый объект – Дом культуры «ГЭС-2», созданный после реконструкции выведенной из эксплуатации гидроэлектростанции. Следуя целям устойчивого развития, создатели проекта внедрили в него, в том числе, систему сбора и использования дождевой воды [9]

Целью данной работы являлся предварительный анализ применимости дождевой воды для непитьевого водоснабжения в России. В данном случае под применимостью понималось достижение адекватного баланса непитьевого водопотребления относительно возможного сбора дождевой воды для усредненного современного жилого комплекса, расположенного в различных регионах Российской Федерации.

Расчет баланса водоснабжения и водоотведения выполнялся для модельного жилого комплекса, состоящего из шести двенадцатиэтажных жилых домов. Модельный жилой комплекс представлял собой усредненный объект, принятый на основании нескольких реализующихся проектов трех ведущих девелоперских компаний России. Площадь участка была принята 1 га. Из нее 55 % - кровли зданий, 17,5 % - асфальтированные покрытия, 19,5 % - щебенчатые и гравийные покрытия, 8 % - зеленые насаждения и газоны. Общее количество квартир на объекте составило 864 штуки при количестве

жителей 1555 человек. В качестве непитьевых нужд, на которые можно было бы направить собранную дождевую воду, рассматривались расходы на смыв унитазов и полив территории. Расчет водопотребления производился в соответствии с положениями СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий». Расход воды на смыв унитазов для всего модельного объекта составил 28 м³ в сутки. Данный расход не зависит от климатической зоны. Расход воды на поливку территории согласно СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» связан с климатической зоной размещения объекта и степенью благоустройства. Для газонов, цветников и городских зеленых насаждений расход воды на поливку находится в диапазоне 3-6 л/м². В зависимости от климатической зоны частота поливки составляет 1 или 2 раза в сутки. К засушливым регионам можно отнести 16 субъектов Российской Федерации со средней максимальной температурой воздуха наиболее теплого месяца более 28 °С. В прочих регионах в поливочный сезон достаточно 1 поливки в сутки. Таким образом, для модельного объекта данные расходы составят от 4 до 8 м³ в сутки.

Количество дождевых вод, собираемых с территории модельного объекта, определялось в соответствии с положениями СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Расчет выполнялся для всех 85 субъектов Российской Федерации с учетом сведений СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» и актуальных данных Гидрометцентра России. Учитывая характер формирования талых вод, они не рассматривались как возможный источник водоснабжения и в расчетах не учитывались.

Для этих же субъектов была собрана информация по актуальным (второе полугодие 2021 года и первое полугодие 2022 года) тарифам на холодное питьевое водоснабжение. Величины тарифов достаточно неоднородны, что позволило использовать их для первичного ранжирования перспективности использования альтернативных источников водоснабжения. Согласно проведенному расчету в 60 субъектах Российской Федерации возможно уменьшение в балансе потребления воды питьевого качества на непитьевые нужды (на смыв унитазов и полив территории) не менее чем на 20% относительно модельного жилого комплекса. Наибольшее количество собранной дождевой воды может быть использовано в Республике Ингушетия, Еврейской автономной области (ЕАО), Краснодарском и Хабаровском краях. При этом в ЕАО один из наиболее высоких тарифов на питьевое водоснабжение в России. Стоимость затрачиваемой питьевой воды на рассматриваемые хозяйственные нужды составляет примерно 1 млн в год. Объем дождевой воды, возможный для использования в денежном эквиваленте составит примерно 360 тыс. рублей в год.

Для экономической оценки применимости технологии необходим глубокий анализ строящихся объектов и применяемых технологий.

Очевидно, что количество собираемой для использования дождевой воды будет зависеть от площади жилого квартала, его планировки и ландшафтного дизайна. Для увеличения количества собираемой воды возможно дополнительное расширение площади водосбора за счет общественных рекреационных зон, расположенных рядом с объектом, соседних объектов в селитебной зоне, не предполагающих использование собственных систем сбора дождевой воды. С другой стороны, в настоящее время развиваются технические решения для снижения объемов потребления воды, в том числе на непитьевые нужды, например, при использовании унитазов с экономичным смывом. Эти решения позволяют снизить подобные расходы и приблизить их к полной обеспеченности за счет дождевой воды.

Кроме того, необходимо принимать во внимание, что строительство системы сбора, хранения и использования дождевой воды не только оказывает влияние на возможно снижение эксплуатационных затрат за счет снижения потребления воды питьевого качества, но и позволяет снизить затраты на городскую инфраструктуру – снижаются диаметры труб канализационных сетей, уменьшается требуемая производительность локальных и городских очистных сооружений, принимающих ливневые сточные воды, снижается вредное воздействие на водные объекты при сбросе неочищенных ливневых сточных вод и так далее. Более того, грамотно реализованный сбор дождевой воды с территории снижает риск оползневых процессов особенно в местах с проблемной ливневой канализацией.

Помимо уже перечисленных перспективных достоинств системы сбора, хранения и использования дождевой воды необходимо отметить отсутствие сложных технологических процессов, требуемых для реализации подобных систем. Базовая очистка воды строится на отводе первой особенно загрязненной порции поступающей воды, отстаивании и фильтрации оставшейся. Накопительные резервуары представляют из себя готовые емкостные изделия, широко представленные на рынке отечественными производителями. Для разведения технической воды по зданиям требуются трубы малого диаметра в силу довольно малых расходов.

Таким образом, системы использования дождевой воды для непитьевых нужд можно рассматривать как довольно перспективные решения для внедрения в Российской Федерации. Данные решения соответствуют критериям «зеленого» строительства и помогают в достижении целей устойчивого развития.

Библиографический список

1. Сайт Программы развития ООН [Электронный ресурс]. – США: Организация Объединенных Наций, – Режим доступа: <http://undp.org/sustainable-development-goals.com/>, свободный.
2. Сайт национальных проектов Российской Федерации [Электронный ресурс]. – М.: Правительство РФ, – Режим доступа: <https://национальныепроекты.рф/>,

свободный.

3. Cook S., Sharma A., Chong M. Performance analysis of a communal residential rainwater system for potable supply: a case study in Brisbane, Australia // Water Resource Management. 2013. № 27 (14), С. 4865-4876.

4. Campisano A.C., Butler D., Ward S., Burns M.J., Friedler E., DeBusk K., Fisher-Jeffes L.N., Ghisi E., Rahman A., Furumai H., Han M. Urban rainwater harvesting systems: research, implementation and future perspectives // Water Research. 2017. № 115. С. 195-209.

5. Coombes P.J., Argue J.R., Kuczera G. Figtree Place: a case study in water sensitive urban development (WSUD) // Urban Water. 2000. № 1, С. 335-343.

6. Matos C., Bentes I., Santos C., Imteaz M., Pereira S. Economic Analysis of a Rainwater Harvesting System in a Commercial Building // Water Resources Management. 2015. № 29 (11). С. 3971-3986.

7. Ward S., Memon F.A., Butler D. Rainwater harvesting: model-based design evaluation // Water Science and Technology. 2010. № 61 (1). С. 85-96.

8. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: Стандартинформ, 2021.

9. Сайт ООО «Метрополис» [Электронный ресурс]. – М.: ООО «Метрополис», - Режим доступа: <https://metropolis-group.ru/projects/mnogofunktsionalnye-kompleksy/ges2/>, свободный.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЁХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ

*Хаулин И.В., студент 4-го курса 10 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Хургин Р.Е., доц., к.т.н.*

Перед тем как приступить к проекту многоэтажного здания необходимо учесть условия эксплуатации. Многоэтажные здания принято делить на несколько классов: промышленные бюджетные, коммерческие, и элитные, стандартные. Определение класса учитывают для составления списка критериев, которые будут влиять на проектирования и строительства здания: местонахождение, архитектура, инженерия, планировка помещений, инфраструктуры и другое. При этом безопасность высотных зданий – это один из основных параметров, который должен быть заложен при проектировании и строительстве.

На сегодняшний день, все больше набирает популярность BIM-проектирование и строительство с использованием моделей. Это вызвано высокими требованиями инвесторов, покупателей и арендаторов к недвижимости.

Высокая детализация проектной документации, 3D-визуализация дает возможность создания качественных проектов для строительства высотных зданий и решает различные задачи заказчика и инвестора.

Относительно недавно в проектных организациях существовал ряд проблем: не удобное сопоставление планов и разных видов, трудное взаимодействие смежных сетей коммуникации и человеческий фактор при составлении спецификаций. Последние три десятилетия в нише проектировании занимала программа AutoCAD. Но на смену 2D пространству с развитием BIM-технологий приходит 3D модель: AutoCAD постепенно отдает корону лидерства в проектировании программе Autodesk Revit. Autodesk Revit, или просто Revit.

Revit – программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий. Предназначен для архитекторов, конструкторов и инженеров-проектировщиков [1]. Программный комплекс Revit по сравнению с программой AutoCAD имеет ряд преимуществ.

При создании и корректировке модели, любые изменения, по типу, сдвига труб или оборудования, будут отображаться и на всех видах, так как мы работаем с одной 3D моделью здания, а все выбранные виды – лишь разные точки проекции на эту модель, в то время как в AutoCAD, изменяя что-то на одном виде или плане, нужно изменять и другие, что может повлечь ошибку из-за человеческого фактора [2].

Удобство работы со смежными отделами: в Revit есть возможность видеть смежные сети, и либо изначально обойтишь их, либо связываться с проектировщиком смежных систем и совместно решать коллизии.

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, которые работают в этой же модели. Из-за этого, время на согласование и сопоставление информации уменьшается в разы.

Но это лишь самые поверхностные преимущества Revit от AutoCAD, но на самом деле их намного больше.

Расчёты, которые предусмотрены функционалом для определения (потерь давления, скорости и т.д.) не используются проектировщиками, по причине неточности и страной методики расчётов и всё-таки Excel имеет свой вес и закрывает нишу вычислительных операций.

Принципиальные схемы ещё остаются в сфере влияния AutoCAD, потому как детальность и точность исполнения не имеют превалирующего значения на стадию П, что позволяет в схематичном виде выполнять эту часть проекта.

В тоже время наиболее крупные строительный компании создают силами своих программистов плагины- так называемые надстройки, которые позволяют упростить ряд процессов. Например, существует плагин(рис.1), который позволяет выдавать отверстия в проекте для всех инженерных систем с архитектурой и конструктивом в здании, так же имеются плагины, которые помогают заполнять списки спецификаций в проекте. Для которых достаточно нажать одну кнопку на панели. В Revit есть некая особенность,

которая не позволяет так же просто выводить листы на печать как в AutoCAD, из-за чего требуется разрабатывать собственный плагин для корректной печати проекта [3].

Однако необходимо отметить границы применения Revit: в наружных сетях он не используется по причине нецелесообразности: излишняя точность не оправдывается трудозатратами, в данном контексте допустимо использовать AutoCAD и 3D Sevil. Этот же аспект можно отнести и к профилю дворовой сети.

Все вышеуказанные возможности программного комплекса Revit очень активно используются при проектировании инженерных систем в уникальных и высотных зданиях.

К уникальным относятся здания и сооружения с высотой, превышающей 100 м, или с величиной пролета более 100 м, или с вылетом консоли более 20 м, или если заглубление подземной части относительно планировочной отметки земли более чем на 15 м [4].

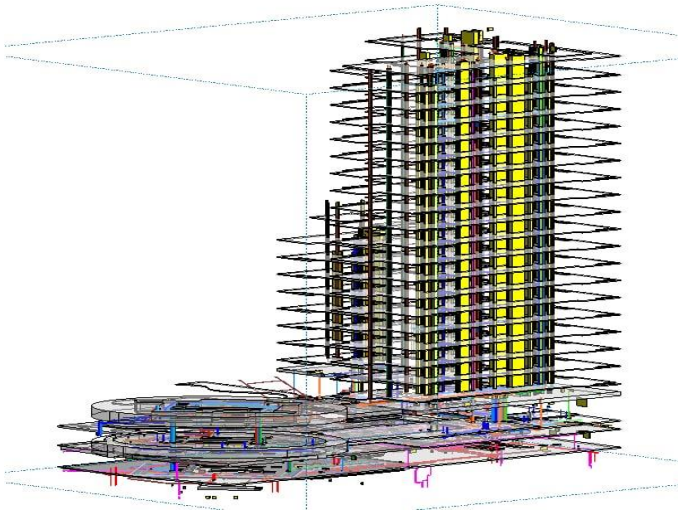


Рисунок 1. Плагин отверстий проектируемого высотного здания

Само проектирование внутренних систем в уникальных зданиях практически не отличаются от обычных, но в них есть и свои особенности. Например, из-за большого количества этажей приходится разделять здание на зоны, для упрощения процесса проектирования, расчетов и затрат на оборудование [5]. Так же есть сложности в увязке всех систем, из-за их огромного количества в таких зданиях.

Так, например, если в здании несколько секций, то процесс увязки становится все более сложным, при этом необходимо учитывать и подземную часть таких зданий.

Для удобства проектировщиков, для работы с программным комплексом Revit многие строительные бренды предоставляют на своих сайтах BIM семейства для добавления их в Revit. Например, семейства сантехнических приборов, насосных агрегатов, вентиляционных систем(рис.2).

Вопреки ошибочному мнению Revit не сложен. Наоборот, создаваемая модель намного упрощает работу и восприятие для проектировщика и всех взаимосвязанных специалистов, особенно в уникальных зданиях из-за их сложности и трудности задумки.

В век цифровой эпохи, 3d моделирование ускоряет и упрощает процесс проектирования, процесс визуализации и проверки. Выявление ошибок проектировщика и возможность исправить их перед началом строительства дает экономию не менее 10% всей стоимости строительно-монтажных работ. Повышается шанс избавиться от глупых переделок при строительстве, минимизировать перерасход материалов, свести к минимуму дополнительные работы.

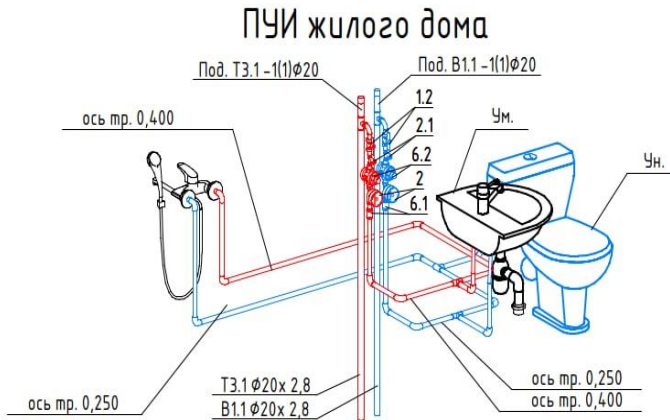


Рисунок 2. Фрагмент модели разводки в помещении уборочного инвентаря

Устранение этих ошибок при строительстве увеличивает срок сдачи объекта в эксплуатацию, а также дополнительные финансовые затраты заказчика. С внедрением BIM технологий на объекте строительства, появляется возможность дополнительного контроля, так как есть возможность установить взаимосвязь очень многих показателей, в частности: стоимостных, временных, объемных и ресурсных.

Заказчик с помощью визуального интерфейса может установить контроль всего происходящего: выявить учет отклонение фактических объемов работ от запланированных, получить результаты этапов технического контроля, отследить замечания технадзора, сколько из них исправлено, и сколько требует дополнительного контроля. Помимо роста

контроля качества строительства, происходит и рост скорости выполнения работ, улучшение логистики и многое другое. Все это делает меньшим влияние человеческого фактора.

При BIM-проектировании происходит:

- сокращение затрат от 10 до 30%;
- сокращается время на проектирование от 20 до 50%;
- увеличивается темп строительства на 10%;
- возможность оперативного внесения изменений в документацию;
- уменьшение ошибок при проектировании и строительстве;
- увеличение точности координации при стыковке при больших расстояниях.

Библиографический список

1. Сайт компании Autodesk [Электронный ресурс].- М.: Autodesk.Inc,-Режим доступа:<https://www.autodesk.ru/>, свободный.
2. Э. Голдберг « Современный самоучитель работы в AutoCAD Revit Architecture», Москва, ДМК-пресс 2012г.,471 с.
3. В.Джеймс Autodesk Revit Architecture. Начальный курс. Официальный учебный курс Autodesk. Учебное пособие ДМК-пресс.2017г., 314 с.
4. В.С. Котельников Строительный контроль. Методическое пособие М.2010, 499 с.
5. М.М. Бородач Инженерное оборудование высотных зданий М. АВОК-Пресс, 2007, 314 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ МЕТОДА ОБРАТНОГО ОСМОСА ПЕРЕД СХЕМОЙ ИОННОГО ОБМЕНА ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ

*Павелкова А.М., студент магистратуры 2-го курса 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Спицов Д.В., директор ИИЭСМ, к.т.н.*

Одним из основных потребителей воды в промышленном комплексе является теплоэнергетика. Вода используется как теплоноситель, для генерации пара и охлаждения. Требования к жесткости воды определяется технологическими нуждами. Глубокого умягчения воды, т.е. до 0,05...0,01 мг-экв/л требует паровая котельная. Соблюдение требований к качеству питательной воды, должно обеспечить сохранение внутренней поверхности котлов в чистом и не корродированном виде. Накипь, образующаяся при повышенной жесткости на поверхностях нагрева, обладает значительно меньшей теплопроводностью, чем металл. Слой накипи толщиной в 1 мм эквивалентен 40 мм стальной стенки по термическому сопротивлению, что вызывает перерасход топлива на 3-4%. Даже незначительный по толщине слой накипи уменьшает теплопередачу, что вызывает перерасход топлива, перегрев экранных труб, стенок котла, их аварийные разрывы. Также

увеличивается необходимость в продувке, что также ведет к потере теплоносителя.

На паровой котельной вырабатывается два вида пара: насыщенный и перегретый (с температурой до 500°C и давлением до 26Мпа). На производстве пар может применяться в качестве теплоносителя, движущей силы, рабочей среды, для очищения поверхностей, насыщения влагой и т.д. Особенностью использования пара для обогрева является образование конденсата, который чаще всего используется повторно.

В соответствии с 2.2.7 [2] схема водоподготовки для производства пара может иметь следующие фазы обработки:

- удаление из воды взвешенных, органических веществ и коллоидно-дисперсных соединений железа;
- умягчение воды;
- удаление из воды агрессивных газов CO_2 и O_2 ;
- частичная деминерализация (только для случаев, когда расчетная величина продувки превышает нормативную (10%) и повышение до 20 % не является целесообразным по техническим и экономическим причинам);
- снижение щелочности.

Основной задачей системы водоподготовки является доведение исходной воды до соответствия [3] с наименьшими затратами. Наиболее распространёнными методами умягчения воды для паровых котельных является применение ионного обмена и обратный осмос. Требования к качеству исходной воды, для данных методов приведены в табл. 1. Если исходная вода не отвечает данным требованиям, то необходимо провести предварительную подготовку воды.

Таблица 1. Требования к качеству исходной воды

Показатель	Ионный обмен	Обратный осмос
Взвешенные вещества, до мг/л	8	0,6
Общее солесодержание, до г/л	3	50
Цветность, не более градусов	30	3
Окисляемость перманганатная, до мг O_2 /л	7	3
Общая жесткость воды, до мг-экв/л	15	20
Железо общее - не более мг/л	0,5	0,1
Сульфаты и хлориды	Отсутствие	-
Сероводород и сульфиды	-	Отсутствие
Нефтепродукты	Отсутствие	Отсутствие
Значение pH исходной воды, не более	3-10	3-10
Свободный активный хлор, до мг/л.	1,0	0,1

Согласно [3] жесткость общая питательной воды для паровых котлов не должна превышать – 10 мкг-экв/л, при этом содержание свободной углекислоты в паре – до 20 (100 мг/кг) (при протяженности обратных конденсатопроводов не более 1000м). Для совместного снижения жесткости

и щелочности исходной воды, а также частичного уменьшения величины общего содержания в паровых котельных применяются процессы Н-катионирования, а также параллельного или последовательного Н-Na катионирования с использованием сильнокислотных или слабокислотных анионитов. Существенным недостатком этих технологий является использование кислоты и возникающая потребность в специальном кислотостойком оборудовании, соответствующего [4], и возможное увеличение класса опасности производственного объекта. При умягчении воды методом Н-Na катионирования необходимо обеспечить удаление из воды избыточной свободной углекислоты. Существующая система водоподготовки для паровой котельной производства, схема которой представлена на рис. 1

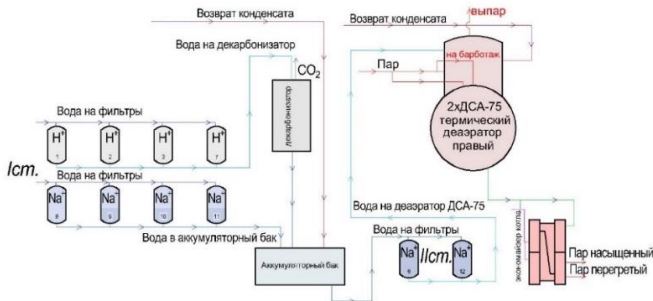


Рисунок 1. Схема водоподготовки паровой котельной с параллельным Н-Na катионированием

Ионным обменом называется фильтрование воды через гранулированные ионы (катионы и анионы), представляющие собой полимерные нерастворимые в воде кислоты и основания, способные вступать в реакции ионного обмена с растворенными в воде солями, сорбируя из воды катионы и анионы и отдавая в раствор эквивалентное количество ионов, которые находятся в матрице ионита.

Все иониты, включая ионообменные смолы, применяемые для умягчения воды, имеют ограниченный ресурс. При насыщении смолы ионами кальция/магния и наступления равновесия с исходной водой наступает конец рабочего цикла. Ионный обмен обратим, поэтому ионит можно вернуть в первоначальное состояние. Этот процесс называется восстановлением или регенерацией ионита. Регенерация ионитного фильтра состоит из следующих операций: взрыхления, пропуска регенерационного раствора и отмывки. Для регенерации применяются концентрированные растворы хлорида натрия и сильных кислот (создание высоких концентраций ионов Na^+ и H^+). Меньшего расхода реагентов требует противоточная регенерация, но проблема образования в большом объеме минерализованных стоков от ионообменных установок сохраняется. При

смешении стоков установок и удаления сульфатов и кальция путем осаждения сульфата кальция. В сочетании с [8] технологией осаждения малорастворимых солей из концентратов установок обратного осмоса [9], такой подход даст возможность практически полностью возвратить хлорид натрия в производство.

Важнейшей характеристикой ионита является его полная обменная способность, которая соответствует количеству способных к обмену активных функциональных групп ионита в единице его веса или объема.

Полную обменную способность ионита выражают в 2-экв поглощаемого ионитом иона на 1 т воздушно-сухого ионита, либо в 2-экв поглощенного иона на 1 м³ разбухшего в воде ионита. Она является постоянной величиной, которую указывают в паспорте ионита, и не зависит от концентрации или природы обменивающего иона.

Полная обменная способность характеризует потенциальную способность данного ионита к ионному обмену. Однако в практических условиях работы установок ионного обмена при многократном проведении регенераций обменная емкость используется не полностью, а лишь частично. Поэтому количество ионов, которое может быть поглощено ионитом до полного его насыщения в процессе эксплуатации (с учетом неполноту его использования) называют динамической обменной емкостью (ДОЕ). При работе установок водоподготовки фильтроцикл проводят до тех пор, пока концентрация удаляемого иона в фильтрате не достигнет определенной допускаемой величины (называемой проскоком), как правило, значительно меньшей его концентрации в исходной воде. Таким образом, процесс ионного обмена прекращают задолго до полного насыщения ионита. В каждом цикле очистки используется лишь часть полной обменной способности ионита – его рабочая обменная способность (РОЕ), или полная динамическая обменная способность.

Установки ионного обмена для подготовки воды просты, надежны в использовании, но при этом обладают значительными габаритами, требуют значительного расхода воды на собственные нужды и реагентов (поваренной соли и сильных кислот) для регенерации ионитов. Серьезной экологической проблемой являются образующиеся при регенерации кислотные/солевые стоки с высокой степенью минерализации (10000 мг/л) и значительные расходы воды на собственные нужды.

Расходы воды на собственные нужды паровой котельной складываются не только из нужд водоподготовки, значительную часть составляют расходы на продувку котла, связанные с восполнением воды и дополнительным расходом воды для охлаждения продувки. При работе котла пар уносится, а растворенные соли, попавшие вместе с питательной водой, остаются в котле, их концентрация увеличивается до предела, установленного производителем, после чего происходит сброс шлама

В настоящее время применение обратноосмотических установок для обессоливания воды вытесняет традиционные установки ионного обмена.

Сущность процесса состоит в пропускании воды под давлением через полупроницаемые полимерные мембраны, пропускающие молекулы воды и задерживающая растворенные ионы солей. Для водоподготовки паровой котельной наиболее подойдет такая разновидность обратного осмоса, как нанофильтрация. Размер пор нанофильтрационных мембран составляет от 0,002 до 0,001 мкм, селективность по одновалентным ионам натрия может составлять 0,65, а по двухвалентным ионам кальция и сульфат-ионам – 0,85 для мембран 70 NE (производства компании CSM, Корея). Меньшая селективность и большей проницаемостью, по сравнению с мембранами с размером пор менее 0,0001 мкм, позволяет установка нанофильтрации работать при меньшем рабочем давлении (3,5-16 бар) при заданной производительности. Это позволяет снизить расходы на электроэнергию.

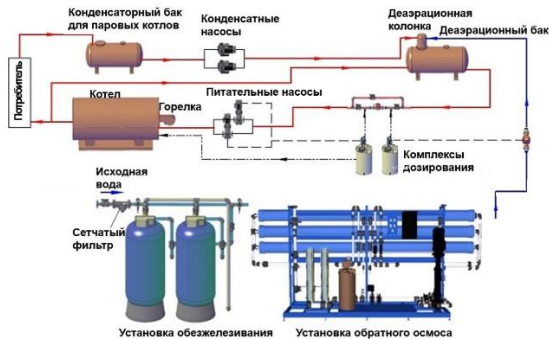


Рисунок 2. Схема водоподготовки паровой котельной с применением обратного осмоса

Полный фильтроцикл мембранной установки также включает рабочий режим и химическую регенерацию, заключающуюся в растворении отложений специальными растворами. Применяемые при этом реагенты: кислота (например, HCl, лимонная кислота) или реагент с низким pH, бисульфит натрия. Срок непрерывной эксплуатации до химической регенерации мембран составляет 500-2000ч. Для предотвращения образования осадков карбоната и сульфата кальция в исходную воду добавляются ингибиторы, замедляющие процесс образования отложений. Дозировка составляет от 3 до 10 мг на литр исходной воды, что значительно меньше реагентного расхода ионитных установок.

Библиографический список

1. Кожин В. Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., репринтное. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. 304 с
2. РТМ 108.030.114-77 Руководящий технический материал " Котлы паровые стационарные низкого и среднего давления организация водно-химического режима - Введ. 1977-05-10
3. ГОСТ 20995-75 Котлы паровые стационарные давлением до 3,9 мпа

Показатели качества питательной воды и пара - Введ. 1977-05-01

4. ПБ 09-596-03 Правила безопасности при использовании неорганических жидких кислот и щелочей- Введ. 2003-05-01

5. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2015. 443 с.

6. Лифшиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Энергия», 1976. 288 с..

7. А.Г. Первов, А.П. Андрианов, Р.В. Ефремов, В.А. Головесов. Новая технология сокращения расхода концентрата установок обратного осмоса / Мембраны и мембранные технологии. – 2021. – Т. 11. – № 3. – С. 202 – 210.

8. А.Г. Первов, Д.В. Спицов, Ж.М. Говорова / Разделение высокоминерализованных стоков с применением нанофильтрационных мембран для упрощения их последующей утилизации / Мембраны и мембранные технологии. – 2021. – Т. 11. – № 5. – С. 345 – 359

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННО-ВАКУУМНЫХ ВНУТРЕННИХ ВОДОСТОКОВ ЗДАНИЯ

Сашина Э.О., студентка 4-го курса 10 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Спицов Д.В., директор института, к.т.н.

Гравитационно-вакуумная система внутренних водостоков зданий была запатентована финским инженером Олави Эбелингом в 1968 году и с тех пор успешно применяется в странах европейского союза, а также и в России. Однако данная система имеет ряд особенностей, которые ограничивают ее использование.

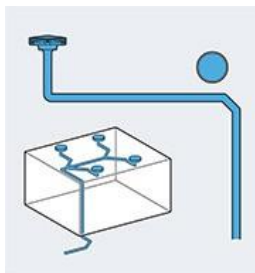


Рисунок 1. Гравитационно-вакуумная система внутреннего водостока здания

Принцип действия системы (рис.1.) основан на эжектирующем свойстве жидкости [1]. Во время проливного дождя стояки наполняются водой полностью, при этом возникает разрежение, создающее дополнительный подсос воды из водоприемной воронки. Конструкция воронки не позволяет проникать воздуху в трубопровод, таким образом в системе возникает напорный режим. При умеренном количестве осадков система функционирует как традиционный внутренний водосток,

но по мере возрастания интенсивности дождя скорость движения воды по горизонтальным участкам трубопровода может достигать до 12-15 м/с [2,3].

Естественно такая система имеет ряд преимуществ:

- 1) Высокая производительность;
- 2) Меньший диаметр трубопроводов по сравнению с традиционной системой;
- 3) Самоочищение трубопроводов;
- 4) Меньшее количество кровельных воронок и стояков;
- 5) Отсутствие уклона на горизонтальных участках;

Рекламируя свой продукт, производители за частую не берут во внимание особенности, связанные с применением данной системы.

Принято считать, что система работает в напорном режиме, когда прилив атмосферных осадков равен пропускной способности воронки. Однако, в таких обстоятельствах на кровле сооружения непременно возникает слой воды определенной высоты, что создает дополнительную нагрузку на кровлю. Также, отсюда следует, что цена ошибки проектирования, монтажа или эксплуатации очень велика.

Рассмотрим специфику гидравлического расчета. Напорный режим в системе необходимо поддерживать до ее конечной точки. Следовательно, требуется точно определить диаметр участков трубопроводов, при этом потери напора на трение и в местных сопротивлениях не должны превышать величину имеющегося напора, который равен разности геодезических отметок между водосточной воронкой и конечной точкой системы. Невязка не может превышать 1 м вод. ст.[4].

Обратимся к цифрам, приведенным в работе [3]: расход воды 12 л/с в воронке с выпуском диаметром 50 мм. Из условий неразрывности потока скорость движения воды $V=5,877$ м/с. По формулам [5] удельная потеря напора на трение при $K_3=0,02$ мм, $i=0,658$ м/м; при $K_3=0,007$ мм $i=0,598$ м/м; при $K_3=0,25$ мм, $i=1,04$ м/м. Наглядно видно, что требуемая невязка будет превышена уже на первых 2-5 м только из-за неверно подобранного коэффициента шероховатости материала труб. Поэтому для более точного расчета необходимо знать фактический коэффициент шероховатости труб.

Кроме того, высокие скорости потока создают шум и вибрацию, что ограничивает применение данной системы.

Наиболее эффективно гравитационно-вакуумная система водостока работает на плоских кровлях площадью $S > 1000$ м². К ним относятся:

- 1) Торговые центры;
- 2) Логистические центры;
- 3) Спортивные сооружения;
- 4) Производственные комплексы;
- 5) Аэропорты;

Подводя итоги, отметим, что гравитационно-вакуумная система водостоков имеет высокую эффективность, тем не менее не стоит игнорировать ряд особенностей, связанный с ее применением.

Библиографический список

1. Добромыслов А. Я. Расчет и конструирование систем канализации зданий. М., Стройиздат, 1978
2. Якушин С. М. «Клик-Клак» и вакуумная система от фирмы HL // Сантехника, 2003, № 6.
3. Яковлев А. К. Гравитационно-вакуумная система внутреннего водостока на основе труб ПНД Geberit Pluvia // Сантехника, 2003, № 6.
4. Добромыслов А.Я. Ещё раз о гравитационно-вакуумных системах внутренних водостоков зданий // Сантехника, 2004. №1. С. 20–24.
5. СП 40-102-2000. Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ Г. СТАВРОПОЛЯ

*Огрызко А.Г., Студентка 3-го курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Викулин П.Д., доц., канд. тех. наук.*

Введение

В современные города переезжают много людей, что требует постройки новых жилых домов. Это является причиной того, что уже существующая система водоотведения может не справляться и её следует заменить. Для этого следует подобрать правильный способ замены трубопроводов. Так как существует достаточно много способов, то следует их сравнить и выбрать самый эффективные в приведенной ситуации.

Цель

Выбрать наилучший способ для замены системы водоотведения в г. Ставрополь.

Задачи

1. Проанализировать систему водоотведения г. Ставрополь
2. Определить причину перекладки системы водоотведения
3. Сравнить методы прокладок труб
4. Обосновать причину выбора

Население г. Ставрополь прибывает в связи с увеличением рабочих мест и достаточно благоприятным климатическим условиям. Из этого выходит то, что нужно строить новые жилые дома, а это в свою очередь влияет на расход воды в системе водоотведения. Министерство жилищно-коммунального хозяйство Ставропольского края приказало МУП «Водоканал» г. Ставрополь улучшить корректировку инвестиционной программы по развитию централизованных систем водоотведения на территории г. Ставрополь.



Рисунок 1. Сеть водоотведения рассматриваемого участка города Ставрополь.

Рассмотрим территорию в Промышленном районе, одном из самых заселяемых участков [1]. Помимо этого, представленная территория густо заселена, что видно рисунку 1.

Также на рисунке можно увидеть, где будет производиться наиболее активная стройка новых жилых домов. Помимо этого, как можно заметить по горизонталям город расположен на возвышенности (Северный Кавказ).

Существует два основных метода прокладки труб: с траншеей и бестраншейный. Сравним их.

Траншейный метод подразумевает укладку трубы в траншею, выкопанную непосредственно в грунте, в защитном кожухе, в специальном канале, укрытые бетонными защитными плитами. [2]

Недостатками данного способа являются: 1) остановка движения на выбранном участке пути; 2) серьезные временные потери из-за демонтажа, а потом для восстановления, покрытия; 3) гибель растений и разрушение плодородного слоя почвы [2]; 4) трубопровод заглубляется недостаточно глубоко, чтобы полностью исключить его размыв [3].

Достоинства: 1) простота работ; 2) нетребовательность к исполнителям; 3) возможность переложить большую часть работ на доступную технику [2].

Бестраншейная прокладка труб — это способ, который позволяет монтировать трубопроводные коммуникации без вскрытия грунта [4].

Недостатки бестраншейного метода: 1) необходимость найма специальной техники; 2) трудозатратность.

Достоинства: 1) высокий КПД; 2) относительная бесшумность; 3) небольшой объем подготовительных работ; 4) мало обслуживающего персонала; 5) нет необходимости перекрывать движение; 6) можно

проводить в любое время года; 7) нет риска повредить другие коммуникации; 8) универсальность; 9) сокращение сроков монтажа систем [3].

Исходя из вышеперечисленных достоинств и плотной застройки города лучше всего использовать бестраншейный метод прокладки трубопроводов. Для данного участка учитывая диаметр трубы и протяженность сети, требующей реконструкции, а также то, что город находится на возвышенности наиболее эффективным выбрать способ ГНБ (Горизонтально Направленное Бурение).

Прокладка труб методом ГНБ заключается в бурении с поверхности земли подземной скважины, в которую потом протягивается трубопровод. Процесс бурения управляемый, скважина идет по установленной расчетами и утвержденной проектом траектории.

Технологию применяют в различных типах грунтов, включая скальные, однако в сложных геологических условиях (пльвуны, карст, наличие включений искусственного происхождения и т. д.) прокладка бывает затруднена или вовсе невозможна [5].

Заключение

Таким образом, была проанализировано ситуация в г. Ставрополе. Выявлена причина в реконструкции трубопровода из-за увеличения эксплуатируемых домов на данной территории, а следовательно увеличения расхода в системе, на который она ранее не была рассчитана. Были проанализированы возможные способы решения данной проблемы и выявлен наиболее эффективный для сложившейся ситуации.

Список литературы

1. <http://www.water26.ru/index.php/information/disclosure>
2. <https://dom-i-remont.info/posts/kanalizaciya/bestranshejnaya-prokladka-kanalizaczii-novyj-metod-spasayushhij-prepyatstviya/#id1.1>
3. <https://discoverrussia.interfax.ru/wiki/86/>
4. <http://trubamaster.ru/vodoprovodnye/bestranshejnaya-prokladka-trub.html>
5. <https://gorgaznn.ru/montazh/metod-gnb-eto.html>

ПРОБЛЕМА РЕГУЛЯРНЫХ ЗАСОРОВ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ В Г. ИВАНТЕЕВКЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

*Володина А.А., Студентка 3-го курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Викулина В.Б., доц., канд. тех. наук.*

Введение

Система водоотведения очень важна для обеспечения комфортной жизни современного человека. Поэтому очень важно за ней следить,

своевременно ремонтировать или заменять. Основными проблемами являются образование отложений на внутренней стенке трубы или попадание мусора, а также износ системы водопроводной сети.

Существует несколько способов очистки трубопроводов. Важно проанализировать ситуацию, параметры трубопровода и подобрать наиболее эффективный.

Цель

Выявление наилучшего решения проблемы засоров канализационных труб в г. Ивантеевке Московской области.

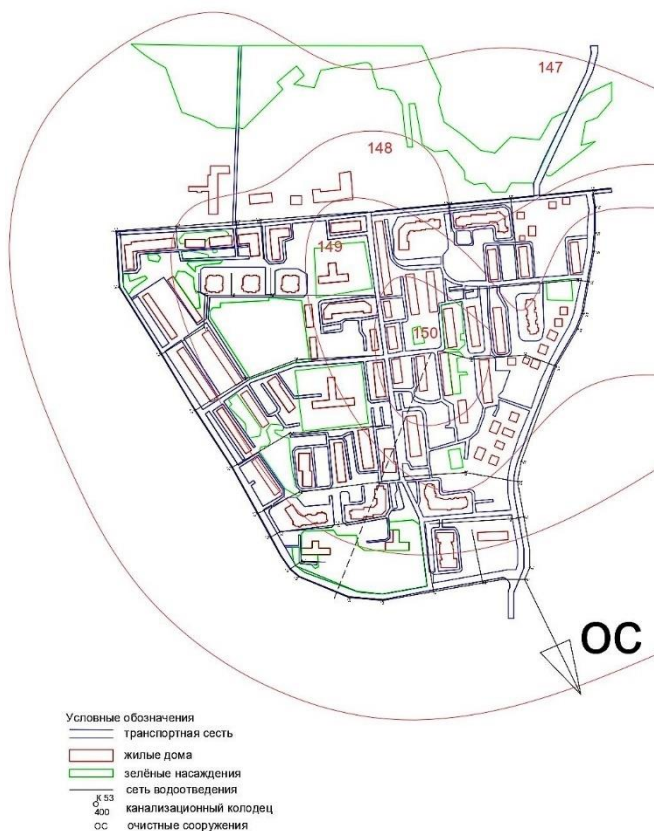


Рисунок 2. Сеть водоотведения рассматриваемого участка города Ивантеевки

Задачи

1. Изучить и проанализировать сеть водоотведения г. Ивантеевки
2. Выявить проблемные участки
3. Выявить причины засоров

4. Анализ ситуации, предложение метода очистки труб

5. Составление рекомендаций для предупреждения засоров канализационных труб в г. Ивантеевка

На балансе Ивантеевского Водоканала находятся восемь канализационных станций перекачки, которые работают в круглосуточном режиме принимая стоки со всего города. Самая большая станция куда сходится все стоки города Ивантеевка и города Пушкино – это Межрайонная канализационная насосная станция (МКНС), работает в круглосуточном режиме, производит механическую очистку поступающих стоков и перекачивает их в г. Щелково на очистные сооружения. [1].

На сегодняшний день значительно возросло попадание в канализационную сеть предметов хозяйственно бытового назначения. Например, нетканые полотенца, салфетки, созданные не на бумажной основе, половые тряпки, бритвенные приборы, резиновые перчатки, предметы личной гигиены и т.п. Так же в новых домах фиксируются случаи сброса в канализацию строительного мусора, слива ацетона, красителей и других веществ запрещенных к сбросу в канализационную сеть города.

Ежедневно на линию по прочистке канализационной системы выезжает аварийная бригада Водоканала, используется специализированная каналопромывочная машина, но с каждым месяцем засоров становится все больше. В период с 2010 по 2015 год сброс непредназначенных для канализации отходов увеличился более чем в 6 раз, и составил 38 м³/сут.

Анализ

Для грамотного принятия решения важно учитывать все факторы: диаметр трубы, длина прочищаемого участка, финансовые возможности, и особенно причину возникновения засора. Так как увеличение расхода, за счёт присоединения к сети новых домов не было, то необходимости в реконструкции водопровода и увеличения диаметра трубы – нет. Диаметр керамических труб достигает 400 мм в пределах рассматриваемого участка Ивантеевки. Срок эксплуатации трубопровода составляет 50 лет, система водоотведения изношена. В ближайшие 10 лет потребуются постепенно делать реконструкцию сети водоотведения. [2]

Количество засоров на дворовых сетях в несколько раз больше, чем в уличных, что объясняется тем, что крупные предметы соизмеримы с диаметром труб 150 и 200 мм. [3]

Изучив и проанализировав деятельность компании ООО "Водоканал" г. Ивантеевка за последние 4 года (2018-2021), я пришла к выводу, что в городе регулярно возникают засоры канализационных труб. Основной причиной являются не отложения на стенках труб, а попадание в трубу крупного строительного мусора, тканевых материалов, пищевых отходов, других предметов и веществ, которые не растворяются в воде.



Рисунок 3. Устранение засора в канализационной трубе по адресу г. Ивантеевка, ул. Коминтерна

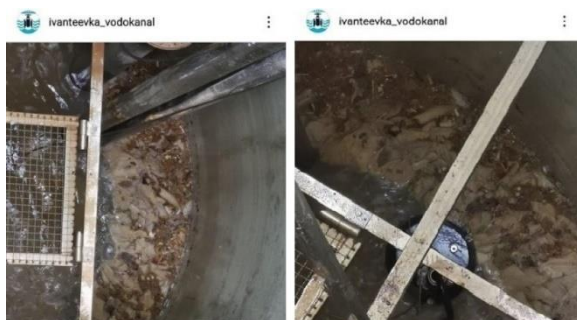


Рисунок 4. КНС города засорена тряпками и другим нерастворимым мусором.



Рисунок 5. Сотрудники Водоканала очищают канализационный колодец от мусора.

Причиной попадания крупногабаритного мусора является также открытые канализационные колодцы, люки которых иногда воруют.

Результаты

Существует несколько способов очистки, каждый из которых имеет свои условия применения и принцип действия. Например, гидродинамическая, гидроэлектроимпульсная, механокавитационная,

механическая, гидромеханическая очистка трубопроводов. Для удаления сложных засоров наиболее результативный метод – гидродинамическая чистка.

Гидродинамическая очистка — обработка внутренних поверхностей трубопроводов струей жидкости давлением до 10–20 МПа (100–200 атмосфер), в тяжелых случаях до 800 атм. Под воздействием сильного напора удаляются засоры любой сложности, стенки труб. [4]

Принцип гидродинамической очистки следующий. Один конец шланга с особой насадкой помещается в трубу с засором. Обратная сторона подключается к каналопромывочной машине с емкостью для обычной воды и насосом высокого или сверхвысокого давления, который подает воду в трубу, обеспечивая мощный поток жидкости. Под действием разнонаправленных струй высокого давления разбиваются даже самые прочные загрязнения. Обратный поток жидкости захватывает оторванные от стенок загрязнения и перемещает в приемный колодец, где происходит их последующая откачка. [5]

Но, какой бы эффективной не была очистка трубопроводов, засоры возникнут снова, если жители г. Ивантеевки не пересмотрят своё отношение к системе водоотведения.

Таким образом, я пришла к результату, что Мосводоканалу следует совместно с психологами вести работу с населением, прививать жителям Ивантеевки культуру бережного отношения к системе водоотведения

Заключение

Рекомендаций для предупреждения засоров канализационных труб в г. Ивантеевка:

1. Организовать просвещение жителей г. Ивантеевки о правилах пользования системой канализации, и о последствиях неправильного пользования.
2. Отслеживать состояние загрязнений труб и производить очистку до возникновения засора.
3. Запланировать работы по санации сети водоотведения на участках труб с высоким износом.
4. Организовать работу по сотрудничеству с психологической службой города, подобрать стратегию, как наиболее эффективно воздействовать на сознательность жителей
5. Предложить ввести в школах и детских садах беседы о системе водоотведения, и правилах её использования, экскурсии на Водоканал.

Список литературы

1. <https://iv-vodokanal.ru/%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/> (дата обращения: 17.02.2022).
2. [Схема водоснабжения и водоотведения городского округа Щёлково Московской области на период с 2019 до 2029 года.](#)

<http://shhyolkovo.ru/upload/files/127-04.pdf> (дата обращения: 17.02.2022).

3. Майны Ш. Б. ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СЕТЕЙ КОММУНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. 2020. №4 (70). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-ekspluatatsionnoy-nadezhnosti-setey-kommunalnyh-sistem-vodootvedeniya> (дата обращения: 17.02.2022).

4. Бабинцева Т.В., Майзель И.Г. Метод восстановления пропускной способности трубопроводов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2010. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-vosstanovleniya-propusknoy-sposobnosti-truboprovodov> (дата обращения: 21.02.2022).

5. <https://www.pf-stis.com/gidrodinamicheskaya-ochistka.html> (дата обращения: 17.02.2022).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ УСТАНОВОК УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ И НАНОФИЛЬТРАЦИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

*Рожнов Д.А, Макаров Д.В., студенты 4-го курса 10 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Первов А.Г., профессор, д.т.н.*

На данный момент в мире наблюдается повсеместное ухудшение качество воды в водоемах.

Происходит изменение цветности воды из-за цветения, а также изменяется окисляемость за счет попадания антропогенных загрязнений: ПАВ, пестицидов, хлорорганических загрязнений и нефтепродуктов. Для решения данных проблем, применяются озонсорбционные методы [1], которые дополняют систему ультрафильтрации. Но такой подход требует высоких денежных затрат на уголь.

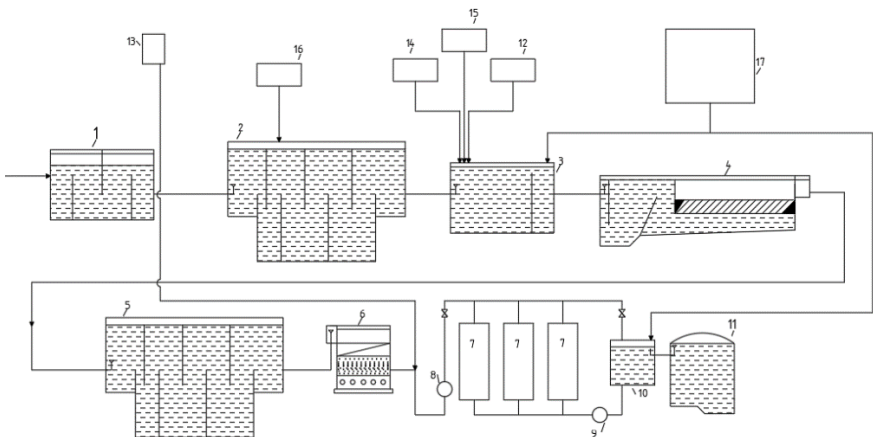


Рисунок 1. Технологическая схема очистки поверхностных вод для подготовки

питьевой воды с использованием озонсорбции и ультрафильтрации 1 – входная камера; 2 – контактный бассейн первичного озонирования; 3 – смеситель; 4 – тонкослойный отстойник; 5 – контактный бассейн вторичного озонирования; 6 – песчаные фильтры; 7 – мембранные аппараты ультрафильтрации; 8 – рабочий насос установки ультрафильтрации; 9 – насос обратной промывки ультрафильтрационных аппаратов; 10 – контактный резервуар; 11 – резервуар чистой воды; 12 – подача извести; 13 – углевание; 14 – система приготовления и дозирования раствора коагулянта; 15 – система дозирования флокулянта; 16 – озонатор; 17 – хлоратор

В схеме на рис.1 мембранам отводится роль тонкого фильтра, задерживающего частицы угля и бактерии. Как показывает опыт эксплуатации озонсорбционных методов, часто не избежать проблемы хлорорганических и других летучих органических соединений, особенно при высокой цветности и окисляемости воды [1]. На рис. 2 представлена технологическая схема, которая наиболее эффективно решает данную проблему с помощью применения нанопермембранных мембран [2].

Мембраны способны задерживать из воды ряд различных загрязнений. Такие свойства мембран привлекали внимание специалистов своей возможностью разработки высокоэффективных систем водоподготовки для питьевых и технических целей [3].

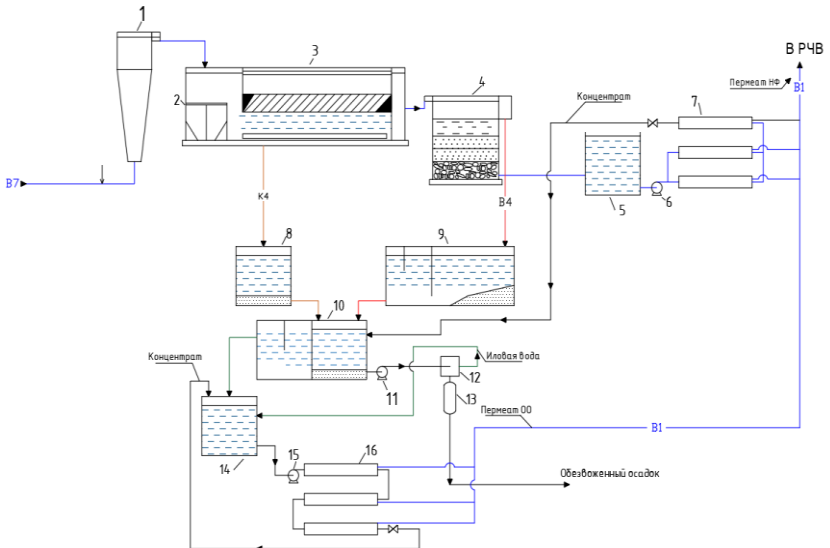


Рисунок 2. Технологическая схема станции подготовки питьевой воды с применением нанопермембранных мембран: 1– Смеситель; 2 – КХО; 3 – отстойник; 4 – фильтр; 5 – бак очищенной воды; 6 – Рабочий насос установки НФ; 7 – нанопермембранные мембранные аппараты; 8 – бак сбора осадка; 9 – Бак отстойник; 10 – уплотнитель осадка; 11 – насос подачи осадка на обезвоживание; 12 – система обезвоживания осадка; 13 – осадок; 14 – бак сбора

иловой воды и отстоянной промывной воды; 15 – рабочий насос установки ОО для обработки иловой воды ;16 – мембранные аппараты ОО.

Мембранная установка в схеме на рис.2 работает в циркуляционном режиме, благодаря чему выход фильтрата может составлять 90–95% [4]. Вода, содержащая в осадке взвешенные вещества после гидравлической промывки мембранных аппаратов, собирается в специальный отстойник. После отстаивания происходит смешение исходной воды с промывной, также, образующаяся при этом иловая вода может смешиваться с исходной [5]. Осадок удаляется на обезвоживание.

Выпавший, таким образом, осадок содержит все загрязнения, подлежащие удалению. Из концентрата удаляются все загрязнения, что позволяет его смешивать с очищенной водой [6]. Смешанный поток содержит все необходимые компоненты на уровне требований [7].

Нами рассматривается возможность применения нанофильтрации для доочистки воды, прошедшей «классическую» очистку. Такой подход практикуется при реконструкции станций очистки воды.

В таблице представлены сравнительные расчеты различных статей эксплуатационных затрат в зависимости от изменения цветности исходной воды. Исходя из расчетов, был построен график на рис.3, который наглядно показывает преимущество нанофильтрационных схем над ультрафильтрационными при значениях цветности свыше 50 градусов.

Таблица 1. Расчеты эксплуатационных затрат (ультрафильтрация)

Станция 24000 м ³ /сут	Цветность, град		
	50	60	70
Ультрафильтрация	50	60	70
Доза озона, мг/л	7	10	15
Расход эл.эн. на озон в час	105	150	225
Годовые затраты эл.эн на озон, руб/год	6212500	7000000	8312500
Годовые затраты эл.эн на ультрафильтрацию, руб/год	3500000	3500000	3500000
Годовые затраты на УФ+ОЗ, руб/год	9712500	10500000	11812500
Доза угля БАУ, мг/л	8	10	15
Годовой расход угля, т/год	70	88	131
Затраты на уголь, руб/год	9116445	11395557	17093335
Затраты на замену мембран, руб/год	4000000	4000000	4000000
Затраты на реагенты (моющ. р-т), руб/год	1600000	1600000	1600000
Итого, эксплуатационные затраты, руб/год	24428945	27495557	34505835

Таблица 1. Расчеты эксплуатационных затрат (нанофильтрация)

Станция 24000 м ³ /сут	Цветность, град		
	50	60	70
Нанофильтрация	50	60	70
Расход эл.эн, час 0,5 кВт/м ³	500	500	500
Годовые затраты эл эн на нанофильтрацию, руб/год	8750000	8750000	8750000
Стоимость мембран (нанофильтрация), руб/год	10000000	10000000	10000000

Затраты на реагенты (моющ. р-т), руб/год	1600000	1800000	2000000
Итого, эксплуатационные затраты, руб/год	20350000	20550000	20750000

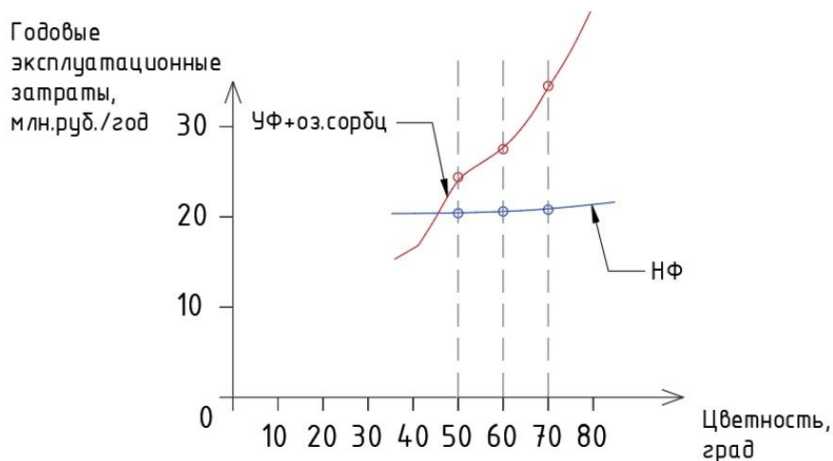


Рисунок 3. График зависимости годовых затрат от цветности.

Библиографический список

1. Первов А.Г. Технологии очистки природных вод. Процессы очистки природных вод. – Москва, Издательство АСВ, 2015.
2. Первов А.Г., Андрианов А.П., Горбунова Т.П. // Разработка мембранных технологий с уменьшенным расходом воды на собственные нужды. УДК 628.16:62-278
3. Первов А. Г., Ширкова Т. Н, Тихонов К. В. // Расчет установок обратного осмоса и нанофильтрации, применяемых для обработки фильтратов твердых бытовых отходов
4. Первов А.Г., Андрианов А.Р., Ефремов Р.В., Головесов В.А. // Новая технология сокращения расхода концентрата установок обратного осмоса
5. Первова А.Г., Спицова Д.В., Говорова Ж.М. // Разделение высокоминерализованных стоков с применением нанофильтрационных мембран для упрощения их последующей утилизации. УДК 628.16:162-278
6. Первов А. Г., Дабровски В., Тихонов К. В. // Применение мембранных установок обратного осмоса в схемах биологической очистки сточных вод
7. СанПиН 2.1.3684-21

**Секция «Безопасная эксплуатация зданий
и сооружений»**

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Король С.Ю., студент магистратуры 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

Выбросы в атмосферу парниковых газов, измеряемые в качестве показателя CO_2 , являются составляющей частью жизненного цикла зданий и сооружений. Начиная с этапа добычи и поставок сырьевых материалов образуется двуокись углерода, на последующих этапах – при производстве, транспортировке, строительстве, эксплуатации, а также при сносе объектов капитального строительства эквивалент CO_2 только возрастает.

На этапе эксплуатации объекта капитального строительства одной из важных целей становится достижение нейтрального уровня эмиссии (выброса) двуоксида углерода. Необходимо отметить, что снижение углеродного следа зданий и сооружений является значительным вызовом для всего строительного сектора.

Понятие углеродного следа тесно связано с понятием энергоэффективности, для достижения снижения выброса CO_2 следует придерживаться следующего комплекса мер:

- в приоритет ставить эффективные и низкочрезвычайно затратные решения по снижению выбросов CO_2 ;
- внедрять энергоэффективные продукты и материалы (например, теплоизоляционные) как энергосберегающие технологии;
- поддерживать разработку и внедрение эффективных и жизнеспособных решений в сфере вторичного использования, переработки отходов и утилизации;
- информировать потребителя об энергоэффективности и углеродном следе любой продукции.

В части конечного потребления тепловой энергии, в частности в жилых многоквартирных домах, содержится значительный потенциал сокращения выбросов парниковых газов. Конструкция систем внутреннего теплоснабжения и отопления этих зданий, их оснащение не соответствует целевым показателям, а также современным требованиям по энергоэффективности. Поскольку теплоизоляционные материалы сокращают процесс теплопередачи и уменьшают траты топлива на обогрев, только использование одних теплоизоляционных материалов в строительной отрасли может обеспечить до 40% совокупного сокращения выбросов эквивалента CO_2 . Возьмём на рассмотрение утеплитель с низким углеродным следом, состоящий из стекловолокна и базальтовой ваты. Рассматриваемый теплоизоляционный материал основывается на более пониженном уровне плотности стекловаты в теплоизоляционной способности. Вместе с тем, электроэнергию, используемую при изготовлении стекловаты, получают из возобновляемых источников

энергии. В течение жизненного цикла здания выбросы CO₂ на деревянном каркасе с применением данных утеплителей ниже в конечном итоге на 0,1–6,2%. Для бетонного многоквартирного дома в части изоляционных решений максимальное «углеродное сбережение» составляет 2,6% в течение всего жизненного цикла здания. Общие затраты на весь период эксплуатации значительно ниже, чем у аналогов, несмотря на относительно высокую стоимость материалов, т.к. изоляция способствует экономии средств и времени за счет простоты в установке, снижает расходы на стоимость ремонтов и эксплуатацию. Электроэнергию, используемую при производстве стекловаты, получают из возобновляемых источников энергии, например, используется произведённый на месте биогаз, это условие дает дополнительное преимущество. В России данный тип утеплителя набрал популярность, заводы по производству минеральной ваты построены в нескольких городах.

При проведении текущего и капитального ремонтов, для устройства «теплых полов», для выравнивания бетонных, звукоизоляционных полов при проведении работ возможно использование выравнивающей стяжки российского производителя, низкоуглеродное содержание которого также основывается на меньшей массе применяемого материала. При использовании данного решения, углеродный след на протяжении жизненного цикла здания на 2,5% ниже по сравнению с применением бетонных полов, и на 1,2% ниже по сравнению с гипсовым выравнивающим слоем, независимо от каркаса здания. В дальнейшем решения для половых покрытий может помочь достигнуть снижения до 4% от объёма эмиссии всего жизненного цикла.

Оценка углеродного следа многоквартирных домов на основе рассмотрения жизненного цикла и с учётом региональной эффективности также должна включать в себя использование первичной энергии. Методика должна позволять определять энергопотребление и объем выбросов CO₂ с учётом влияния на них на эффективности использования первичной энергии в городе как для отдельного многоквартирного дома, так и для города в целом.

Бурный рост городского населения прогнозируется в ближайшие десятилетия по всему миру. Применение строительных и отделочных материалов из низкоуглеродного алюминия на этапах строительства и эксплуатации способствует развитию и созданию нового облика городов, учитывая значительное направление на урбанизацию. Для разных регионов характерны свои природно-климатические особенности, следовательно, для южных регионов возможно применение низкоуглеродного алюминия для фасадов - вариант перфорированных фасадов, для северных - навесной фриз. Перечисленные обновления облика здания способствуют регулированию в зданиях вентиляции, освещения и сохранению приватности, также следует отметить, что и расчётный срок службы алюминиевых конструкций составляет 80 лет.



Рисунок 1. Перфорированный фасад на примере жилого дома

Менее 4 тонн показателя CO_2 на тонну полученного алюминия составляет углеродный след рассматриваемого алюминия, в отношении того, что в среднем в мире составляющая эквивалента CO_2 составляет около 12 тонн на тонну произведенного алюминия (учитываются энергетические прямые и косвенные выбросы от алюминиевых заводов).

Для прибавки инвестиций в программы капитального ремонта зданий существующего жилого фонда следует сформировать углеродный рынок приобретения углеродных единиц в результате применения мероприятий по повышению энергоэффективности.



Рисунок 2. Сравнительный анализ средних показателей выбросов CO_2 по отрасли с низкоуглеродным алюминием

Переход на низкоуглеродные технологии является направлением современной мировой экономики. Замена устаревших конструктивных элементов или инженерных систем на современные энергоэффективные низкоуглеродные материалы позволяет развивать технологии, основанные на снижении углеродного следа продукции. Использование сертифицированных материалов при строительстве и эксплуатации

сооружений и жилых зданий способствует повышению эффективности инвестиций в развитие инфраструктуры с переходом к нейтральной углеродной экономике будущего.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 2 июля 2021 г. N 296-ФЗ "Об ограничении выбросов парниковых газов"
2. СП 50.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. М.: ОКС 91.120.10, 2013.
3. 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.
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..
4. Король О.А. Основные подходы и принципы формирования методики оценки эффективности энергосберегающих мероприятий в строительном производстве [Текст] / О.А. Король // Научное обозрение. — 2015. — № 12. — С. 393–396.
5. Король О.А. Классификация и ранжирование энергозатрат для обеспечения требований энергоминимизации современного строительного производства [Текст] / О.А. Король // В сборнике «Строительство — формирование среды жизнедеятельности». Сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. — 2015. — С. 970–973.
6. Король О.А., Бакунова С.Ю., Мажирин М.Ю. Технологии пролонгации межремонтных сроков отдельных инженерных систем после капитального ремонта жилищного фонда// Строительство и архитектура (2020). Том 8. Выпуск 3 (28). С.80.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ С УСИЛЕНИЕМ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМ МАТЕРИАЛОМ

*Фехретдинов А.Р., студент магистратуры 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

В данной научной статье рассмотрены технические решения по усилению железобетонных конструкций общественного здания с учетом его технического состояния. Техническое состояние конструктивных элементов здания определялось в результате технического обследования. Для предварительной оценки и осмотра технического состояния сооружения, на основе имеющихся исходных материалов, выполнялось визуальное обследование строительных конструкций. Если выявленные дефекты и повреждения способствовали потере несущей способности строительных конструкций, то выполнялось инструментальное обследование. [1, 5-8]

Рассматриваемый объект представляет собой 5-ти этажное бесподвальное здание. В плане здание имеет прямоугольную форму с

габаритными размерами застройки 53,6х19,48 м, и максимальной высотой надземной части 28,03 м от относительной отметки нуля у входной группы здания, соответствует абсолютной отметке +151,96 (по Балтийской системе высот). Высота этажей составляет 4,5 м (до ребра плиты перекрытия) [4-3].

Здание построено в 1989 г., по индивидуальному проекту (по техническому паспорту) и относится ко 2-му уровню ответственности.

Конструктивная схема здания представляет собой связевой каркас с сеткой колонн 6.0х6.0 м и треугольных стальных связей с поперечной раскладкой ригелей. [4]

Пространственная жесткость и устойчивость каркаса здания обеспечивается за счет совместной работы вертикальных конструкций – колонн и жестких горизонтальных дисков – плит перекрытий и покрытия в сочетании с жесткими узлами сопряжения элементов каркаса, а также работой лестнично-лифтовых узлов и железобетонными диафрагмами жесткости толщиной 200 мм. Связевые панели образованы сборными железобетонными колоннами и треугольными стальными связями.

Фундаменты под стенами и колоннами каркаса – монолитные железобетонные ростверки «ленточного» типа на свайном основании.

Внутренними вертикальными опорами здания являются сборные железобетонные колонны квадратного сечения с размерами 400х400 мм и с двумя консолями. [8]

Горизонтальные несущие конструкции, используемые в перекрытии и покрытии здания разного вида, выполнены из сборных железобетонных ребристых плит с высотой сечения 400 мм и многопустотных плит с толщиной 220 мм. Раскладка плит перекрытия осуществляется по балочной схеме с опиранием на нижнюю полку сборных железобетонных ригелей. Ригели с размерами сечения 900х460 мм опираются на консоли колонн.

Крыша обследуемого здания – плоская, совмещенная, разноуклонная с рулонной кровлей и внутренним организованным водостоком [4, 10].

Прочностные характеристики бетона сборных железобетонных колонн, измеренные ударно-импульсным методом, составляют $R_{сж.} = 39,5-69,2$ МПа, методом отрыва со скалыванием – $R_{сж.} = 36,8-45,9$ МПа.

По выполненным вскрытиям установлено, что колонны армированы стержневой арматурой периодического профиля Ø40 мм, класс А400.

Прочность стержневой арматуры принята по данным таблицы 6.14 СНиП 63.13330.2018. Прочностные характеристики арматуры соответствуют следующим значениям: $R_s=R_{sc}=365$ МПа (для арматуры класса А400), $R_s=815$ МПа (для арматуры класса А600).

По результатам технического обследования были выявлены дефекты, снижающие несущую способность железобетонных колонн среднего ряда 3 и 4 этажей, такие как пониженная прочность бетона по сравнению с проектным значением, оголение арматуры и многочисленные трещины по защитному слою бетона, Стальные элементы имеют следующие дефекты: разрушение антикоррозионных защитных покрытий, сплошную коррозию.

Рекомендуется рассмотреть вариант усиления колонн по специально разработанному проекту с устройством обойм (лент) из углеродного волокна. [9-10].

Выбор композитного материала осуществляется исходя из усиливаемой конструкции и условий ее работы, а также ожидаемой нагрузки после усиления. [2-3]

Композитные обоймы колонн следует наклеивать непрерывно по всей высоте колонны (рисунок 1, а) или с расчетным шагом композитных обойм (рисунок 2, б).

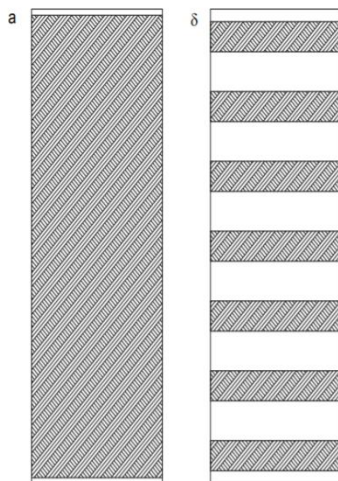


Рисунок 1. Способы усиления колонн обоймами

Свойства применяемых композитных материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства композитных материалов

Тип фибры	Прочность на растяжение МПа	Модуль упругости ГПа	Деформация удлинения %	Плотность т/м ³
Углерод с высокой прочностью*	4300–4900	230–240	1,9–2,1	1,8
Углерод с высоким модулем упругости*	740–5490	294–329	0,7–1,9	1,78–1,81
Углерод с высоким модулем упругости**	2600–4020	540–640	0,4–0,8	1,91–2,12
Арамид***	3200–3600	124–130	2,4	1,44
Стекло	2400–3500	70–85	3,5–4,7	2,6

* на полиакрилонитриловой матрице

** на полимерной матрице из эпоксидной смолы

*** арамид может иметь ту же прочность с меньшим модулем упругости

Расчеты были произведены для железобетонной колонны, чья несущая способность была утрачена в результате эксплуатации.

Расчеты произведены согласно СП 164.1325800.2014 и выполнялись с использованием программного комплекса «SCAD», использующий для вычислений метод конечных элементов.

Результаты расчета железобетонных колонн приведены на рисунках 2-7.

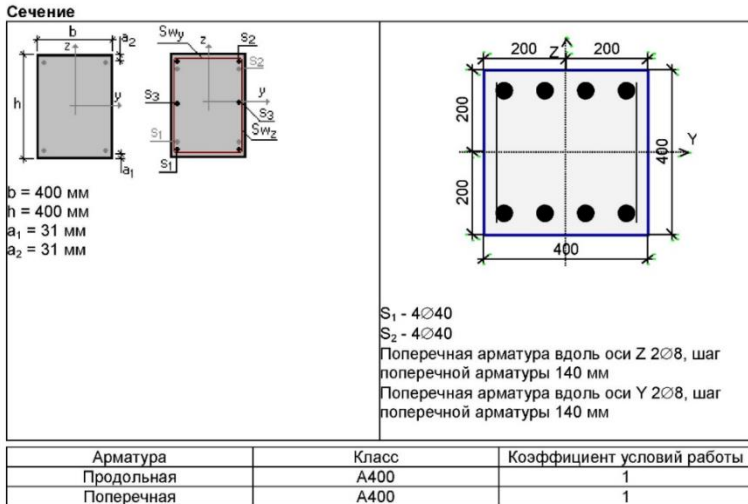


Рисунок 2. Сечение колонны и раскладка арматурных стержней.

Результаты расчета по комбинациям нагрузок

$N = 160,521 \text{ Т}$
 $M_y = 0 \text{ Т*м}$
 $Q_z = 0 \text{ Т}$
 $M_z = 0 \text{ Т*м}$
 $Q_y = 0 \text{ Т}$
 $T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 1

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0.425
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0.497
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	0.663

Коэффициент использования 0.663 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

$N = 0 \text{ Т}$
 $M_y = 0 \text{ Т*м}$
 $Q_z = 0 \text{ Т}$
 $M_z = 0 \text{ Т*м}$
 $Q_y = 0 \text{ Т}$
 $T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 1

Коэффициент использования по всему пакету комбинаций 0.663 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

Коэффициент длительной части 1

Рисунок 3. Результаты расчета по комбинациям нагрузок.

Кривые взаимодействия



Рисунок 4. Результаты расчета, усилия: Q_z , M_z , Q_y , T

Кривые взаимодействия



Рисунок 5. Результаты расчета, усилия: M_y , M_z , Q_y , T

Кривые взаимодействия



Рисунок 6. Результаты расчета, усилия: M_y , Q_z , Q_y , T

Кривые взаимодействия



Рисунок 7. Результаты расчета, усилия: M_y , Q_z , M_z , T

Кривые взаимодействия



Рисунок 8. Результаты расчета, усилия: N, Qz, Qy, T

Результаты вычислительного расчета усиленной железобетонной колонны обоями из углеродного волокна показывают, что коэффициент использования не превышает нормативного значения и запас несущей способности достигает 35%. Несущая способность усиленного элемента здания обеспечена.

Библиографический список

1. Варламов А.А., Римшин В.И. [Модели поведения бетона. Общая теория деградации](#). Учеб. пособие для студентов, обучающихся по напр. 08.03.01 «Строительство» / Москва, 2019. Сер. Науч. мысль.
2. А. А. Ш. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами. Стройиздат, 2007.
3. Баженов С. Л. Механика и технология композиционных материалов: Науч. Изд.. Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект», 2014.
4. Леденев В.В., Ярцев В.П. Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений. Учеб. пособие – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017.
5. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Технология и организация производства строительного комплекса. Учеб. пособие для студентов, обучающихся по напр. 08.03.01 «Строительство»/ Минеральные Воды, 2021.
6. Римшин В.И., Варламов А.А., Курбатов В.Л., Анпилов С.М. Развитие теории деградации бетонного композита. Строительные материалы. 2019.
7. Попов А. Ю., Госина К. К., Петров И.В. и др. Классификация, состав, достоинства и недостатки композитных материалов. Омский науч. вестник №3 (143). 2015.

8. 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.

9. 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: MATEC Web of Conferences 2018. С. 04061.

10. 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.

РЕКОНСТРУКЦИЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Трунтов П.С., аспирант 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

В данной статье рассмотрена методика расчета плит перекрытия и ригелей перекрытия с использованием проектно-вычислительных комплексов «ЛИРА-САПР». Расчет выполнялся с целью определения предельных усилий, которые способны воспринять горизонтальные несущие конструкции здания. Полученные результаты позволят оценить возможность увеличения нагрузок при выполнении проекта реконструкции здания.

На основе выполненного расчета представлены рекомендации по увеличению несущей способности плит перекрытия при увеличении фактических нагрузок в результате реконструкции здания. Предложенный вариант увеличения несущей способности осуществляется с использованием системы внешнего композитного армирования.

Описание конструктивной схемы административного здания.

Основной объем здания имеет форму трехлучевой звезды. Здание в своем составе имеет 19 надземных этажей и 2 подземных этажа.

Общая устойчивость здания в схеме связевого каркаса обеспечивается совместной работой конструкций каркаса, стен жесткости, вертикальных связей и горизонтальных дисков перекрытий. Пространственная жесткость каркаса в целом, а также устойчивость отдельных элементов обеспечивается жесткостью поперечных и продольных рам, сборно-монолитным настилом покрытия и монолитным днищем, монолитными стенами жесткости [1-3].

Сборные конструкции железобетонного каркаса колонны, балки, панели приняты по каталогу ТК-1 и КМС. Железобетонные колонны подвального, цокольного и с 1-го этажа по 6-й включительно имеют стальные сердечники, из стали изготовлены порталные рамы и металлические балки перекрытий. В процессе монтажа все стальные элементы в узлах крепления покрывались протекторным грунтом и

штукатуркой по каркасу и сетке или обетонировались. Стены жесткости с фахверковыми стальными конструкциями выполнены из железобетона. Перекрытия этажей с 1 по 19 сборно-монолитные. Ограждающие конструкции из керамзитобетонных стеновых панелей [4].

Панели перекрытий легкого каркаса (в дальнейшем именуемые - панели) – многопустотные высотой 220 мм. Они опираются на полки ригелей, консоли стен жесткости, а также, как исключение, на стальные балки. Опираение панелей – через слой свежесушеного цементного раствора.

Привязка боковых граней панелей к осям здания – модульная, кратная 0,6 м.

Пролеты в осях ригелей – 3,0; 4,2; 5,4; 6,0; 6,6; 7,2 м.

Ширина панелей – 1,8 и 1,2 м; фасадных – 1,7 и 1,1 м. панели шириной 1,8 м предназначены для преимущественного применения.

Расчетные нагрузки (без собственного веса) – 600 и 1250 кгс/м², для пролета 6,0 м – 600, 1250 и 1600 кгс/м².

Виды панелей:

- 1) Рядовые.
- 2) Распорки внутренние, укладываемые по внутренним рядам колонн.
- 3) Распорки фасадные, укладываемые по фасадным рядам колонн.

Для создания жесткого диска в горизонтальной плоскости по верху плит перекрытия выполняется набетонка высотой 50 мм из пескобетона М300, армированная сеткой из Ø5 мм В500 с шагом 100x100 мм.

Описание расчетной модели каркаса здания

Каркас здания состоит из сборных индустриальных изделий: колонн, ригелей, стен жесткости, панелей перекрытия, а также из возводимых на месте связей, лифтовых шахт [5].

Для расчета каркаса здания использована пространственная оболочечно-стержневая конечно-элементная модель.

При создании расчетной модели с использованием ПК «ЛИРА САПР» колонны и ригели выполнены в виде стержневых элементов. Сборные железобетонные многопустотные плиты (НВ..., НРВ..., НРФ) и диафрагмы жесткости представлены в виде плоских оболочек.

В используемом программном комплексе такие элементы построены на основе смешанного метода и отличаются более высокой точностью по сравнению с традиционными элементами метода перемещений, что подтверждено численными исследованиями [6-8].

Свайное поле моделировалось стержневыми конечными элементами. Расстановка свай соответствует рабочей документацией. Для моделирования работы основания под нижним концом свай(стрежней) находятся конечные элементы с переменной жесткостью, отражающими действительную работу основания. Жесткость свай назначалась таким образом, чтобы усилие в свае не превышало 50тс [9].

В расчетной модели замоделированы следующие типы стыков:

1. Плита-стена(плита-балка). Элементы плиты опираются на стену(балку) через фиктивные стержневые элементы. В фиктивных стержнях присутствуют поворотные шарниры (U_y, Y_z), обуславливающие реальную работу конструкций.

2. Вертикальный стык между диафрагмами. Для моделирования жесткости стыка используются фиктивные стержневые элементы, с сечением, соответствующим сечению соединительных деталей.

3. Колонна-балка. Используется модель шарнирного примыкания.

В результате выполнения МКЭ расчета были определены перемещения и усилия в элементах системы.

Для определения несущей способности конструкций перекрытия рассмотрено типовое перекрытие.

Плиты перекрытия

Предельный изгибающий момент от вертикальных нагрузок составляет $M_{ult} = pl_0^2/8$, где p – линейная нагрузка, численно равная произведению индекса нагрузки (3-я цифра в маркировке плиты) на ширину плиты перекрытия, l_0 – расчетный пролет плиты перекрытия. Предельный изгибающий момент сравнивается со значением усилия, полученным в расчетной модели.

Так, например, для плиты НРВ 58-12-12 предельный момент составляет $M_{ult} = \frac{(1,25+0,44)*1,2*5,7^2}{8} = 8.24 \text{ тс} * \text{м}$, максимальный изгибающий момент полученный по результатам расчета составляет:

$$M_{\text{модель}} = 6.81 \text{ тс} * \frac{\text{М}}{\text{М}} * 1,2\text{м} = 8.17\text{тс} * \text{м}.$$

Несущая способность монолитного перекрытия определяется согласно СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Плиты перекрытия типового этажа представлены сборными панелями марок НВ..., НРВ..., НРФ и т.д. по типовым проектам РС5151, РС5155, РС5165.... Усилия в элементах перекрытия типового этажа представлены на рисунке 1. Изгибающие моменты не превышают несущую способность плит перекрытия, таким образом по результатам поверочных расчетов состояние рассмотренных конструкций может быть оценено как работоспособное.

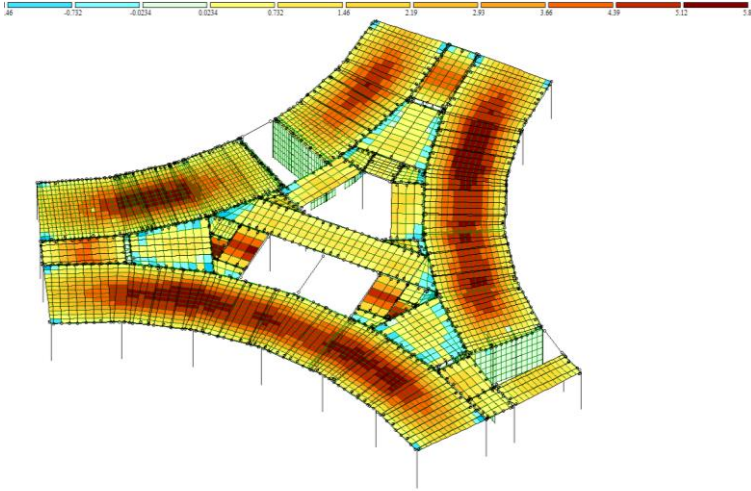


Рисунок 1. Усилия в элементах перекрытия типового этажа, полученные в результате расчета в ПК «ЛИРА-САПР».

При выполнении работ по реконструкции с увеличением действующих нагрузок необходимо выполнять перерасчет конструкций и определять действующие усилия с учетом новых нагрузок. При превышении предельной несущей способности плитных конструкций необходимо выполнение работ по усилению существующих конструкций здания.

Наиболее экономичным и инновационным способом усиления плитных конструкций является применение внешнего композитного армирования на основе углеродных волокон.

Подбор необходимого количества материала MBRACE FIB 230/4900.530g/5 при увеличении нагрузки при реконструкции здания.

В ходе анализа была выделена зона усиления по дефициту верхней растянутой арматуры:

- дефицит армирования вдоль буквенных осей составляет 8,85 см² арматуры класса А400.

Нормативные характеристики холстов MBRACE FIB 230/4900.530g/5 согласно данных производителя:

- прочность при растяжении $R_{fn}=4900$ МПа;
- модуль упругости $E_f=230000 \cdot 0,95=218500$ МПа;
- относительное удлинение = 0,021;
- толщина $t=0,293$ мм, ширина $b=250$ мм.

Требуемое количество холстов для зоны усиления (наклейка в 2 слоя):

$$A_f = \frac{R_s \cdot \Delta A_s}{R_f} = \frac{35,7 \cdot 885}{101,7} = 310,6 \text{ мм}^2$$

Площадь поперечного сечения одной ленты шириной 250 мм в 2 слоя с учетом клея:

$$A_{f1} = 250 \cdot 0,4 \cdot 2 = 200 \text{ мм}^2$$

Количество лент на 1 м.п. плиты: $N = 310,6 / 200 \approx 1,6 = 2$ шт.

Итого для компенсации недостающей арматуры при увеличении нагрузки необходимым и достаточным будут ленты шириной 250 мм с шагом не более 500 мм наклеенные в 2 слоя.

Результаты проводимых испытаний элементов, усиленных композитными материалами, показали, что на всех этапах загрузения (вплоть до разрушения) обеспечивалась совместная работа бетона и углепластика.

В местах образования трещин деформации бетона и ламелей отличались между собой не более чем на 9%. Напряжения в ламелях при разрушении составляли 1100-1200 МПа. Усиление образцов только по нормальному сечению привело к повышению их несущей способности в 6 раз [10-11].

В ходе проведения настоящей работы было выполнено ознакомление с конструктивными и архитектурно-строительными чертежами здания; проектируемыми планировочными решениями; рассмотрена проектная и научная документация, относящаяся к конструктивным системам, схожим с обследуемой; подготовлена расчетная модель и проведены поверочные расчеты здания на существующие нагрузки. По результатам проведённой работы можно сделать следующие выводы:

1. По результатам проведенных поверочных расчетов с учетом фактического состояния здания можно утверждать, что конструкции здания (плиты, ригели, колонны) обладают достаточной несущей способностью для восприятия фактических нагрузок, а также имеют определенный запас несущей способности.

2. Категория технического состояния рассмотренных конструкций здания оценивается как работоспособное.

3. Исходя из выполненных экспериментов, система MBrace эффективна при усилении изгибаемых конструкций.

4. Выполнение работ при усилении изгибаемых элементов со сложной геометрией, менее трудоемко с использованием холстов, по сравнению с ламелями.

5. Для предварительного подбора усиления достаточно программы SKY-SAP. Для полной оценки несущей способности необходимо выполнять расчеты по действующим нормативным документам.

6. Излишнее усиление конструкции может привести к неожиданным схемам разрушения. Поэтому необходимо придерживаться рациональной степени усиления в диапазоне 10-60% от начальной несущей способности усиливаемой конструкции.

Библиографический список

1. Шилин, А.А., Пшеничный В.А., Каргузов Д.В. Внешнее армирование железобетонных конструкций композитными материалами. / А.А. Шилин, В.А. Пшеничный, Д.В. Каргузов. М.: Стройиздат, 2007.
2. Римшин В.И., Трунтов П.С., Кецко Е.С. [Научно-техническая экспертиза конструкций для переоборудования открытых террас в помещениях многофункционального комплекса. Жилищное строительство. 2021. № 7. С. 37-41.](#)
3. Морозова Т.С., Кузнецов В.Д. Внешнее армирование железобетонных колонн композиционным материалом на основе углеволокон // Инженерно-строительный журнал. 2010. №3. С. 36-39
4. 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.
5. Римшин В.И., Трунтов П.С., Кецко Е.С. [Комплексный подход к выполнению акустических расчетов при техническом обследовании аварийного жилого фонда. Строительные материалы. 2021. № 6. С. 21-24.](#)
6. Римшин В.И., Кецко Е.С., Трунтов П.С., Кузина И.С. [Методы оценки геотехнических условий в рамках проведения строительных работ. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2021. № 6 \(1042\). С. 36-39.](#)
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., Трунтов П.С., Кецко Е.С., Нагуманова А.С. [Комплексный подход к контролю качества высокопрочного бетона в период эксплуатации. Строительные материалы. 2020. № 6. С. 4-7.](#)
9. 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.
10. Римшин В.И., Кецко Е.С., Трунтов П.С. [Расчет проектируемых конструкций вторичного отстойника. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. № 6 \(1030\). С. 39-41.](#)
11. 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: MATEC Web of Conferences 2018. С. 04061.

ВНЕДРЕНИЕ ВИМ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТА

Кузина И.С., студент 3-го курса 14 группы ИСА

Кецко Е.С., аспирант

Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.

Внедрение технологий информационного моделирования на этапе эксплуатации объекта является сложным проектом. Как правило, это комплексная и планомерная работа большого количества служб и отделов эксплуатирующей организации.

Здания и сооружения имеют жизненный цикл от предпроекта до сноса. Первый этап возведения: за него отвечает технический заказчик. Заканчивается он передачей объекта в эксплуатацию.

Эксплуатация - важная и самая длительная часть жизненного цикла здания. Для любого здания и сооружения существует определенный срок эксплуатации и для каждого строительного объекта он разный. Так, пятиэтажные панельные дома имеют срок эксплуатации 50 лет. Зависит это от теплоизоляционных материалов, которые со временем теряют свои свойства. Известное здание оперного театра в Сиднее имеет гарантийный срок 250 лет, вывод из эксплуатации блока Курской атомной электростанции составляет 70 лет [1].

Все стадии жизненного цикла проекта, а также вывод его из активов при использовании BIM-технологий интегрируются со средствами управления проектами и рассматриваются очень детально. Оформляемая при этом техническая документация и создаваемая виртуальная модель доступна всем заинтересованным пользователям для последующего оперативного мониторинга состояния зданий и сооружений и составления прогноза особенностей дальнейшего их использования.

Информационная модель охватывает длительные рамки существования: не только собственно жизненный цикл того или иного объекта, но и его будущие перспективы. Она позволяет своевременно отражать общее и конкретное состояние сооружения, а также вносить альтернативные изменения и дополнения. Важными преимуществами использования BIM-технологий является то, что сформированные сведения общедоступны, существует возможность их регулярного обновления, гарантирована их сохранность.

Существует два типа информационных моделей объекта строительства: BIM-проектная информационная модель и AИМ-информационная эксплуатационная модель. Согласно международным стандартам, модели, которые возникают на стадии возведения, называются проектными информационными моделями, а на стадии эксплуатации - эксплуатационными моделями.

Этап эксплуатации имеет определённые особенности.

Первая из них - изменение решаемых задач. Так, на стадии возведения главной является - создание объекта и его передача в эксплуатацию. Проектная информационная модель также доводится до сдачи объекта в эксплуатацию.

Главная цель эксплуатации - обеспечение полноценного функционирования объекта с учетом изменяющихся требований и внешних условий. Если на стадии возведения моделируется в основном объект, то на стадии эксплуатации в основном моделируется процесс существования и развития данного строительного объекта.

Второе отличие - принципиально более длительный срок, выходящий за рамки одного технологического уровня и вынуждающий менять инструментарий моделирования.

Третья особенность - цикличность этапа, когда периоды «спокойной» эксплуатации чередуются с действиями по изменению объекта. Например, проведение капитального ремонта приводит к тому, что здание может существенно обновиться, следовательно, изменится и информационная модель. До следующего капитального ремонта здание будет дальше эксплуатироваться без изменений [3].

Перечисленные особенности говорят, что применение информационного моделирования на этапе эксплуатации объекта строительства должно быть и является комплексным, как при постановке и решении задач при работе с рассматриваемым объектом, так и при разработке технологической картины моделирования эксплуатируемого здания или сооружения.

Основные задачи информационного моделирования можно разделить на два класса: управление обслуживанием и действия по изменению объекта.

Существует операционное обслуживание: в здании кто-то живет, у него есть хозяин, начисляется арендная плата и т.д. и техническое обслуживание: замена вентиляций, оборудования, поддержание работоспособности здания, мониторинг состояния (обнаружение трещин, деформаций) и текущий ремонт [4].

К действиям по изменению объекта относятся: развитие его с учетом текущих потребностей, капитальный ремонт (реставрация), реконструкция, вывод из эксплуатации и снос. Все они отражаются в информационной модели.

При эксплуатации здания моделируются не только физические элементы объекта, но и связанные с ним технологические процессы. Преимуществами информационной модели являются то, что основные показатели эксплуатации становятся прозрачными и скорость реагирования возрастает в несколько раз.

Эксплуатационная BIM-модель развивается как проектная и строительная и создается в CAD-системах. Экономически выгодно её применять с момента создания новых объектов, что позволит одновременно проектировать оболочку и внутреннее содержание объекта, прогнозировать его жизненный цикл и развивать объект с BIM-технологиями, минимизируя потенциальные затраты и повышая качество эксплуатации.

Так как 30 лет назад технологии не позволяли применять CAD-системы, то для многих строительных объектов необходимо создать 3D-модель уже на этапе эксплуатации. Лазерный сканер позволяет определить облако точек на пространстве, формирует электронную модель объекта и специальным программным обеспечением переводится в геометрические показатели внутри информационной модели.

Также используется фотограмметрия - обработка фотоизображений специализированным электронным программным обеспечением, детализируется внешний вид объекта, дающий информацию для дальнейшей эксплуатации.

Третий способ основывается на преобразовании 2D-системы в 3D-модель. Он чаще всего необходим при преобразовании плоскостных чертежей крупных объектов [6].

Преимущества использования BIM-технологий значительны: оперативность в решении вопросов эксплуатации объектов, прозрачность и общедоступность, сохранность информации. Некоторые сложности вызывает сам процесс моделирования: должен быть соответствующий уровень подготовки специалистов, осваивающих данное направление; разработанные модели используются длительно без учета появляющихся изменений объектов, и при переходе на новый технологический уровень сохраняется цикличность процесса. Но использование лишь одной информационной модели на весь период эксплуатации является серьёзной ошибкой, ведущей в итоге к сокращению полезного срока использования объекта и в дальнейшем к стремительному росту затрат на его восстановление [7].

Библиографический список

1. Кучеренко В.А., Курбатов В.Л., Римшин В.И. Определение причин образования трещин в несущих и ограждающих конструкциях бассейна в здании Эксперт: теория и практика. 2022. № 1 (16). С. 75-81.
2. Новокщёнов А.А. Реконструкция здания с надстройкой верхних этажей В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов Института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ. Москва, 2021. С. 446-451.
3. Римшин В.И., Анпилов С.М. Опалубочные работы и типы опалубки В сборнике: Экономика, управление и право в современных условиях. Межвузовский сборник статей. Под общей редакцией М.М. Матвеевой. Тольятти, 2020. С. 29-41.
4. Новокщёнов А.А. Безопасность эксплуатации зданий с технологией «Умный дом». 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. 157-161.
5. Науменко С.М., Шевцова О.Н., Курбатов В.Л. Проблемы и возможные риски инвестирования в строительной отрасли Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 1. С. 71-76.
6. Талапов В. Заказчик-главный в использовании BIM. САПР и графика. 2019. № 2 (268). С. 4-9.

7. Куприяновский В., Казаринов А., Талапов В. Некоторый анализ международного опыта использования ВМ для объектов транспортной (железнодорожной) инфраструктуры. САПР и графика. 2021. № 3 (293). С. 16-25.

ЧИСЛО САМОСВАЛОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ БЕСПЕРЕБОЙНЫЙ ВЫВОЗ СТРОИТЕЛЬНОГО МУСОРА СО СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

*Бусел Ю.И., студентка 4-го курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Афанасьев Г.А., к.э.н.*

В последние годы наблюдается повышенный интерес к использованию математических моделей, в частности, вероятностных, к анализу функционирования строительных компаний и управляющих компаний при организации капитального ремонта и реконструкции зданий [1-4].

Имеем следующую задачу. Имеется один кран (экскаватор)... В силу обстоятельств не допускается, что он сваливает груз на землю, а сразу загружает грузовик. После загрузки машины, она уезжает со строительной площадки, чтобы отвезти груз, а потом возвращается назад. Работа крана приостанавливается, если на площадке нет машин. Чтобы использовать результаты из теории вероятностей, делаются следующие предположения.

Время загрузки машины ξ , время ее возвращения на строительную площадку η – случайные величины, имеющие показательное распределение соответственно с параметрами λ и ν . Это означает, что

$$P(\xi > x) = e^{-\lambda x}, P(\eta > x) = e^{-\nu x} \quad (x \geq 0).$$

Все случайные величины, определяющие функционирование системы, считаются независимыми. Наша цель – определить наименьшее число машин m_α , при котором вероятность простоя крана в наудачу выбранный момент была бы не более α .

Пусть $q(t)$ - число машин на строительной площадке в момент t . Это – так называемый процесс размножения и гибели, хорошо изученный в теории вероятностей [5]. Мы используем результаты из книги [5] (гл. 4). Из нее следует, что

$$\lim_{t \rightarrow \infty} P(q(t) = j) = P_j = \frac{\rho^j}{(m-j)!} \cdot \frac{1}{\sum_{k=0}^m \frac{\rho^k}{(m-k)!}}, \quad (j=0, 1, \dots, m), \quad (1)$$

Вероятность того, что кран не может работать в силу отсутствия машин в наудачу выбранный момент времени, равна

$$P_0 = \left[m! \sum_{k=0}^m \frac{\rho^k}{(m-k)!} \right]^{-1}$$

Теперь из условия $P_0 < \alpha$, получаем соотношение

$$\varphi(m) = m! \sum_{k=0}^m \frac{\rho^k}{(m-k)!} > \frac{1}{\alpha}, \quad (2)$$

из которого находится оптимальное значение m . Заметим, что $\varphi(1) = 1 + \rho$, $\varphi(2) = 1 + 2\rho + 2\rho^2$, $\varphi(3) = 1 + 3\rho + 6\rho^2 + 6\rho^3$ и т.д.

Поскольку $\varphi(m)$ монотонно возрастает, а $\varphi(\infty) = \infty$, то всегда существует m_0 , обеспечивающее выполнение условия (2)

$$P_0(m) = \left(\sum_{k=0}^m \frac{m!}{(m-j)!} \rho^j \right)^{-1}$$

$$x_m = \sum_{k=0}^m \frac{\rho^j}{(m-j)!} = \sum_{j=0}^{m-1} \frac{\rho^j}{(m-1-(j-1))!} + \rho^m = \rho \sum_{j=1}^{m-1} \frac{\rho^{j-1}}{(m-1-(j-1))!} + \frac{1}{m!} + \rho^m$$

$$\rho^m = \rho \sum_{k=0}^{m-2} \frac{\rho^k}{(m-k)!} + \frac{1}{m!} + \rho^m = \rho x_{m-1} - \frac{\rho^{m-1}}{m! + \rho^m}$$

Можно рассмотреть и другие подходы, например, с позиции стоимостного критерия. Учитывая расходы, связанные с простым крана и наймом машин, опираясь на формулу (1), можно найти оптимальное число машин, минимизирующее математическое ожидание расходов.

Библиографический список

1. Техническая эксплуатация зданий и инженерных систем: учебник / под ред. Король Е. А. - М.: МИСИ-МГСУ, 2020. 116 с.
2. Столбов К.В. Статистические методы контроля качества строительных работ. - М.: Стройиз- дат. 1982. 87 с.
3. Afanasyev G A and Shreiber K A Scheduling prophylactic maintenance of engineering systems of residential buildinas, 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1425 012045
4. Афанасьев Г.А. Использование теории массового обслуживания для организации эксплуатации инженерных систем жилых зданий. Вестник Тверского государственного университета. Серия: Прикладная
5. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. Москва, из-во Советское радио 1971.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

*Юрченко В.С., студент магистратуры 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Берлинова М.Н., доц., к.т.н.*

В последнее время вопрос разработки экологически чистых и энергосберегающих технологий становится все актуальнее. Такие технологии направлены в первую очередь на сокращение негативного воздействия на окружающую природную среду и экономное потребление энергии. Как в западных странах, так и у нас все большую популярность набирает так называемое «зеленое строительство».

Статистика утверждает, что существующие во всем мире здания потребляют около 40% всемирной первичной энергии, 67% электричества, 40% сырья и приблизительно 14% общих запасов питьевой воды. «Это свидетельствует о том, что существует значительный потенциал энергосбережения». [1] При всем при этом они производят около 35% от мировых выбросов углекислого газа и 50% твердых городских отходов. Как раз такая статистика принудила инженеров и архитекторов поразмышлять над совершенствованием строительных технологий, в конечном итоге начали появляться «зеленые здания».

«Основными задачами «зеленого строительства» являются»: [2]

- сокращение совокупного неблагоприятного воздействия строительной деятельности на окружающую среду и самочувствие людей;
- разработка новейших технологий и создание новых экологических материалов;
- сокращение энергопотребления, а, следовательно, и нагрузок на электросети;
- комплексное снижение затрат для постройки и содержания зданий.

Данные задачи активно решаются в настоящее время, во всем мире строят экологичные дома и даже небоскребы. Определение «зеленое здание» - это не просто какой-то тип строения или определенный набор архитектурных приемов. «Зеленое здание» - предполагает совокупную систему специально созданных принципов, опираясь на которые осуществляется как строительство, так и эксплуатация зданий.

Среди основных принципов «зеленого строительства» можно выделить:

Экономичность и энергоэффективность - разумное применение ресурсов;

Комфорт - обеспечение соответствующего удобства для людей, которые проживают или работают в таких зданиях;

Экологичность - снижение негативного воздействия на экологию и сокращение вредного влияния на здоровье человека.

Все «зеленые здания» во время своего полного срока эксплуатации должны быть экологически безопасными и энергоэффективными. Это затрагивает все этапы от проектирования и возведения до сноса. Также, несмотря на то, что определение «натуральное строительство» принято относить к «зеленому строительству», в целом оно не требует использования только 100% экологических материалов. Наоборот, в данной отрасли используют самые новые технологические разработки, основное назначение которых - минимизация энергетических затрат и уменьшение негативных последствий для природы.

Одним из главных принципов «зеленого» строительства является – «сочетание идей энергоэффективности, создание здорового внутреннего микроклимата и бережное отношение к природе» [3]. Именно поэтому разработке энергосберегающих технологий уделяется большое внимание,

такие технологии должны снижать потери энергии в эксплуатируемом здании. К основным приемам энергосбережения можно отнести:

1) Обеспечение эффективной теплоизоляции

В настоящее время производители изоляционных материалов и утеплителей предлагают много современных технологических решений, которые способны лучше сохранять тепло внутри здания. Самыми распространенными материалами, используемыми в «зеленом строительстве», являются:

- плиты из пенополистирола: позволяют снизить затраты на строительство, а также ускорить возведение стен здания, обеспечивают более эффективную теплоизоляцию.

- органическая теплоизоляция: создается с использованием экологических, натуральных материалов (переработанная древесина и отходы деревообработки, древесноволокнистые или древесностружечные плиты, камышит, соломит и др.)

- прочие материалы для теплоизоляции неорганического происхождения: плиты на основе стекловолокна.

2) Снижение тепловых потерь в системе вентиляции путем установки рекуператоров

По сути рекуператор воздуха представляет собой теплообменник, в котором выходящий из помещения нагретый воздух отдает большую часть своего тепла холодному воздуху, входящему с улицы. То есть выходящий воздух нагревает входящий. Следовательно, установка такой системы обеспечивает в помещении теплообмен и постоянный приток свежего воздуха.

3) Дополнительная герметизация дверных и оконных проемов

Порядка 25 % тепловой энергии пропадает в домах через двери и окна. Поэтому, экологичный дом, должен располагать качественными стеклопакетами и дверьми, которые помогут сберечь тепло в холодное время года.

Современные энергосберегающие окна бывают нескольких типов:

- стеклопакеты, с особым покрытием на внутренней поверхности снижающее теплопотери.

- стеклопакеты с инертным газом, в основном это аргон.

Для снижения теплопотерь через дверные проемы особое внимание стоит уделить правильности установки без зазоров и щелей. Тогда тепло будет дольше сохраняться в помещении.

4) Снижение расхода электроэнергии путем использования современных энергосберегающих приборов

В современном мире бытовая техника производится с использованием энергосберегающих технологий. Наверняка, многие видели надпись на электротехнике «класс энергопотребления А», это означает, что такой прибор имеет меньшее энергопотребление по сравнению со своими сверстниками. Помимо энергосберегающих приборов в таких домах также

используют энергосберегающие лампы, которые потребляют значительно меньше электроэнергии, чем обычные лампы накаливания. Также можно применить умные светильники с датчиком движения, которые будут работать только тогда, когда это нужно, и не будут тратить электроэнергию в пустую. Использование всех этих технологий помогает экологичным домам экономить вплоть до 25 % электроэнергии.

«Превосходства «зеленых домов» можно разделить на две главные группы» [4]: экономические и социальные. Разберем каждую из них более детально.

Экономические.

К преимуществам экологичных домов можно отнести следующие факторы:

- сокращение энергопотребления до 25%;
- заметное сокращения затрат при эксплуатации здания, за счет оптимизации работы всех систем, а также более высокому качеству применяемых средств;
- в основном в таких зданиях покупатели реже отказываются от аренды или покупки жилья, следовательно, риски и издержки владельцев здания также снижаются;
- в последнее время экологичные дома набирают все большую популярность, что в свою очередь привлекает большее внимание покупателей и позволяет быстрее компенсировать расходы связанные со строительством.

Социальные.

Помимо экономической выгоды, «зеленые здания» располагают целым рядом социальных преимуществ, которые в свою очередь важны для здоровья людей и сокращения негативного влияния на природу.

К социальным преимуществам "зеленых домов" можно отнести:

- сокращение числа загрязнений, вредных веществ и мусора, которые попадают в воздух, почву и воду в процессе возведения и последующей эксплуатации здания;
- оптимальные условия по тепловым параметрам, а также качеству воздуха внутри помещений;
- сохранение природных ресурсов на фоне высокой энергоэффективности зданий и использования возобновляемых энергетических источников.

«Ориентация на экологическую безопасность позволит создать более комфортную и благоприятную среду обитания и повысить уровень и продолжительность жизни населения» [5-7].

Библиографический список

1. Тепловая эффективность эксплуатируемых жилых зданий / Береговой А. М., Береговой В. А., Мальцев А. В., Петрянина М. А. // Региональная архитектура и строительство. 2012. No 1. С. 107-111.

2. Абгарян Ж. Х. Экологические и экономические технологии в архитектуре //Приоритетные направления развития науки и технологий. – 2015. – С. 5.

3. Асаул А. Н., Иванов С. Н. Основные направления развития «зеленого» строительства //Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2015. – №. 1. – С. 169.

4. Порфирьев Б. Н. и др. Развитие нормативно-правовой базы повышения энергоэффективности при эксплуатации зданий в России //Альтернативная энергетика как фактор модернизации российской экономики: тенденции и перспективы. – 2016. – С. 145-146.

5. Фомичева М. Р., Гапоненко А. В. Применение экологических подходов в строительстве //Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2016. – №. 4-1. – С. 156-163.

6. Korol E., The long term stability of multilayer walling structures / E. Korol, M. Berlinov, M. Berlinova // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2017. С. 04006.

7. Берлинов, М.В. Resistance to the destruction of concrete in constructions of height buildings at dynamic loads / M. Berlinov, M. Berlinova, A.Tvorogov // В сборнике: E3S Web of Conferences 2018. – С.02042.

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ КРОВЕЛЬ СО ВСТРОЕННЫМИ СОЛНЕЧНЫМИ ПАНЕЛЯМИ

Грошева Е.А., студентка 3-го курса 21 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – преподаватель кафедры ЖКК, Петросян Р. С.

В связи с началом массового развития городов на сегодняшний день, перед строительством встала задача массовой постройки зданий высокой этажности, а также торговых центров и уникальных сооружений [1]. В результате этого можно определить актуальность темы – это безопасность эксплуатации зданий и сооружений.

Анализ аварийных ситуаций показывает, что одна пятая часть, а это 20%, характерных повреждений возникает при эксплуатации зданий [2]. Сведения о возникновении особенных причин дефектов при эксплуатации необходимы для безопасного использования зданий и сооружений по назначению [3]. Отсюда возникает и цель нашей статьи – определение безопасного использования крыши с солнечной черепицей для жителей частного домостроения. Для этого был проведен опрос и решен ряд задач, а именно было установлено:

- какое строение имеет кровля со встроенными солнечными панелями;
- принцип работы крыши и ее энергоэффективность;
- виды кровли с солнечной черепицей;
- производители солнечных крыш;
- плюсы установки данных панелей на крыше;
- безопасность использования кровли данного вида.

Рассмотрим более подробно технологию солнечных крыш. Кровельные модули имеют интегрированные ячейки из монокристаллического кремния [4], схема представлена на рисунке 1. Их задача – извлечь максимальное количество электронов из солнечного света. Для улучшения принципа работы их устанавливают как можно ближе друг к другу. Структура работы очень проста благодаря проводнику, выполненному из селена или кремния. Проводник содержит атомы, которые при помощи внешних электронов захватывают или отражают другие электроны. При прямом попадании лучей солнца на их поверхность они сразу же преобразовываются в ток и выводятся из панели. Существует мнение, что солнечные лучи должны попадать на поверхность чисто перпендикулярно, однако, оно ложно, достаточно просто дневного света, чтобы получать электроэнергию с панелей, поэтому их можно устанавливать с двух сторон дома, если крыша скатная. Когда звучит фраза об «альтернативной солнечной энергии» в голове сразу же возникают мысли про солнечные батареи, однако, еще недавно люди воздерживались от установки на крышах солнечных панелей, поскольку они портили весь внешний вид здания [5]. Сегодня же практически каждый житель нашей планеты стремится использовать данную технологию.

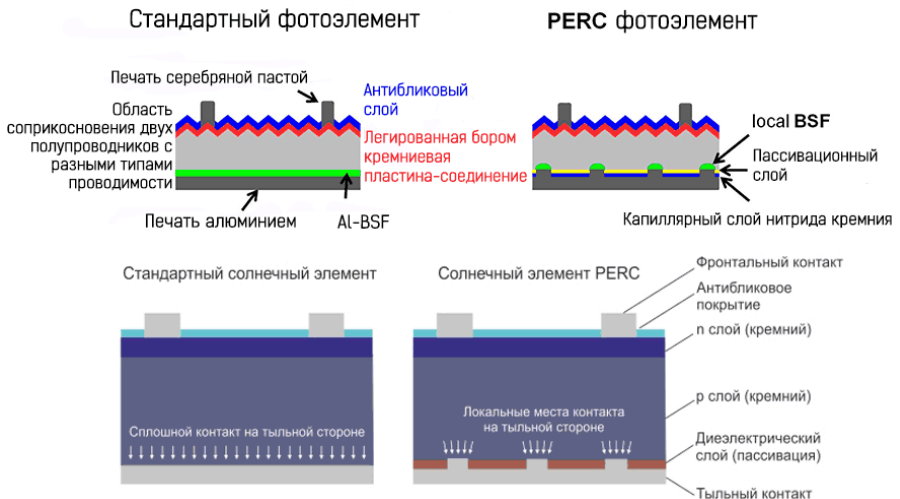


Рисунок 1. Строение кровли с солнечными панелями

Внешний вид солнечных панелей может напоминать кровельную дранку асфальтовой раскраски, поэтому ее легко включить в проектный дизайн крыши. Для каких целей вообще устанавливают такую кровлю? Она дает энергию для работы всех приборов в доме, является более экологичной, энергосберегающая черепица является первым шагом в продвижении компании «зеленых технологий» на планете. Для чего устанавливают

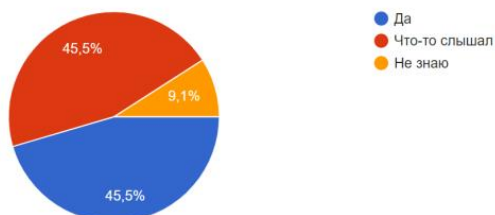
разобрались, а кто ее устанавливает? Компаний, которые занимаются разработкой и установкой солнечной кровли, - большое количество, перечислить каждую будет просто невозможно. Расскажем про одну из производящих организаций и ее проблемах немного подробнее.

Об Илоне Маске и его компании Tesla слышал каждый. В 2016 году генеральный директор представил новую технологию – солнечные панели, их компания заработала в первом квартале 2021 года 494 млн долларов. Но при этом Илон Маск признался, что их компания допустила ошибку – из-за этого большие потери в энергии, в то время как происходит задержка производства и перерасход средств.

Чтобы понять, что думают люди об использовании данной технологии, был проведен опрос среди 22 респондентов. Некоторые вопросы можно увидеть на рисунках ниже (Рис. 2).

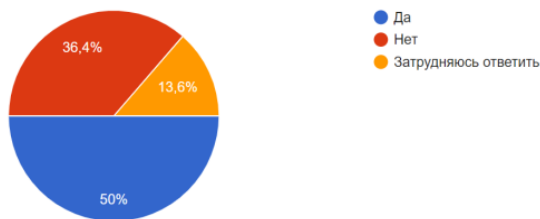
1. Знаете ли вы, что такое кровля со встроенными солнечными панелями?

22 ответа



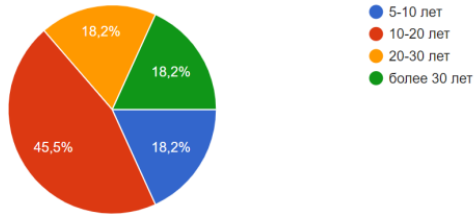
2. Хотели бы вы установить солнечные панели в своем доме?

22 ответа



5. Как вы думаете, какой срок эксплуатации у данных кровель?

22 ответа



6. Как вы считаете, опасна ли эксплуатация кровель со встроенными солнечными панелями?

22 ответа

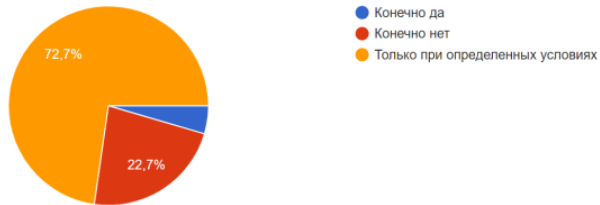


Рисунок 2. Часть опроса

Первый вопрос был направлен на знания людей о данном новшестве. Результаты таковы, за ответ «Да» и «Что-то слышал» проголосовали по 45,5%, за «Не знаю» - 9%. Второй, на желание установить в своем доме кровлю с солнечными панелями. Ровно 50% респондентов проголосовали, что хотели бы установить солнечные панели, за отрицательный ответ проголосовало 36,4%, а затрудняются ответить 13,6%. Несколько человек, а именно от опрашиваемых считают, что срок службы таких панелей составляет 10-20 лет, а именно так полагают 45,5%. Кровля служит в среднем 20-30 лет, многие производители указывают среднее арифметическое – 25 лет срок службы, за который не должно происходить сбоев в работе. За этот вариант ответа проголосовали только 18,2% опрошенных. По опросу можно понять, что люди считают опасным использование данной кровли только при определенных условиях, а именно – 72,7% думают так. Может возникнуть боязнь пожара, хотя по данным отрасли менее 1 пожара на 10 тыс фотоэлектрических установок. По словам независимого эксперта The Solar Nerd, надлежащим образом спроектированная и установленная солнечная фотоэлектрическая система с правильно работающим оборудованием не представляет опасности

возгорания [6]. Также возникает вопрос про электромагнитное излучение, так вот оно совсем незначительно. Обычная бытовая или кухонная техника обычно имеет гораздо больше излучение. Солнечные системы являются самыми безопасными для здоровья энергоносителями. Также по опросу можно сделать еще несколько дополнительных выводов. Из представленных производителей, а именно Tesla, Suntegra, SolteQ, Luma Solar, Aesthetic Green Power, Apollo II от Certainteed, Powerhouse, Forward Solar Roofing, более половины респондентов, а именно 63,6% выбрали Tesla. Apollo II от Certainteed не знает не один человек. Однако 27,3% не знают ни одной из предложенных вариантов. Из опроса хотелось бы еще привести несколько ответов от опрашиваемых, цитируем «в нашем регионе их окупаемость будет очень долгой, а установка дорогой», «Будут вырабатывать и накапливать энергию, которой хватит на случай неполадок с основной линией электропередач, но цена сейчас на них слишком завышена. Также большой экологический вред нанесет утилизация аккумуляторов, который со временем придут в негодность, тк современный уровень развития этих технологий недостаточно хорошо для этого приспособлен», «Очень мало солнечных дней в регионе», «Не окупается». Хотелось бы пояснить. Во-первых, про утилизацию аккумуляторов, существуют специальные пункты сдачи практически в каждом городе, во-вторых, предложение рождает спрос, поэтому, чем больше люди будут использовать данную технологию, тем больше будет создаваться для этого комфортные условия эксплуатации. Но придется согласиться, в некоторых районах монтаж солнечных панелей не окупиться, поскольку для выработки определенного количества энергии необходимо определенная площадь солнечных панелей, то есть, если в южной части полушария Земли человеку понадобится 7 кВт в день, одна панель вырабатывает 0,12 кВт/день [8], сколько таких панелей потребуется? А если исходить из условий, что панели в северных районах преобразовывают меньшее количество энергии из-за отсутствия солнца, то их потребуется в разы больше. Солнечные панели сейчас – это один из вариантов «зеленого» строительства.

Подведем итоги. Можно сказать, что наша гипотеза не оправдалась, и солнечные панели полностью безопасны для человека, ведь они практически не создают электромагнитного излучения при преобразовании солнечной энергии в электрическую. Было бы здорово, если бы через солнечные панели в зданиях мы научились не просто передавать энергию в настоящее время, но и накапливать ее на будущее.

Библиографический список

1. Огородникова О.А. Массовое жилищное строительство в истории советской повседневности // Universum: общественные науки : электрон. научн. журн. 2018. № 3 (44). URL: <https://7universum.com/ru/social/archive/item/5677> (дата обращения: 13.02.2022).
2. Григорян Н. Г., Строительный мониторинг для безопасной эксплуатации здания, Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-

исследовательских работ студентов ИИЭСМ НИУ МГСУ за 2020–2021 учебный год // г. Москва, 1-5 марта 2021 г. – с. 422.

3. СП 255.1325800.2016 «ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. Правила эксплуатации. Основные положения»

4. Солнечная крыша: технология, энергоэффективность и перспективы [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://ehome.ironws.com/energija/solnechnaya-krysha-cherepica-krovlya/>, свободный.

5. «Солнечная черепица – «зеленая технология» для кровельных материалов» [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://pechiexpert.ru/solnechnaya-cherepitsa-zelenaya-tehnologiya-dlya-krovelnyh-materialov/>, свободный.

6. Насколько пожароопасны солнечные батареи на крыше дома – ЭкоТехника [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/stati/5047-naskolko-pozharobezopasny-solnechnye-batarei-na-kryshe-doma.html>, свободный.

7. Солнечные батареи на крышу [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://krovlya-mp.ru/solnechnye-batarei-na-kryshu.html>, свободный.

8. Дома с солнечными батареями на крыше [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://terman-s.ru/raznoe-2/doma-s-solnechnymi-batareyami-na-kryshe-solnechnye-batarei-dlya-kryshi-doma-effektivnost-i-celesoobraznost.html>, свободный.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЯХ

*Панкова Е.В., аспирант 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

В настоящее время продолжает увеличиваться количество случаев некачественных ремонтно-строительных работ. Зачастую подрядчики используют некачественные материалы без сертификатов и паспортов, сокращают сроки ремонта, чтобы неоправданно ускорить процесс работ. Повсеместно встречаются компании, нанимающие сотрудников без образования, опыта работы и необходимых навыков строительства.

Повышение качества ремонтно-строительных работ является важной комплексной проблемой, недостаточное внимание к которой неизбежно ведет к удорожанию ремонтно-строительных работ, увеличению эксплуатационных расходов, увеличению количества текущих и капитальных ремонтов, а также уменьшению межремонтных сроков, ухудшению качества жизни потребителей. В худших случаях низкий уровень качества ремонтно-строительных работ может привести к авариям, стать источником угрозы жизни и здоровью.

Качество ремонтно-строительных работ зависит от многих факторов, которые тесно взаимодействуют между собой и в итоге образуют единую систему. Залогом успешной и качественной работы являются квалифицированные рабочие кадры, которые с момента проектирования обеспечивают согласованность, правильную технологическую последовательность ремонтно-строительных работ, а также их ритмичность.

Кроме того, необходимо исключение коррупционной составляющей, а также рациональное распределение денежных средств; обеспечение качества применяемых строительных материалов и инструментов, сырья и оборудования. Большое влияние на результат работ оказывает организация эффективного контроля качества на всех стадиях производства.

Система контроля качества объединяет в себе две формы: внешний контроль и внутренний (или производственный).

Внешний контроль осуществляется различными надзорами, которые не имеют отношения к исполнителям ремонтно-строительных работ. Как правило, это технический надзор заказчика, либо авторский надзор [2].

Внутренний контроль выполняется персоналом строительных организаций. Такой контроль качества состоит из:

1. Входного контроля проектно-сметной документации, конструкций, изделий, материалов, осуществляемого службой контроля качества строительной организации.

2. Операционного контроля отдельных строительных процессов или операций. Такой вид контроля могут осуществлять мастера, лаборатории, геодезические службы и т.д. непосредственно на строительных площадках.

3. Приемочного контроля. Осуществляет служба контроля качества строительной организации вместе с представителем проектной организации.

4. Оформления результатов. Качество продукции во многом зависит от порядка приемки работ. Законченные капитальным ремонтом отдельные элементы МКД (кровли, фасады, лифты, инженерные коммуникации, отдельные виды инженерного оборудования или сочетание нескольких таких элементов) принимаются по мере готовности с последующим предъявлением их приемочной комиссии, принимающей объект в целом. Рабочая комиссия проверяет состав и полноту исполнительной документации, соответствие выполненных ремонтно-строительных работ проектной документации, соответствие стандартам, нормам и правилам производства работ, выявляет дефекты и нарушения. После завершения ремонтно-строительных работ комиссия выносит решение о возможности ввода объекта в эксплуатацию [4]. Акт о приемке в эксплуатацию подписывается членами комиссии после устранения всех выявленных недостатков.

Приемочные комиссии назначаются приказом заказчика. Именно этот порядок позволяет отследить выполнение всех предъявляемых требований, обеспечивающих качество ремонта, а также исключить возможность приемки с браком и дефектами [5].

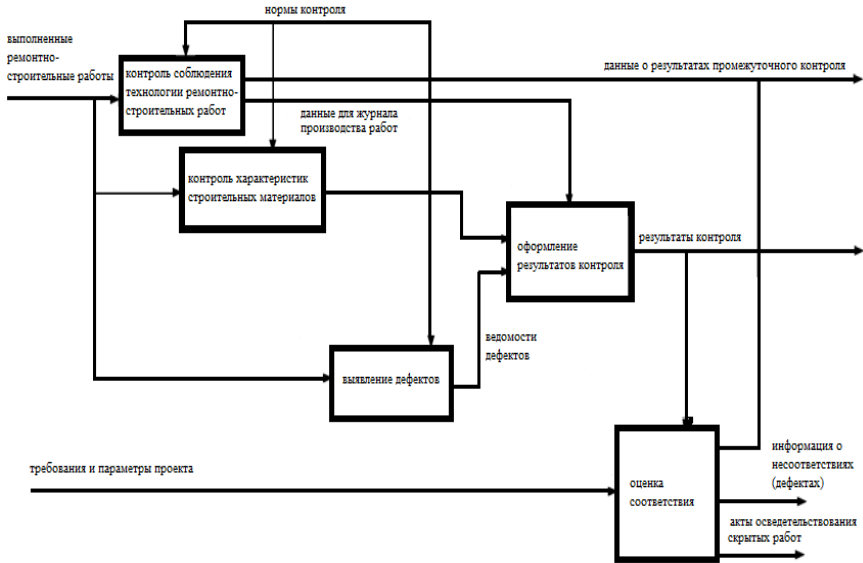


Рисунок 1. Общая функциональная схема контроля качества ремонтно-строительных работ

Строительный контроль трудоемок, требует большой доли ответственности и профессионализма сотрудников. Он состоит из нескольких этапов:

1. Контроль качества строительных материалов и изделий, инструментов и механизмов, используемых в процессе проведения ремонтно-строительных работ.

2. Контроль установленных норм и правил складирования и хранения строительных материалов и изделий, инструментов и механизмов, используемых в процессе проведения ремонтно-строительных работ.

3. Контроль соблюдения всех технологических операций в процессе ремонтно-строительных работ, проверка безопасности, ритмичности, необходимого и достаточного состава этих работ.

4. Своевременное заполнение актов освидетельствования скрытых работ, заполнение ведомостей дефектов в полном объеме, а также промежуточная приемка работ, влияющих на безопасность ремонтируемого объекта.

5. Приемка соответствия законченного капитальным ремонтом здания (сооружения) требованиям проектной документации, строительных правил, технических регламентов и стандартов.

Особому контролю подлежит соблюдение сроков всего ремонтно-строительного процесса в соответствии с календарным графиком, который входит в проект производства работ [1].

Контролировать качество необходимо с самого начала ремонтно-строительных работ. Как правило, ошибки и неточности, допущенные в ходе ремонтных работ, легко поддаются корректировке с наименьшими финансовыми и временными затратами, если их вовремя выявить. Таким образом, нужно стремиться к тому, чтобы исключить саму возможность возникновения брака на всех стадиях производства продукции.

Участники приемочных комиссий должны обладать особой мотивацией в своей работе. Иначе говоря, сотрудники должны ставить своей целью не материальное обогащение и сокращение сроков работ, а выпуск качественной, долговечной и безопасной продукции.

Как было сказано ранее, во многом на качество строительно-ремонтных работ влияет уровень образования персонала, как управленческих должностей, так и производственного звена. Необходимо выстроить новую схему приема на работу кадров, обладающих определенными способностями, навыками и уровнем образования. Перед началом выполнения трудовых обязанностей необходимо устраивать испытательные сроки, тестирования, экзамены. В случае недостатка умений, необходимо проводить тренинги, мастер-классы и обучение под руководством более опытных членов рабочей команды. Но при всем этом необходимо обеспечить должный уровень мотивации новых сотрудников, внедрить систему повышений и премий за качественно выполненную работу в срок.

В ходе проведения ремонтно-строительных работ необходимо выстроить особую систему взаимоотношений с потребителями. Особо это касается случаев проведения капитальных и текущих ремонтов в МКД. Представители заказчика должны в определенное время собирать жителей дома, которые будут непосредственными пользователями выполненных работ. Даже если жители не обладают достаточными техническими знаниями, они могут обратить внимание на дефекты в процессе ремонта, указать на недостатки работ, выразить свои замечания и пожелания. После таких собраний необходимо проанализировать всю поступившую информацию.

Еще один важный пункт в процессе проведения ремонтно-строительных работ – это выстраивание благоприятных отношений с поставщиками отдельных продуктов или услуг. Это могут быть поставщики строительной продукции на площадку или субподрядчики. Необходимо собрать необходимую документацию (лицензии, паспорта, сертификаты) и заключить прозрачные договоры сотрудничества, заранее обговорив сроки работ, оплату и т.д. [3]. Немаловажную роль в этом случае играют тендерные площадки, которые помогут в ходе конкурса отобрать лучших поставщиков продукции или производителей работ.

Поиск научно-обоснованных оптимальных организационных и технологических решений позволит обновить механизм повышения качества ремонтно-строительных работ. Это позволит сократить сроки ремонта и строительства, привлечь инвесторов, сделать строительную

продукцию конкурентноспособной, безопасной, экологичной, отвечающей современным тенденциям.

Качество ремонтно-строительных работ занимает особое место в комплексе мер, нацеленных на повышение эффективности процесса. Обеспечение высокого уровня контроля и организации работ позволит выйти на новый уровень развития строительного производства.

Библиографический список

1. С.Д.Сокова, О.А.Король Разработка проекта технологии, организации и сетевого управления эксплуатацией, ремонтом и модернизацией в ЖКХ: учебно-методическое пособие / НИУ МГСУ, Москва, 2019, 103 с.
2. О.А.Король, К.А.Шрейбер Капитальный ремонт зданий: учебно-методическое пособие / НИУ МГСУ, Москва, 2020, 47 с.
3. А.А.Гончаров, В.Д.Копылов Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества (7-е издание, переработанное и дополненное) / 2013, 272 с.
4. А.Н.Летчфорд, В.А.Шинкевич Руководство по проведению строительного контроля / СПб, 2016, 592 с.
5. СП 471.1325800.2019 Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных работ. М.: АО «НИЦ «Строительство»», 2020.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

*Пульгужева К.Р., студентка 3-го курса 20 группы ИИЭСМ
Холявина П.С., студентка 3-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель - Петросян Р.С., препод.*

Процесс всемирной глобализации общества неизбежно приводит к повышению численности городского населения, что обуславливает нарастание темпов нового строительства и реконструкции существующих зданий и сооружений в условиях современной городской среды, которая характеризуется плотной городской застройкой в центральных исторических районах, определяемой ограниченностью территорий и высокой ценой земельного участка.

Вследствие данных обстоятельств с точки зрения застройщика, экономически оптимальным решением является высотное строительство. Однако, данное техническое решение влечет за собой ряд задач. Комплексные инженерно-геологические изыскания, с прогнозированием возможных последствий сосредоточенного воздействия нагрузки на грунтовое основание, зачастую обладающее малой несущей способностью и подверженное неблагоприятным гидрогеологическим процессам, которые могут повлечь деформацию существующих зданий и сооружений,

разрушение подземных коммуникаций, ухудшение экологической обстановки. [1]

Таким образом, повышение несущей способности грунтовых оснований и изоляция существующих зданий и сооружений от техногенного влияния, вызванного новым строительством и реконструкцией, является актуальной задачей.

Существуют следующие методы искусственного укрепления грунтового основания:

Механический метод. Заключается в частичной замене естественного основания на грунт с лучшими характеристиками и последующим уплотнением до проектного значения. Недостатком данной технологии является трудоёмкость. [2]

Электрохимический метод. Он заключается в воздействии постоянного тока на глинистые основания через систему упорядоченно расположенных труб анодов-катодов. Аноды используются для заливания химических растворов, а катоды – для откачивания поступающей из почвы жидкости. В результате протекания электрохимической реакции происходит дегитратация связанной воды, которая под действием электрического тока движется к трубам анодам, где в последствие откачивается на поверхность с помощью насосной станции. Вследствие чего и достигается повышения несущей способности, с предотвращением морозного пучения на данном участке. [3-4]

Электрический метод. Основан на явлении электроосмоса, схож с принципом действия электрохимического метода. Отличается протеканием реакции в среде без электропроводного раствора, нагнетаемого в грунтовое основание, что отрицательно сказывается на скорости и качестве протекания химического связывание грунта в конгломераты, уплотнения структуры и дегитратация связанной воды.[5]

Термический метод. Предназначен для лёссовидных и пористых глинистых пород. Заключается в воздействии на грунт высоких температур от 600 С до 1100 С, которые обеспечиваются за счет нагнетания подогретого воздуха или сжигания жидкого топлива под давлением от 0.15 до 50 Па. В результате длительной (до 10 суток) термической обработки происходит дегидратация связанной воды, окисление органических включений. После чего происходит реструктуризация из аморфного состояния в кристаллическое. Что и обеспечивает повышение несущей способности и водостойкости. [6]

Метод инъектирования. Заключается в нагнетании вяжущего вещества в межпоровое и межщелевое пространство грунтового основания, с последующим схватыванием и образованием искусственного грунтового массива. В зависимости от типа применяемого вяжущего, методы инъектирования подразделяют на:

Битумизация – Применяемая для заделки наиболее крупных каверн, не поддающихся цементации из-за большой скорости грунтового потока.

Основанная на нагнетании через пробуренные скважины жидкого битума или битумных эмульсий. [7]

Силикатизация – Применяемая для закрепление сухих и водонасыщенных песков, пlyingунов и лёссовидных грунтов. Основанная на инъектировании в грунт гелеобразующего двух или трех компонентного раствора. Недостатками данного метода являются высокая стоимость химикатов и увеличенный срок затвердевания составов, что не дало его широкого распространения. [8]

Цементация – Основанная на введении в грунт гидравлических вяжущих. Укрепление происходит за счет образования высокопрочного цементного камня. Преимуществами данного метода являются простая технология работ, низкая стоимость и экологичность. [9]

Таким образом, на основании вышеизложенных данных, можно прийти к выводу что выбор соответствующего метода искусственного укрепления грунтового основания следует производить в зависимости от конкретной инженерно-геологической обстановки и с учетом проведенных технико-экономических и инженерно-расчетных изысканий.

Библиографический список

1. Московские городские строительные нормы "Основания, фундаменты и подземные сооружения" МГСН 2.07-97.
2. Солопова Н.А., Селезнева Ж.В., Филиппова Ю.О. Усиление грунтов и фундаментов объектов строительства с целью снижения эксплуатационных затрат // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 №1, <https://t-s.today/PDF/08SATS119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/08SATS119
3. Игошева Л.А., Гришина А.С. Обзор основных методов укрепления грунтов основания // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 5–21. DOI: 10.15593/2224-9826/2016.2.01
4. Жинкин Г.Н., Калганов В.Ф. Электрохимическая обработка глинистых грунтов в основаниях сооружений. – М.: Стройиздат, 1980. – 164 с
5. Простов С.М., Гуцал М.В., Покагилов А.В. Исследование параметров грунтов при электроосмотическом и электрохимическом укреплении на экспериментальной модели // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2004. – № 6. – С. 128–134.
6. Инъекционное химическое закрепление грунтов. Термическое закрепление грунтов: типовая технологическая карта. – СПб., 2009.
7. Семенов Д.А., Калошина С.В. Искусственное закрепление грунтов методом битумизации // Научный альманах 2016 N 9-1(23)
8. Калачук Т.Г. химическое закрепление лесовых грунтов силикатизацией // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2015. № 4-2. С. 143-147
9. Способ цементации трещиноватых горных пород Хямяляйнен В.А., Майоров А.Е. Патент на изобретение RU 2337241 С1, 27.10.2008. Заявка № 2007108647/03 от 07.03.2007.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В Г. МОСКВЕ

Сафина Р.И., студент магистратуры 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Римшин В.И., профессор, д.т.н

Реконструкция старинных зданий расположенных в центральной части городов приобретает сегодня особую важность. Данное здание своей архитектурой украшают центральные части городов, а также придают им архитектурную выразительность. [1- 9]

Обследуемое здание располагается на городской заселенной территории в районе «Мещанский» ЦО г. Москвы. Рассматриваемое здание сложной конфигурации в плане, разноуровневое, с подвалом и мансардным этажом. Здание выполнено в виде трех пристроенных объемов (блоков), возведенных в период с 1873 по 1877 гг. Первый блок пятиэтажный, с антресолюю на первом этаже фасадом выходит на ул. Кузнецкий мост, второй блок – четырехэтажный, связывающий первые два блока и расположен на внутривортовой территории, Здание частично эксплуатируется, в здании расположены: магазины, кафе, музейный комплекс. (Рис.1)



Рисунок 1. Фасад здания со стороны Пушкинкой ул.

В конструктивном отношении здание выполнено по смешанной (каркасно – стеновой) конструктивной схеме. Основные конструктивные решения здания:

- Фундамент под колоннами и стенами – ленточный, выполнен из кирпичной кладки и рваного или тесаного бута.
- Стены:
 - Наружные стены выполнены из керамического кирпича или тесаного бута, толщина стен 650...1080 мм;
 - Внутренние стены и столбы (колонны) выполнены из керамического кирпича, толщина стен разная.

- Перекрытия – междуэтажные выполнены в виде массивных кирпичных сводов и сводов по стальным балкам, устроенных с опиранием по кирпичным стенам и столбам. Имеются перекрытия из железобетона и деревянные (в том числе чердачные).

- Крыша здания – чердачная, многоскатная по наслонным стропилам. На участке светового фонаря – по висячим стропилам. Кровля – металлическая по деревянной обрешетке. На участке светового фонаря выполнено сплошное остекление.

- Лестницы здания – выполнены из наборных ступеней по стальным косоурам. Лестничные площадки выполнены в виде кирпичных сводиков или монолитных железобетонных плит по стальным прокатным балкам. Всего лестниц в здании – шесть, имеются лифты.

- Полы выполнены из керамической плитки, бетонные (первый этаж) или деревянные по деревянным лагам.

Здание оборудовано центральным отоплением, водопроводом, электроосвещением, канализацией и др.

Пространственная жесткость обеспечивается за счет жесткой конструктивной схемы здания, ядрами жесткости в виде лестничных клеток, а также дисками перекрытий.

С целью выяснения конструкций, обнаружения дефектов и повреждений был произведен натурный осмотр, выполнены необходимые обмеры, местные вскрытия и зондирования конструкций для выявления их фактического состава и технического состояния скрытых элементов.

Фундамент здания на разных участках выполнен по-разному. Под стенами здания фундамент ленточный, выполнен с выступом. До выступа фундамент – из глиняного кирпича на сложном растворе, ниже – из тесаного известнякового бутового камня. При обследовании установлено, что под отдельными проемами в подвальной части фундамент отсутствует, а в отдельных местах выполнено укрепление стальными рельсами. Гидроизоляция отсутствует. К дефектам фундамента следует отнести:

- Локальное снижение прочности кладки фундамента;
- Замокания стен подвала из-за капиллярного подсоса;
- Разрушение отделочного слоя.

Техническое состояние фундаментов следует признать ограниченно-работоспособным.

В ходе обследования *стен* выявлены следующие дефекты:

- вертикальные и наклонные протяженные трещины на фасадах, ширина раскрытия трещин до 10 мм;
- деструкция и разрушение кирпичной кладки в местах сильных замканий;
- капиллярный подсос влаги стен подвала здания;
- трещины по штукатурке и кладке внутренних стен, ширина раскрытия – от волосяных до 5мм;

- следы протечек, замоканий, высолы и биоповреждения стен;
- вырубка проемов в стенах без необходимых усилений или иных компенсационных мероприятий.

По результатам проверочных расчетов установлено, что стены имеют достаточный запас прочности. Отдельные столбы (подвал, первый этаж) исчерпали свою несущую способность и требуют усиления. Техническое состояние наружных и внутренних стен, а также кирпичных столбов следует признать ограниченно-работоспособным.

Перекрытия выполнены по-разному и на разных отметках. Перекрытия над подвалом – в основном, кирпичные своды, выполненные с опиранием на кирпичные стены и стальные балки. Междуэтажные перекрытия выполнены монолитными железобетонными или деревянными по стальным балкам. Чердачные перекрытия выполнены деревянными по деревянным балкам.

В ходе обследования выявлены следующие дефекты и повреждения:

- Следы протечек, замокание перекрытий;
- Многочисленные разрушения штукатурного слоя, отделочных покрытий, биоповреждения в местах замоканий;
- Вырубка отверстий без компенсационных мероприятий;
- Поверхностная коррозия арматуры железобетонных плит в местах разрушенного слоя бетона на участках прокладки коммуникаций;
- Поверхностная сплошная коррозия стальных балок с потерей сечения до 5%.

По результатам проверочных расчетов установлено, что несущая способность отдельных элементов не обеспечена, требуется усиление. Техническое состояние перекрытий и покрытий следует признать как ограниченно-работоспособным.

Моральный износ здания составляет – 30%, физический износ составляет более 40%.

Рекомендуемые мероприятия по ремонт:

Фундамент: выполнить гидроизоляцию стен подвала в виде штукатурного слоя с использованием гидрофобных добавок, при дноуглублении предусмотреть укрепления основания на участках с минимальной глубиной заложения фундамента.

Стены: произвести ремонт стен посредством заделки швов и трещин с добавлением в раствор жидкого стекла или подобных компонентов, выполнить вычинку кирпича на повреждённых участках с восстановлением кирпичной кладки, выполнить восстановление отделочного слоя.

Перекрытие и покрытие: произвести ремонт посредством заделки швов и трещин с добавлением в раствор жидкого стекла или подобных компонентов, усилить балки стальными накладками.

Библиографический список

1. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»

2. ГОСТ 26433.0-95 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения»
3. Мосаков Б.С., Курбатов В.Л., Римшин В.И. [Основы технологической механики тяжелых бетонов](#) Минеральные Воды, 2017.
4. Римшин В.И., Шубин Л.И., Савко А.В. [Ресурс силового сопротивления железобетонных конструкций инженерных сооружений Academia. Архитектура и строительство](#). 2009. № 5. С. 483-491.
5. [Обследование и испытание зданий и сооружений](#) учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Промышленное и гражданское строительство" направления подготовки "Строительство" / [В. Г. Казачек и др.]; под ред. В. И. Римшина. Москва, 2012. (Изд. 4-е, перераб. и доп.)
6. 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
7. Римшин В.И., Варламов А.А. [Объемные модели упругого поведения композита](#) Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 3 (375). С. 63-68.
8. Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Ларионов Е.А., Римшин В.И. [К вопросу длительной прочности бетона](#) Архитектура. Строительство. Образование. 2014. № 2 (4). С. 32-43.
9. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Строительно-техническая экспертиза [Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова](#). 2015. № 262. С. 978.

**Секция «Инновационные решения
при экологическом строительстве
и реконструкции»**

ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

*Лисова Ю.А., студентка магистратуры 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

Современной глобальной социально-экологической проблемой является обеспечение населения всех стран мира качественной питьевой водой [1, 2]. По данным Международного института управления водными ресурсами порядка трети населения земного шара уже сегодня испытывает дефицит в питьевой воде. Одновременно с этим достаточно большой процент износа коммунальных сетей в нашей стране, а также нередко низкое качество применяемых материалов, проектирование и монтаж сетей без комплексного учета влияния как факторов воздействия внешней среды, так и реального состава водопроводной воды приводят к преждевременному износу коммуникаций и серьезному ухудшению качества водоснабжения.

Разрабатываемые в нашей стране национальные, федеральные, региональные программы в рамках реализации требований технических регламентов [3, 4] направлены на решение данной проблемы путем внедрения новых и совершенствования существующих организационно-технологических решений по проектированию, монтажу и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения. Анализ научных исследований показывает, что немалая их доля посвящена разработке новых технологий водоподготовки, опреснения и очистки вод [5], совершенствованию способов повышения контроля качества строительно-монтажных и ремонтно-восстановительных работ [6–8], учету влияния факторов воздействия и повышению надежности трубопроводов и сооружений [9–13]. Вместе с тем, возрастающие требования к качеству предоставления коммунальных услуг, усложнение инженерных сооружений, возрастание степени автоматизации и механизации производственных процессов на них, ставят новые задачи перед эксплуатационными предприятиями.

Анализ имеющихся работ и исследований показал, что важнейшим условием повышения качества эксплуатации централизованных систем и сооружений водоснабжения и водоотведения городов и поселений России является высокое качество организации управления их эксплуатацией на основе использования современных нормативных документов, учитывающих развитие науки и техники в данной области. Сохраняющаяся нестабильная ситуация с обеспечением питьевой водой некоторых регионов нашей страны, и, в частности, городов Крыма [14–16] обосновывает актуальность данного исследования. В этой связи цель данной работы заключалась в разработке и обосновании комплексных мероприятий по обеспечению безопасной и ресурсоэффективной эксплуатации систем

водоснабжения и водоотведения на примере художественной академии г. Севастополя, разрабатываемых на этапе их проектирования.

Предметом исследования являются технологии обеспечения безопасной эксплуатации системы хозяйственно-питьевого водоснабжения и системы пожаротушения рассматриваемой художественной академии, закладываемые на этапе проектирования. Проектирование систем инженерно-технического обеспечения здания художественной академии выполнялось с использованием программных комплексов Autodesk Revit, с применением CFD-моделирования для расчета потоков жидкостей, что позволило учесть как сложность условий проектирования данного объекта, так необходимость использования новейших технологий информационного моделирования, передовых методов проектирования, существующих в мировой и отечественной практике.

В связи с недостаточностью существующих нормативных требований по пожарной безопасности, для проектируемого объекта были разработаны СТУ на проектирование противопожарной защиты. При проектировании здания предпочтение отдавалось универсальным элементам, одинаково удобным и адаптируемым в том числе и для лиц с ограниченными возможностями. При разработке конструктивных решений было учтено, что для данного района строительства характерны сейсмические явления, а также была учтена крайняя неоднородность рельефа местности. Для этого все блоки художественной академии были запроектированы с отделением друг от друга деформационными швами. Прохождение трубопроводов через деформационный шов возможно при применении компенсирующих мероприятий, а именно установкой на трубопроводы сейсмических компенсаторов. Они помогают поддерживать водопроводные сети в работоспособном состоянии не только при сейсмических и температурных воздействиях, но и при вибрациях разного происхождения, возникающих, например, в результате т.н. гидравлических ударов. Так, по статистическим данным, более половины прорывов на трубопроводах связывают с гидравлическим ударом, который является следствием нарушения правил эксплуатации. Предлагаемые проектные решения позволяют скомпенсировать подобные ситуации.

Результатом выполненной работы являются разработанные узлы сейсмических компенсаторов для системы водоснабжения и пожаротушения, конструктивно выполненных в виде рукавов из нержавеющей стали высокого давления (РНВД). Для системы водоснабжения было разработано 8 узлов (87 сейсмических компенсаторов), для системы пожаротушения – 14 узлов (89 сейсмических компенсаторов). Аналогичным образом были разработаны узлы для системы пожаротушения (рис. 1 и 2).

Помимо выше рассмотренных архитектурно-планировочных и конструктивных решений, а также предложений для инженерных систем, на основе анализа опыта применения современных инженерно-технических

решений по обеспечению рационального использования ресурсов, а также безопасности пользования был предложен комплекс технических мероприятий, рекомендуемых к проектированию в здании художественной академии после выполнения их технико-экономического обоснования (рис. 3).

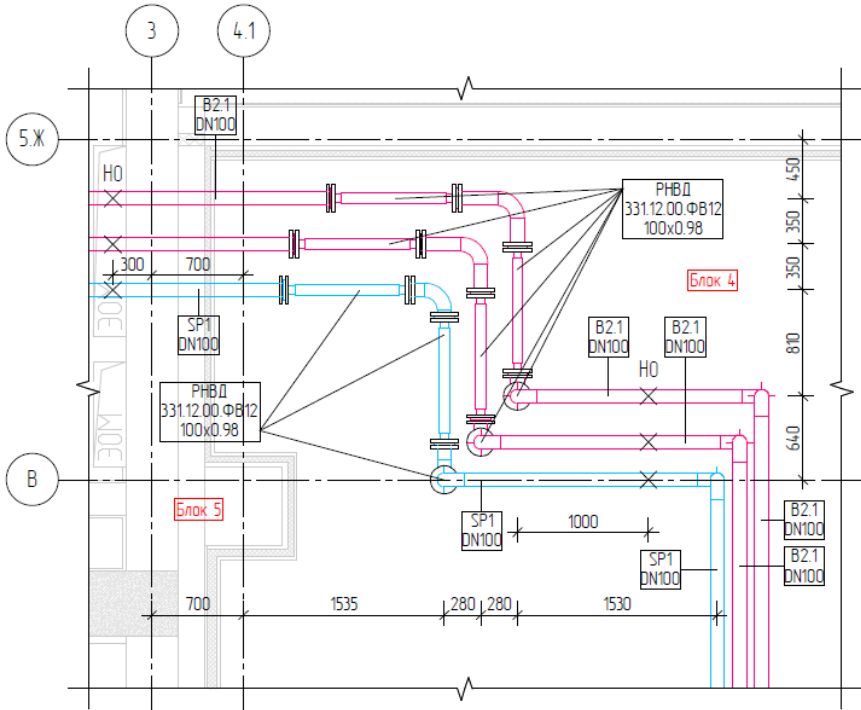


Рисунок 1. Фрагмент плана узла сейсмических компенсаторов для системы пожаротушения

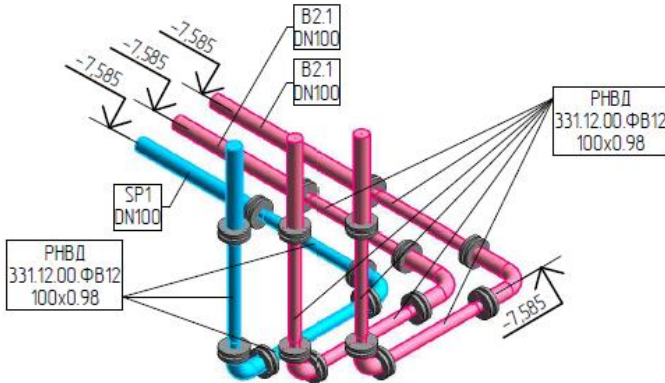


Рисунок 2. Фрагмент схемы узла сейсмических компенсаторов для системы пожаротушения при разработке BIM–модели здания

Системы водоснабжения	Системы водоотведения
<input type="checkbox"/> снижение избыточного напора регуляторами давления	<input type="checkbox"/> установка современного водосберегающего санитарно-технического оборудования
<input type="checkbox"/> автоматическое поддержание расчетного давления насосами с частотным регулированием электродвигателей	<input type="checkbox"/> централизованный отвод стоков в соответствующие наружные городские канализационные сети в зависимости от типа загрязнений
<input type="checkbox"/> установка приборов учета воды на вводе в здание отдельно для школы и отдельно для интерната	<input type="checkbox"/> централизованная очистка бытовых стоков на очистных сооружениях
<input type="checkbox"/> применение эффективной теплоизоляции на трубопроводах горячей воды	<input type="checkbox"/> применение насосов с частотным регулированием электродвигателей
<input type="checkbox"/> применение насосов с частотным регулированием электродвигателей	<input type="checkbox"/> применение автоматической работы насосов от уровня воды
<input type="checkbox"/> использование маломощного насосного оборудования	<input type="checkbox"/> использование маломощного насосного оборудования
<input type="checkbox"/> установка насосных установок систем водоснабжения на виброосновании	<input type="checkbox"/> виброкомпенсаторы на обвязке насосов
<input type="checkbox"/> установка вибровставок на обвязке насосов	<input type="checkbox"/> крепление трубопроводов с помощью металлических хомутов с резиновым профилем
<input type="checkbox"/> крепление трубопроводов с мягкими резиновыми прокладками	<input type="checkbox"/> звукоизоляция трубопроводов в местах пересечения с перекрытиями и стенами
<input type="checkbox"/> звукоизоляция трубопроводов в местах пересечения с перекрытиями и стенами	<input type="checkbox"/> применение специальных полипропиленовых труб с шумопоглощающим эффектом

Рисунок 3. Комплекс проектных решений по обеспечению безопасности и рационального водопользования при проектировании художественной академии в г. Севастополе

В заключение можно сделать следующие выводы: в работе рассмотрена проблема обеспечения безопасной эксплуатации системы водоснабжения на примере художественной академии в г. Севастополе, связанная с неоднородностью рельефа местности, повышенной вероятностью сейсмических воздействий, нестабильной ситуацией с обеспечением

питьевой водой. Данную проблему предложено решать еще на этапе проектирования в рамках разработки цифровой модели здания, для чего представлены в качестве примера результаты проектирования узлов сейсмических компенсаторов. Также в работе рекомендован комплекс мероприятий, направленных на экономию водных, тепловых ресурсов и электроэнергии, уменьшение количества стоков, и разработанных с учетом требований по охране окружающей среды, защите от шума и вибраций. Данные предложения в перспективе позволят достигнуть оптимальных технико-экономических характеристик по эксплуатационным затратам и затратам на коммунальные ресурсы при технической эксплуатации художественной академии.

Библиографический список

1. Грибова Е.В. Экологически устойчивое управление водными ресурсами // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 2 (287). С. 22–35.
2. Дементьева М.Е. Оценка экологической опасности городской среды // Жилищное строительство. 2005. № 1. С. 12–13.
3. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 № 416–ФЗ (последняя редакция). Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902316140>.
4. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384–ФЗ (последняя редакция). Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902192610>.
5. Иванкова Т.В. Опыт эффективного управления водными ресурсами в условиях дефицита (на примере Израиля) // Астраханский вестник экологического образования. 2018. № 1 (43). С. 78–88.
6. 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.
7. Мелинова Л.В., Мелинов А.В., Подберезный В.Л., Седлов А.С. О модернизации системы жизнеобеспечения г. Севастополя // Новое в российской электроэнергетике. 2015. № 5. С. 6–17.
8. Абдразаков Ф.К., Миркина Е.Н., Михеева О.В. К вопросу исследования этапов контроля качества при эксплуатации водопроводной сети // Экология и водное хозяйство. 2019. № 2 (2). С. 10–21.
9. Дементьева М.Е. Деградация ценоэкосистемы как фактор коррозии подземных коммуникаций системы водоснабжения г. Москвы: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2002. 147 с.
10. Примин О.Г. Стратегия управления потерями воды // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2014. № 2. С. 38–46.
11. Дементьева М.Е., Вишневецкий А.Д. Анализ различных схем диспетчеризации многофункциональных комплексов // Вестник МГСУ. 2014. № 2. С. 203–209.
12. Гальперин Е.М., Стрелков А.К. О надежности систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 12. С. 39–46.
13. Дементьева М.Е., Бабаджанов И.У. Оценка влияния сейсмических воздействий на техническое состояние градостроительных объектов // Вестник МГСУ. 2011. № 2–2. С. 309.

14. Гришина Е.А. Проблемы водоснабжения рекреационных районов Крыма // Наука и современность. 2016. № 47. С. 37–39.

15. Джамалов Р.Г., Егоров Ф.Б., Сафронова Т.И. Ресурсы подземных вод и их роль в водоснабжении Крыма // Водные ресурсы. 2018. Т. 45. № 6. С. 596–602.

16. Проторенко М.Н. Проблемы и перспективы водоснабжения республики Крым // В сборнике: Молодая наука. Сборник научных трудов научно-практической конференции для студентов и молодых ученых/. Под редакцией Н.Г. Гончарова. 2018. С. 95–97.

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

*Блинова О.С., студент магистратуры 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., к.т.н.*

Способ повышения энергоэффективности здания при проведении капитального ремонта и внедрение новых инновационных методов, способствующих уменьшению энергозатрат, является достаточно актуальным и необходимым.

Целью исследования является определение эффективности внедрения новых инновационных методов, способствующих уменьшить энергозатраты за счет внедрения энергосберегающих стекол.

Для этого ставились задачи:

- провести сравнительный анализ установки стекол с низкоэмиссионным оптическим покрытием;
- рассчитать срок окупаемости инновационных окон;
- составить рекомендации по их использованию при капитальном ремонте здания.

При проектировании проекта капитального ремонта требуется учитывать новые показатели энергоэффективности здания, в котором непосредственно планируется провести капитальный ремонт. Данный вопрос остается актуальным на протяжении последних нескольких лет. Внутренние тарифы на теплоэнергию увеличиваются с каждым годом. Так, например, тарифы на электрическую энергию вырос более, чем на 45%, а на газ увеличились 60%. В сфере ЖКК задействованы 20% объема электроэнергии, а также 45% всей тепловой энергии, приходящейся на Российскую Федерацию.

Из-за растущих цен прямо пропорционально растут издержки на энергию теплоснабжения. Согласно статистике, из 100% производимого тепла потребитель получает лишь 30 %, что говорит о низкой энергоэффективности.

Для улучшения класса энергоэффективности зданий используют двойное остекление, к сожалению, полностью не удовлетворяющее

изначальному запросу, так как количество потерь спровоцировано потерей инфракрасного излучения через обычное стекло обратно на улицу.

Часть потерь инфракрасного излучения можно сократить путем использования низко эмиссионного остекления [1–4], получающие свои свойства благодаря нанесению на их поверхность низко эмиссионных оптических покрытий. Технология работает таким образом, что коротковолновое солнечное излучения проникает непосредственно в здание, но сохраняет внутри инфракрасное излучение, исходящего от радиаторов, конвекторов и прочих отопительных приборов [5]. Но, к сожалению, данный метод не всегда позволяет достичь требуемого класса энергоэффективности

Один из вариантов решения данного вопроса является использование стеклопакетов с электроподогревом, на поверхности которых присутствует электропроводящее покрытие, которое выступает не только как ограждающая конструкция, но и как отопительный прибор [6].

Схема электрообогреваемых стекол представлена на рис. 1.

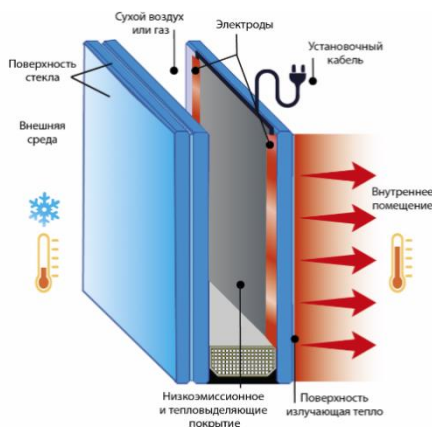


Рисунок 1. Схема работы электрообогреваемых стекол

Ниже предлагается сравнительный расчет двух вариантов остекления жилого здания, расположенного в г. Москва по существующему проекту капитального ремонта за расчетный период (20 отопительных периодов, срок эксплуатации окон с электроподогревом). Также предлагается сравнительный расчет окупаемости при использовании инновационного остекления.

Для удобства расчета остальные ограждающие конструкции считаются идентичными в обоих вариантах, таким образом будет рассчитано влияние непосредственно применения инновационного остекления.

Первоначально для более точного расчета мы берем ГСОП для здания, в котором планируется провести капитальный ремонт, и, отталкиваясь от

него, рассчитываем коэффициенты сопротивления теплопроводности для обычного остекления и остекления с низкоэмиссионным покрытием $R_{\text{факт.1}}$ и $R_{\text{факт.2}}$, $[\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}]$.

Затем, исходя из площади оконного заполнения, рассчитываем тепловые потери N_1 , N_2 , $[\text{Вт}]$ непосредственно через окна для двух вариантов. На основании значений N_1 и N_2 , $[\text{Вт}]$ рассчитываем количество теплоты Q_1 и Q_2 , $[\text{МДж}]$, требуемое для компенсации данных тепловых потерь. Отопительный период принимаем за 203 дня, так как капитальный ремонт здания проектируется для здания, расположенного на территории г. Москва [8].

Затем идет расчет необходимого объема газа для компенсации Q_1 и Q_2 , $[\text{МДж}]$ и переходим к расчету экономических показателей.

Цена газа в г. Москва $C_0 = 4,81$ руб/м³ с НДС, таким образом, мы можем рассчитать суммарные затраты на газ за отопительный период и узнать разницу переплаты в случае использования обычного остекления и остекления с низкоэмиссионным покрытием за расчетный период, учитывая инфляцию. Также следует учесть переплату за себестоимость остекления в первом и втором случае.

В конце рассчитывается срок окупаемости использования остекления с низкоэмиссионным покрытием.

Исходные данные для расчета сведены в таблицу 1 [8-10]:

Таблица 1. Исходные данные

Параметр	Значение
ГСОП $[\text{}^\circ\text{C} \cdot \text{сут}]$	9211
$R_{\text{факт.1}}$ обычного остекления $[\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}]$	0,53
$R_{\text{факт.2}}$ электрообогреваемого остекления $[\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}]$	0,69
F $[\text{м}^2]$ площадь остекления	354
Стоимость обычного остекления $[\text{руб.}/\text{м}^2]$	1080
Стоимость электрообогреваемого остекления $[\text{руб.}/\text{м}^2]$	1350
Теплопотери конструкций при обычном остеклении N_1 $[\text{Вт}]$	41 328
Теплопотери ограждающих конструкций при электрообогреваемом остеклении N_2 $[\text{Вт}]$	31 745
Количество теплоты Q_1 $[\text{МДж}]$	723 240
Количество теплоты Q_2 $[\text{МДж}]$	555 540

Необходимое количество газа для компенсации 1 МДж составляет

$$Q_{\text{газ}} = 36,58 \text{ МДж}/\text{м}^3 \text{ [11].}$$

Найдем требуемый объем газа для отопления помещений для обычного остекления и остекления с использованием низкоэмиссионных стекол по формуле 1 [11]:

$$V = Q / (Q_{\text{газ}} \cdot 0,9), \quad (1)$$

Где

V - требуемый объем,

$$V_1 = 723\,240 / (36,58 \cdot 0,9) = 21\,928 \text{ м}^3$$

$$V_2=555\,540/(36,58\cdot 0,9)=16\,875\text{ м}^3$$

Рассчитаем издержки на отопление за один отопительный период по формуле 2 [11]:

$$C_{\text{экспл.}} = V \cdot C_0, \quad (2)$$

$$C_{1\text{экспл.}} = 21\,928 \cdot 4,81 = 105\,474 \text{ руб.};$$

$$C_{2\text{экспл.}} = 16\,875 \cdot 4,81 = 81\,169 \text{ руб.}$$

Проведем калькуляцию разницы издержек для обоих вариантов остекления: $dC_0=24\,305 \text{ руб.}$

Учитывая 8% инфляции найдем суммарную разницу издержек за 20 лет:

$$dC_{\text{расч.}} = 24\,305 \cdot (1+1,08+1,082+1,083+1,084+1,085+1,086+1,087+1,088+1,089+1,09+1,091+1,092+1,093+1,094+1,095+1,096+1,097+1,098+1,099+1,1) = 554\,372 \text{ рублей.}$$

Стоимость стеклопакетов для двух вариантов и разница себестоимости составляет:

$$C_{1\text{себест.}} = 382\,320 \text{ руб.}$$

$$C_{2\text{себест.}} = 477\,900 \text{ руб.}$$

$$dC_{12\text{себест.}} = 95\,580 \text{ руб.}$$

Рассчитаем срок окупаемости по формуле 3:

$$T = dC_{12\text{себест.}} / dC_0, \quad (3)$$

$$T = 95\,580 / 24\,305 = 3,9 \text{ лет.}$$

В работе был проведен расчет срока окупаемости и экономического эффект от внедрения стеклопакетов с электрообогревом. Расчет срока окупаемости и экономического эффект следующие: окупаемости составляет 3,9 лет. Экономия составит 458 792 руб.

Таким образом, при проектировании проектов капитального ремонта жилого здания в некоторых случаях имеет место использование инновационных разработок остекления. Для каждого проекта требуется провести предварительный экономический расчет, и принимать решение, опираясь на его результаты. В некоторых случаях это будет экономически выгодно, а в некоторых-нет. Развитие отечественных разработок в данном направлении могут весомо улучшить показатели энергоэффективности, что также является важным пунктом при проектировании проекта капитального ремонта зданий и сооружений.

Библиографический список

1. Glaser, H. J. Geschichte der Entwicklung und industriellen Produktion von Warmedammschichten auf Flachglas / H. J. Glaser // Galvanotechnik. – 2007. – Vol. 98, № 6. – P. 1490–1500.
2. Свойства низкоэмиссионных покрытий на основе Ag и Cu, нанесенных на полимерную пленку методом магнетронного распыления / Н. Захаров [и др.] // Перспективные материалы – 2012. – № 2. – С. 62–70.
3. Glaser H. J. Low-emissive coatings on the outer surface of heat-insulating glasses – a challenge to the flat glass industry / H. J. Glaser // Glass Sci. and Technol. – 2002. – Vol. 75, №1. – P. 12–19.

4. Смирнов, М. И. Стекло и энергосбережение: тенденции в международном техническом регулировании / М. И. Смирнов // Энергосбережение. – 2012. – № 1. – С. 72–75.
5. Полимерная пленка с низкоэмиссионным покрытием для снижения тепловых потерь через светопрозрачные конструкции / С. В. Работкин [и др.] // Изв. вузов. Физика. – 2011. – Т. 54, № 11. – Ч. 2. – С. 169–175.
6. Геранчева, О. Е. Возможности использования рефлектных и низкоэмиссионных стекол в качестве токообогреваемых / О. Е. Геранчева, А. А. Чистяков, Р. Р. Суркин // Стекло мира. – 2007. – № 1. – С. 95–98.
7. Махин, А. В. Остекление салона автомобиля / А. В. Махин, О. Э. Еремеева // Стекло мира. – 2011. – № 8. – С. 77–80.
8. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».
9. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».
10. СП 23.101–2004. «Проектирование тепловой защиты зданий».
11. Справочник по газоснабжению и использованию газа./Н. Л. Стаскевич, Г. Н. Северинец, Д. Я. Вигдорчик — Л.: Недра, 1990.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ХОЗЯЙСТВЕННО- БЫТОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

*Кiryушина М.С., студентка магистратуры 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., к.т.н.*

Актуальность. Жилищно-коммунальной сфере в последнее время уделяется пристальное внимание. Потребителем данных услуг является практически каждый житель страны. Все коммунальные услуги отличает бесперебойность и постоянство их работы. Выбор схем и материалов для водоотведения является актуальной задачей. Грамотный выбор материала трубопроводов для определенных условий рельефа местности, уровня грунтовых вод, от состава грунта и др. с максимальной продолжительностью межремонтного периода представляет сложную задачу.

Целью данной работы является изучение различных материалов для реконструкции трубопроводов хозяйственно-бытовой канализации, а также выбор наиболее долговечного и ремонтпригодного материала для реконструкции в стеснённых условиях городской застройки.

Задача исследования - выбор стойкого к механическим повреждениям и к коррозионным процессам материала трубопровода.

Трубопроводы постоянно находятся в стрессовом положении и подвергаются множеству воздействий: давление породы, грунтовые воды, различные нагрузки, такие как динамические и статические. При некачественном проектировании или монтаже трубопроводные сети могут подвергаться различным видам коррозии (внешней и внутренней), изменению формы – деформации, а также абразивному износу.

Эксплуатируется городская безнапорная водоотводящая сеть при воздействии случайных и практически неконтролируемых внешних

неблагоприятных факторов. Для безнапорного режима работы характерна неравномерность расходов по часам суток и транспортировка твёрдых включений, что приводит к выпадению взвешенных веществ в лотковой части трубы в часы минимального водоотведения и образованию различных дефектов по всей длине трубы, приводящих к дальнейшей инфильтрации и эксфильтрации. Но при этом сеть остаётся работоспособной и осуществляет транспортировку сточных вод к очистным сооружениям.

На несущую способность водоотводящей сети влияют временные и постоянные статические и динамические нагрузки от горного давления и транспорта, а также грунтовые воды, которые располагаются над трубопроводом [1].

В городах-мегаполисах трубопровод подвержен дополнительным статическим и динамическим нагрузкам от надземного и подземного транспорта, от прокладки новых коммуникаций, от строительства зданий и сооружений вблизи существующих сетей и от насыщенной параллельной и пересекающейся подземной инженерной инфраструктуры [2-3].

Для реконструкции канализации могут быть использованы следующие виды трубопроводов: чугунные, стальные, ПВХ (поливинилхлорид), ПНД (полиэтилен высокой плотности) и стеклопластиковые [4-5].

Стеклопластик является новым материалом на рынке трубопроводов. ООО «НТТ» первая и единственная компания, выпустившая и применившая стеклопластиковую трубу для микротоннелирования в мире по технологии ООО «НТТ». Она является разработчиком национального стандарта РФ [5]. Первая отечественная компания, согласованная для применения АО «Мосводоканал».

Технология производства трубопроводных систем из стеклопластика (GRP) заключается в непрерывной намотке на формообразующую поверхность круглого сечения композиционного материала, состоящего из кварцевого наполнителя (песка), армирующего наполнителя (стекловолокнистые нити и рубленное стекловолокно) и полиэфирной смолы с последующим отверждением.

Продукция подвергается долговременному тестированию: долгосрочная предельная деформация во влажных условиях; предельное долгосрочное сопротивление разрушению; долгосрочная предельная деформация изгиба. Результаты исследований и характеристики стеклопластиковых труб приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1. Показатели сопротивления разрушению труб при деформации.

Номинальная жёсткость SN, Па	2500	5000	7500	10000	Требования
Деформация поперечного сечения, %	15	12	10	9	Нет признаков образования трещин на внутреннем слое при процентном удельном кольцевом отклонении
	25	20	17	15	Нет признаков разрушения структуры при процентном удельном кольцевом отклонении

Таблица 2. Характеристики стеклопластиковых труб.

Характеристики материала	Единица измерения	Ориентация	
		По окружности	Продольная
Плотность	кг/м ³	≈ 2000	
Модуль упругости при растяжении (при 23°C)	МПа	10 000 - 15 000	10 000 - 12 000
Прочность при растяжении (стандартная)	МПа	90 - 130	15 - 40
Прочность при растяжении (закреплённая конструкция)	МПа	200	80 - 100
Прочность при растяжении (в момент разрушения): <PN10	%	1.2 - 1.5	0.25
Прочность при растяжении (в момент разрушения): ≥PN10	%	1.8 - 2.0	1.0 - 1.4
Коэффициент Пуассона	-	≈ 0.3	≈ 0.25
Модуль упругости при сжатии (при 23°C)	МПа	12 000 - 18 000	12 000 - 18 000
Прочность на сжатие	МПа	130 - 140	90 - 100
Относительное сжатие (в момент разрушения)	%	1.2 - 1.5	1.8 - 2.0
Модуль изгиба	МПа	10 000 - 15 000	-
Прочность на изгиб	МПа	120 - 140	15 - 40
Предел прочности на изгиб (в момент разрушения)	%	1.6 - 2.2	1.0
Кольцевая деформация при PN	%	0.2 - 0.3	-
Кольцевая деформация при 1,5 x PN	%	0.3 - 0.4	-
Температурная стойкость	°C	≤ 40*	
Химическая стойкость (диапазон pH)	pH	1 - 10**	
Коэффициент теплового расширения	1/К	26 - 30 x 10 ⁻⁶	
Удельная теплопроводность	Вт/(м·К)	0.5 - 1.0	
Теплоёмкость	Дж/К	1.0 - 1.4	
Скорость распространения волны давления	м/с	≈ 450	
Шероховатость по Кольбуруку, k	мм	0.01 - 0.016	

* Температура до 80 °С при индивидуальном заказе

** Более высокое/низкое значение pH при индивидуальном заказе

Конструкция стенки трубы формируется на основе армированных стекловолокном термореактивных полиэфирных смол и песчаного наполнителя. Структура стенки имеет характерные свойства основных сырьевых материалов:

- Непрерывная стекловолокнистая нить и рубленое стекловолокно включается ради создания стягивающего усилия и осевой прочности;

- Наполнитель (кварцевый песок) применяется в центральной части стенки трубы для создания требуемой жёсткости;
- Стеклоткани применяются для придания необходимых свойств внешнему слою трубопровода.

Армирующими компонентами являются разные виды стекловолокна, которые обеспечивают необходимую коррозионную стойкость и прочность для трубы. Используется комбинация из непрерывных нитей и рубленного стекловолокна. Их количество и расположение обеспечивает разные механические характеристики труб.

В поверхностной оболочке для усиления слоёв с высоким содержанием смол используются лёгкие стеклопластиковые покрытия. Стекломаты обеспечивают высокую устойчивость поверхностей трубы к воздействию внутренней и внешней среды.

В качестве наполнителя используют обогащённый кварцевый песок. Для повышения смачиваемости и улучшения интегрирования песка в многослойную структуру стенки трубы его сортируют по крупности зёрен.

Ненасыщенные термореактивные полиэфирные смолы выступают в качестве связующего компонента в композитной матрице.

Смолы создают внутренний антикоррозийный слой и обладают такими свойствами как:

- высокая экологичность;
- химическая стойкость;
- высокая смачиваемость стекловолокна за счёт правильно подобранных материалов.

Для выбора материала при реконструкции трубопроводов было проведено сравнение нескольких характеристик различных материалов (таблицы 3, 4).

Таблица 3. Сравнительная таблица стеклопластиковых и чугунных труб.

Показатель	Стеклопластиковые трубы	Чугунные трубы
Коррозионная устойчивость	Стойкие к кислотной, щелочной, солёной среде	Нестойкие к коррозии в агрессивной среде и при электрохимическом
Обслуживание	Не требуется	Требуется периодическое обслуживание
Срок эксплуатации	Более 50 лет	Из-за коррозии труб срок эксплуатации составляет 20-30 лет
Внутренняя шероховатость	Коэффициент Хагена-Вильямса (C)=150.	Коэффициент Хагена-Вильямса (C)=120.
Удельный вес	1.8 - 1.9	7.05
Манипулирование	Очень простое, ввиду лёгкого веса трубы	Сложное, ввиду большого веса трубы
Предел прочности на разрыв	300 - 375 МПа	Минимально 420 Мпа
Модуль упругости	35 ГПа	150 - 170 ГПа
Стоимость прокладки, 100м	868 207,13 руб	2 068 599,04 руб

Таблица 4. Сравнительная таблица стальных, поливинилхлоридных и полиэтиленовых труб.

Показатель	Стальные трубы с эпоксидным покрытием	Трубы ПВХ	Трубы ПНД (полиэтиленовые высокой плотности)
Коррозионная устойчивость	Пониженно-стойкие к коррозии в агрессивной среде и при электрохимическом воздействии	Нестойкие в щелочной среде	Стойкие к кислотной, щелочной, солёной среде
Обслуживание	Требуется периодическое обслуживание	Требуется периодическое обслуживание	Требуется периодическое обслуживание
Срок эксплуатации	Из-за коррозии труб срок эксплуатации составляет 20-25 лет	15-20 лет в зависимости от условий эксплуатации	20-30 лет в зависимости от условий эксплуатации
Внутренняя шероховатость	Коэффициент Хагена-Вильямса (C)=120.	Коэффициент Хагена-Вильямса (C)=150.	Коэффициент Хагена-Вильямса (C)=150.
Удельный вес	7.85	1.4 - 1.45	0.95
Манипулирование	Сложное, ввиду большого веса трубы	Очень простое	Простое
Предел прочности на разрыв	Минимально 420 Мпа	50 Мпа	35 - 60 Мпа
Модуль упругости	210 - 240 ГПа	3 ГПа	5 ГПа
Стоимость прокладки, 100м	1 175 925,075 руб	621 620,34 руб	935 687,175 руб

Так как реконструкция производится в стеснённых условиях, под существующими зданиями, то важно, чтобы была максимальная долговечность и простота монтажа. Выбор материала зависит так же от коррозионной устойчивости, обслуживания и стоимости. По всем выше перечисленным показателям подходят стеклопластиковые трубы.

По стоимости стальные и чугунные трубопроводы дороже, чем стеклопластиковые, ПВХ и ПНД. Стоимости приняты для труб диаметром 600мм по ТСН-2001.3-23, ТСН-2001.1, которые учитывают не только стоимость материала, но и трудозатраты при прокладке, а также актуализированы на 2021-2022 год по приказу МКЭ-ОД/22-9.

Стеклопластиковые и ПНД трубы являются стойкими в кислотных, щелочных и солёных средах. Чугунные трубы подвержены коррозии в агрессивной среде (очень плохая устойчивость), поэтому для внешнего слоя требуется применение битумного покрытия и для внутреннего – цементное. Также они являются нестойкими к электрохимическим процессам, поэтому требуется дополнительная катодная защита. Стальные трубы также нуждаются в катодной защите и подвержены внутренней, внешней коррозии, поэтому требуется дополнительное эпоксидное покрытие на внутренней стенке и защитный слой на наружной поверхности. ПВХ трубы неустойчивы в щелочной среде.

Срок эксплуатации у стеклопластиковых труб более 50 лет. Так как чугунные и стальные трубопроводы подвержены коррозии, то срок эксплуатации снижается до 20-30, 20-25 лет соответственно. ПВХ и ПНД зависят от условий эксплуатации и составляет 15-20, 20-30 лет соответственно.

Осмотры для труб ВЧШГ, ПВХ и ПНД труб должны проводиться с периодичностью 1 раз в 6 месяцев. Для стеклопластика обслуживание не требуется.

Таким образом, выявлено, что для реконструкции хозяйственно-бытовой канализации в стеснённых условиях эффективнее с точки зрения стойкости к коррозии и стойкости к механическим повреждениям использовать стеклопластиковые трубопроводы. Это позволит увеличить срок службы, уменьшить расходы на техническое обслуживание и строительство.

Библиографический список

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. /Водоотведение и очистка сточных вод // АСВ.-2004.- 702 с.;
2. Ayotte PI / La qualité de l' eau de consommation en Quebec // Sci. et techn. eau. - 1990. - 23, № 1, -р. 99-103;
3. Matériaux utilises pour la fabrication des canalisations et reservoirs des installations publiques // Techn., sci., meth. - 1998. - № 11. - p. 37-62;
4. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения;
5. ГОСТ Р 54560-2011 Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном

РЕМОНТ ТРЕЩИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННОГО ИНЪЕКЦИОННОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОПРОЧНОЙ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ SIKA INJECTION 451

*Катвалян А.Г., студент магистратуры 2 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

Существует множество способов ремонта трещин в железобетонных конструкциях, многие из них применяются ежедневно, но самым эффективным методом ремонта трещин в железобетонных конструкциях является метод инъектирования [1].

Трещины в плитах перекрытия имеют разные последствия. Возникать они могут из-за механических повреждений бетона или различных факторов окружающей среды.

В рамках усиления конструкции монолитной железобетонной плиты перекрытия инъектирование используется с целью укрепления и восстановления несущей способности путем склеивания конструкций инъекционным составом.

При выборе материалов для инъекционных работ учитывают следующие параметры [2]:

- влажность трещины (сухая, влажная без водопритока, мокрая без давления), мокрая с активным водопритоком;
- ширину раскрытия трещины;
- ширину кратковременного раскрытия активной трещины;
- глубину проникновения трещины;
- геометрию трещины.

Для ремонта рассматриваемых трещин необходимо применить новый инъекционный состав, составленный при помощи высокопрочной эпоксидной смолы Sika Injection - 451. Данный состав предназначен для структурного ремонта сухих трещин с раскрытием от 0,1 до 0,5 мм в бетонных и железобетонных конструкциях [3]. Технические параметры состава отображены в таблице 1.

Таблица 1. Технические параметры

Наименование параметра	Нормативное значение
Рекомендуемая ширина раскрытия трещин, мм	0,1÷0,5
Температура нанесения, °С	от +8 до +30
Вязкость в зависимости от температуры, мПа·с	~100 (+23°С)
Прочность на сжатие через 7 суток, МПа	~70 – 80
Жизнеспособность 1 кг состава в зависимости от температуры окружающей среды, мин	~65 (+20°С)

Выбор насосного оборудования определяется типом инъекционного состава и необходимым давлением. Подача инъекционного состава в

конструкцию производится через подающие штуцера (пакера). Существует два основных типа инъекционных пакеров – клеевые и буровые [4].

Составляющие расфасованы и поставляются сообразно требуемого соотношения смешивания 78 к 22 частям по весу. Составляющую А и составляющую В перелить в чистый смесительный бак и смешивать до получения однородной консистенции. При надобности необходимо отмерить и перемешать малые количества материала согласно заданного соотношения.

Перемешивать с помощью низкоскоростного механического смесителя (макс. 300 об./мин) не меньше 3 минут до получения однородной консистенции [5]. Стоит убедиться, что на стенках и дне емкости не остается несмешанного материала (используйте шпатель или же перелейте смесь в иную чистую емкость и по новой перемешайте). После смешивания вылить смесь в приемную емкость насоса, быстро перемешать и использовать в течение периода жизни материала.

Последовательность и технология инъектирования приведена на рисунке 1.

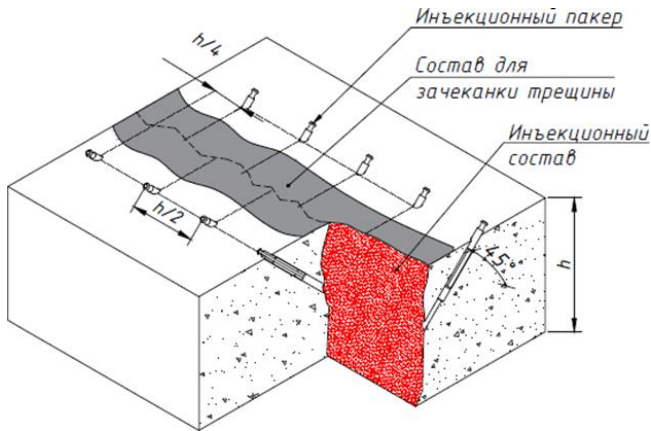


Рисунок 1. Конструкционный ремонт трещин методом инъектирования

Были обнаружены надлежащие качества, придающие значимость применения Sika Ingection – 451:

- очень невысокая вязкость (особенно при невысоких температурах);
- хорошая адгезия в мокрых и сухих условиях большого количества минеральных оснований (бетон, каменная кладка, натуральный камень и т. д.);
- барьер против инфильтрации воды и веществ, которые вызывают коррозию;
- благодаря невысокой вязкости просачивается в трещины шириной $> 0,1$ мм;

- в сухих условиях не дает усадки;
- не имеет растворителей.

Данная смола имеет срок годности 12 месяцев, по его истечении необходимо проверять материал по техническим условиям и по этим требованиям выяснять пригодность материала по назначению для дальнейшей эксплуатации. Важно хранить материал в сухом помещении.

Библиографический список

1. «Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам. Москва, Энергия, 1973. - 416 с.
2. Алентьев А.Ю., Яблокова М.Ю. Связующие для полимерных композиционных материалов. Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова, 2010. - 69 с.
3. Богданова Ю.Г. Адгезия и ее роль в обеспечении прочности полимерных композитов. Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова, 2010. - 68 с
4. Вацулик П. Химия мономеров. Москва, Издательство иностранной литературы, 1960. - 735 с.
5. Воробьев А. Серия статей по полимерным смолам. Журнал Компоненты и технологии.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОНИКАЮЩИХ ГИДРОИЗОЛЯЦИЙ ПЕНЕТРОН, КАЛЬМАТРОН, КРИСТАЛЛИЗОЛ

*Володина А.А., Студентка 3-го курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., канд. тех. наук.*

Введение

Проникновение влаги в капиллярно-пористую структуру бетона приводит к развитию коррозионных процессов, образованию высолов, снижению прочности и последующему разрушению. При этом повышенная влажность конструкции является благоприятной средой для развития различных биоповреждений (плесени, грибов, лишайников), что, в свою очередь, приводит как к снижению эксплуатационных характеристик сооружения, так и потере эстетического вида фасада здания. [1]

В связи с этим во всём мире при возведении и эксплуатации здания проводятся гидроизоляционные работы.

Проникающая гидроизоляция – один из самых эффективных способов защиты бетона от влаги. Существует несколько продуктов проникающей гидроизоляции. При выборе материала важно проанализировать ситуацию и выбрать наиболее подходящий.

Цель

Выбор наиболее универсального и эффективного продукта проникающей гидроизоляции от фильтрационной влаги.

Задачи

-Критический обзор продуктов проникающей гидроизоляции.

-Сравнительный анализ технико-экономических показателей гидроизоляции Пенетрон, Кальматрон, Кристаллизол

-Выбор оптимального продукта математическим методом

Гидроизоляция предназначена для защиты внутреннего объема подземных сооружений от проникновения в него капиллярной, грунтовой или поверхностной воды через ограждающие конструкции, и защиты от коррозии материала ограждающей конструкции. [2]

По области применения вся гидроизоляция делится на две больших категории – для внутренних работ и для наружных работ.

По способу устройства: штукатурная гидроизоляция; окрасочная и обмазочная гидроизоляция, литая гидроизоляция, оклеечная и наплавляемая гидроизоляция, засыпная гидроизоляция, инъекционная гидроизоляция, проникающая гидроизоляция, монтируемая (сварка металлических листов)

Срок службы железобетонной конструкции зданий не меньше 100 лет, однако оклеечная или обмазочная гидроизоляция, как правило, служит в 10 раз меньше. Поэтому ее нужно периодически менять, хотя сделать это порой практически невозможно. Поверхностную гидроизоляцию легко повредить. Это может произойти из-за естественных подвижек грунта или простой небрежности

Бетон обладает структурой, пронизанной порами, капиллярами и микротрещинами. Их наличие обусловлено рядом факторов: испарение воды во время схватывания недостаточное уплотнение бетона при укладке; внутреннее напряжение, возникающее в процессе твердения и набора прочности и др.

Результатом применения проникающей гидроизоляции является заполнение пор, капилляров и микротрещин бетона нерастворимыми химически стойкими кристаллогидратами, что позволяет значительно повысить показатель водонепроницаемости бетона, а также придать бетону свойство самозалечивания не больших трещин. [3]

Проникающие гидроизоляционные материалы работают как при положительном, так и при отрицательном давлении, а это значит, что их можно наносить как снаружи, так и изнутри. Для проведения гидроизоляционных работ теперь не нужно откапывать фундамент – работы легко и просто производить внутри помещения. Тем более в стесненных городских условиях разрабатывать грунт вокруг здания практически сложно, а бывает и невозможно. Проникающая гидроизоляция подвала изнутри по своей эффективности несколько не будет уступать традиционной.

Проникающая гидроизоляция меняет структуру бетона, химически активные компоненты приводят к росту кристаллов, которые заполняют все поры и микротрещины, повышая водонепроницаемость бетона, но при этом не влияет на паропроницаемость бетона, что положительно сказывается на микроклимате помещений

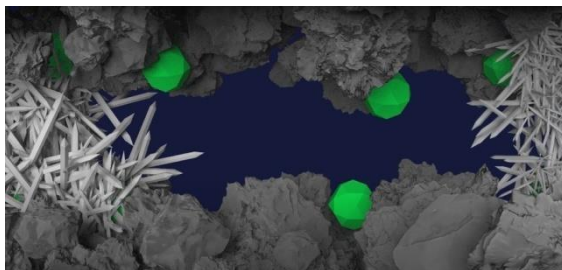


Рисунок 6. Проникающая гидроизоляция

При новом строительстве, при добавке в бетон гидроизоляционной смеси, возможно выполнить влагонепроницаемую конструкцию прямо на этапе укладки бетона. [4]

Необходимо отметить, что при железобетонных конструкциях, у которых произошла коррозия выщелачивания применять проникающую гидроизоляцию нельзя, т.к. не остается составляющих для реакции с образованием в порах и капиллярах нового плотного вещества, создающего гидроизоляцию.

В настоящее время в направлении устройства проникающей гидроизоляции представлено более 10 компаний («Пенетрон», «Кальматрон», «Кристаллизол» и др.), продукты которых имеют приблизительно одинаковый состав и принцип работы.

Таблица 1. Проникающая гидроизоляция. Составы от фильтрационной влаги

Характеристика	Пенетрон	Кальматрон	Кристаллизол W12
Расход, кг/м ²	0,8-1,1 при нанесении в два слоя	1,4-1,6 при толщине слоя нанесения 1 мм	2,5-3
Толщина наносимого слоя, мм	Зависит от способа нанесения (кистью или распылителем)	1,5-2 мм	Не менее 2-3 мм
Водонепроницаемость	2 МПа (20 атм.) Повышение на 3-5 ступеней.	1,2 МПа (12 атм.) Повышение W на 2-4 ступени	1,2 МПа (12 атм.) Повышение W на 2-4 ступени
Морозостойкость	Повышение на 100-200 циклов	Повышение F от 50 до 100 циклов	Не менее 300 циклов
Норма времени на м ²	ЕНиР-8-1-15-36 (табл.4) $0,42 \cdot 2 = 0,84$ чел-ч (увлажнение поверхности) прим. ЕНиР-8-1-5-1а (табл. 1) $0,21 \cdot 2 = 0,42$ чел-ч (нанесение раствора)		

	2-6 часов – перерыв перед нанесением второго слоя	0,5 часа – перерыв перед нанесением второго слоя	0,5 часа – перерыв перед нанесением второго слоя
	Увлажнение 3 дня по 3 раза в день $0,42 \cdot 3 = 1,26$ чел-ч		
	Отделочные работы через 3 суток	Отделочные работы через 3 суток	Отделочные работы через 14 суток
Цена, руб/м ²	374 [5]	316,8 [6]	264 [7]

Для количественной интерпретации экспертных мнений (весов) воспользуемся методом анализа иерархий. Первым приоритетом выберем водонепроницаемость; вторым приоритетом – трудоемкость; третьим – морозостойкость, четвертым- стоимость. Была составлена матрица весовых критериев для различных групп вариантов, производя попарное сравнение критериев. Все полученные решения для определения среднего веса по трем экспертным мнениям сведены в таблицу и определены оптимальные решения.

Заключение

Таким образом, был проведён сравнительный анализ проникающих гидроизоляций. Выбрано несколько критериев: водонепроницаемость, морозостойкость, трудоемкость, стоимость. Согласно расчетам наиболее оптимальным решением при первом варианте приоритетности (наилучшей водонепроницаемости) является Пенетрон. Этот состав позволяет повышать водонепроницаемость на 3-5 ступеней, имеет максимальную водонепроницаемость 2 МПа.

Библиографический список

1. Абзалилова А. В., Строкова В. В. Использование пенетрирующей добавки для повышения водонепроницаемости бетона // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2020. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-penetriruyushey-dobavki-dlya-povysheniya-vodonepronitsaemosti-betona> (дата обращения: 22.02.2022).
2. Рекомендации по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений конструктивные детали гидроизоляции, 3-е издание
3. Каталог Penetron Материалы для ремонта и гидроизоляции бетона
4. Новейшие технологии гидроизоляции фундамента и подвала Вашего дома! / Текст: непосредственный // Журнал «Элитные Строительные материалы» - 2021. - №49 – с.18-19.
5. <https://penetron.ru/pochemu-penetron> (дата обращения 22.02.2022)
6. <https://kalmatron.ru/> (дата обращения 22.02.2022)
7. https://www.kristallizol.spb.ru/kristallizol_w12.html (дата обращения 22.02.2022)

ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО КОЭФФИЦИЕНТУ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ТЦ «АКВАРЕЛЬ» Г. ПУШКИНО

*Демченко Т.Ю., Марченко М.Г., студенты 4-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., к.т.н.*

Цель

Выбор проектных решений в соответствии с методом оценки зеленых зданий BREEAM.

Задачи

Сравнение базовых решений (BASELINE BUILDING) с проектными (PROPOSED BUILDING), и выявление энергетической эффективности будущих проектных решений. При этом энергетическая эффективность характеризуется потреблением энергии на нужды функционирования здания (отопление, охлаждение, вентиляция, освещение, горячее водоснабжение).

Создание динамической энергетической модели здания является составной частью в процессе сертификации объекта строительства по системе «BREEAM». Целью данной процедуры является сравнение базовых решений (BASELINE BUILDING) с проектными (PROPOSED BUILDING), и выявление энергетической эффективности будущих проектных решений. При этом энергетическая эффективность характеризуется потреблением энергии на нужды функционирования здания (отопление, охлаждение, вентиляция, освещение, горячее водоснабжение).

Потребление энергии технологическим оборудованием (в том числе компьютерами, бытовой техникой) BREEAM не учитывает. Проектный вариант основывается на существующем проекте здания, включающем энергоэффективные технические решения.

Базовый вариант основывается на технических решениях в соответствии с ASHRAE 90.1-2010 и региональными нормами.

Проектный вариант включает в себя, в том числе, следующие технические решения по повышению энергоэффективности: 1. Улучшены тепловые характеристики ограждающих конструкций. 2. Выбран тип остекления с низким коэффициентом пропускания солнечного излучения SF=0.4. 3. Предусмотрена рекуперация тепла с эффективностью – 60%. Результаты энергомоделирования здания по BREEAM приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты энергомоделирования по BREEAM

Вариант	Эффективность, %	Общий спрос на энергию (отопление и охлаждение)	Потребление первичной энергии, кВт/м ² /год	Выбросы CO ₂ , кг/м ²
Базовый	-	1803	1085	212
Проектный	47,62	437,4	586	115

Коэффициент энергоэффективности (EPR)	0,8832
Баллы	14

Система «BREEAM» оценивает снижение годового потребления энергоресурсов и присуждает определенное количество баллов (см. таблицу 2), соответствующее полученному уровню энергоэффективности (EPR).

Коэффициент энергоэффективности определяется путем сравнения проектного варианта с базовым вариантом здания с учетом уровня нормативного развития энергоэффективного строительства в стране.

Таблица 2. Соответствие баллов BREEAM коэффициенту эффективности

Баллы BREEAM	Коэффициент энергоэффективности (EPR)
1	0,06
2	0,12
3	0,18
4	0,24
5	0,3
6	0,36
7	0,42
8	0,48
9	0,54
10	0,6
11	0,66
12	0,72
13	0,78
14	0,84
15	0,9

Согласно BREEAM, оценка энергоэффективности здания проводится по потреблению энергии только на нужды функционирования здания (отопление, охлаждение, вентиляция, освещение, горячее водоснабжение) исключая постоянные нагрузки от оборудования (компьютеры, техника, лифты и пр.). Но несмотря на то, что энергопотребление от оборудования не берется в рассмотрение, учитываются тепlopоступления от него, увеличивая тем самым нагрузку на охлаждение и снижая нагрузку на отопление.

Существует перечень элементов, которые должны моделироваться идентично, и элементов, которые должны отличаться в Проектном и Базовом вариантах. Идентичные элементы: - В обоих вариантах должны использоваться одинаковые энергоресурсы для отопления. - В обоих вариантах должны быть одинаковые нагрузки от оборудования. - Должна сохраняться ориентация остекления, т.е. если в проектном варианте 90% остекления смотрит на Юг, то и в базовом 90% остекления должно смотреть на Юг. - Если проектом не предусмотрено отопление или охлаждение какой-либо зоны, отопление и охлаждение этой зоны должно быть задано

идентично в проектном и базовом вариантах. Различающиеся элементы: - Процент остекления в базовой модели не должен превышать 40% от общей площади стен выше уровня земли. - Затенение не моделируется в базовом варианте.

Основные характеристики объекта:

Расположение: РФ, Московская обл., Пушкино ул. Зеленая роща
Широта: 56.000667 Долгота: 37.880454 Климатическая зона: 6

Этажность: 3 этажа, и 1 подземный.

Общая площадь объекта (согласно модели): 56 321,47 м²

Таблица 3. Описание систем

Базовый вариант (согласно AHRAE 90.1-2010 Table 6.8.1C Appendix G Table G3.1.1A, Table G3.1.3.7)	Проектный вариант
Основная Система тип 7 – система с переменным расходом, охладителем прямого расширения, экономайзером и местным нагревателем-доводчиком. Дополнительная Система тип 9 (для помещений без вентиляции и охлаждения) - система с постоянным расходом воздуха, экономайзером и местным нагревателем доводчиком	Системы вентиляции (для 1-4 этажа, все приточно-вытяжные установки с рекуператорами) подают норму по наружному воздуху, доводка температуры осуществляется фанкойлами, радиаторами, конвекторами

Результаты энергомоделирования

Проектный вариант по сравнению с базовым имеет эффективность 47,62% и коэффициент энергоэффективности 0.8832, что соответствует 14 баллам по системе «BREEAM». На табл. 2 отображено распределение потребляемой энергии для проектного варианта и базового.

Таблица 2. Годовое распределение потребляемой энергии в среднем базовом и проектном вариантах, мвт*ч

	Проектный	Базовый
Внутреннее освещение	3070	3448
Отопление (газ)	4948	16076
Система охлаждения	653	2067
Приводы вентиляторов	4050	6160
ГВС	3217	3769
Насосы	95	1034

«Общее энергопотребление» включает в себя, кроме расхода энергии на функционирование инженерных систем здания, также энергопотребление офисной техникой, лифтами и прочим оборудованием из категории process energy.

Таблица 3. Соотношение годового потребления энергии на освещение и инженерные системы в базовом варианте, %

Отопление (газ)	46
Приводы вентиляторов	18
ГВС	11
Внутреннее освещение	10
Система охлаждения	6
Электроприемники	3
Насосы	3
Другие эксплуатационные затраты	3

Таблица 4. Соотношение годового потребления энергии на освещение и инженерные системы в базовом варианте, %

Отопление (газ)	27
Приводы вентиляторов	22
ГВС	18
Внутреннее освещение	17
Система охлаждения	4
Электроприемники	6
Насосы	0
Другие эксплуатационные затраты	6

В таблицах 3 и 4 видны соотношения годового расхода энергоресурсов различными категориями потребителей в Проектном и Базовом вариантах.

Наилучшим потенциалом к снижению выбросов CO₂ обладает солнечная энергетика (генерация электрической энергии), однако данная технология не окупается для территории строительства ввиду погодных условий и значительного техногенного затенения.

Тепловые насосы обладают неплохим потенциалом, однако имеют значительную стоимость и ограничения ввиду небольшого размера площадки и ограничений, накладываемых на бурение вблизи жилых зданий и сооружений, поэтому применение тепловых насосов считается не целесообразным.

Наибольшее снижение в эмиссии CO₂ сооружением может быть достигнуто путем использования солнечных панелей, однако их использование затруднено малой площадью крыши и значительным техногенным затенением за счет расположенных вплотную к площадке объекта сооружений.

Библиографический список

1. BREEAM International New Construction 2016.
2. ASHRAE/IES Standard 90.1-2010 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
3. Атлас ресурсов солнечной энергии России, Объединенный институт высоких температур РАН, 2010 2. Атлас возобновляемой энергии на территории России, научное издание, РХТУ им.Д.И. Менделеева, 2015.
4. СП 50.13330.2020 «Тепловая защита зданий».

5. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

6. ГОСТ Р ИСО 7730-2009 «Эргономика термальной среды. Аналитическое определение и интерпретация комфортности теплового режима с использованием расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА И ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ВАРИАНТОВ ОБОГРЕВА ПОМЕЩЕНИЙ ЗДАНИЙ

*Грошева Е. А., Макаров О.В., студенты 3-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С. Д. проф., к.т.н.*

Актуальность

Согласно Федеральному закону «О энергосбережении и повышении энергетической эффективности» ФЗ № 261-ФЗ от 23.11.2009 следует создавать условия для сохранения невозобновляемых природных ресурсов России. Поэтому энергосбережение является доминирующей темой при проектировании объектов строительства, капитальном ремонте, реконструкции и их эксплуатации. Особенно это важно в России, как страны, находящейся больше половины года в режиме отопления зданий. Из этого следует, что строительство и эксплуатация зданий в таких районах требуют новых эффективных энергосберегающих материалов, которые сохраняют тепло, или поддерживаются установкой обогревателей различных типов.

Цель исследования

Определение возможности и эффективность пиролитического низкоэмиссионного покрытия стекла со встроенным активным нагревательным элементом в северных районах, и насколько дорогой и сложной выйдет данная технология при установке и эксплуатации в северных районах России.

Для этого необходимо решить ряд задач:

- Произвести расчет требуемого количества тепла в помещении и сравнить с мощностью стекла с электронагревом;
- Оценить затратность использования стеклопакетов с электронагревом;
- Выдать рекомендации о возможности использования специального покрытия стекол

Стеклопакеты с электронагревом используются для широкоформатного остекления и для стеклянных крыш. Данная технология использует прозрачный слой на поверхности стекла, который преобразует электрическую энергию в тепловое излучение [1]. Слой в 50 раз тоньше человеческого волоса, наносится на поверхность стекла в горячем состоянии и затем обрабатывается патентованной лазерной технологией, чтобы можно было регулировать подачу питания. В результате получается совершенно прозрачное стекло, которое при подаче электрического тока испускает инфракрасное излучение в диапазоне 2-13 мкм. Этот спектр теплового

излучения является оптимальным для восприятия человека теплового комфорта.

Преимущества низкоэмиссионного покрытия заключаются: в некоторых случаях не требуется установка дополнительного обогревающего прибора; могут устанавливаться во все типы окон: стационарные, раздвижные, фасадные, мансардные, панорамные или крупноформатные застекленные помещения, например, атриумы; простота установки, ничем не отличается от обычных стеклопакетов [3]; возможность контролировать температуру даже с телефона.

Недостатками таких покрытий являются: необходимость прокладки силового кабеля и подключения его к сети здания; необходимость более высокой платы за электроэнергию [4].

Стеклопакет с активным ИК-нагревательным слоем используется как дополнительный источник комфортного теплового излучения или как основной элемент системы отопления. Эта технология предотвращает образование конденсата и плавит снег или лед равномерно вдоль всей поверхности, когда электрический ток проходит через стекло, обеспечивая тем самым идеальные условия для проникновения солнечного света внутрь помещения при любых условиях, защищая сооружение. Зимой высокоэффективное отопление и эффективная изоляция удерживают тепло внутри. Летом, благодаря избирательному отражению нежелательного солнечного воздействия, также поддерживает комфортную температуру в помещениях, впуская естественный дневной свет. Данный вид стекла считается изолированным, поэтому в зимние месяцы «эффект холодного окна» устраняется и создается оптимальный температурный уют в помещении при минимальных эксплуатационных затратах. При этом, благодаря своей быстрой реакции, изолирующее стекло подходит для точного управления энергопотреблением. Необходимую температуру можно установить с помощью комнатного термостата, центрального блока управления или дистанционно, например, через телефон.

Расчет приборов отопления (радиаторов) для жилого помещения заключается в определении максимальных теплотерь и последующего расчета количества радиаторов, необходимых для их компенсации.

Наиболее приближенным к реальности расчетом, не использующим большого количества сложных формул, является расчет необходимого количества секций радиаторов, исходя из площади помещения и вспомогательных коэффициентов. В данной работе для расчета было принято двухкомнатное жилое помещение здания типовой серии П-44 общей площадью 57,7 м² и высотой этажа 2,64 м. Для осуществления расчета, а также для повышения его точности необходимо указать некоторые технические характеристики данного помещения:

- Технология строительства – панельное здание;
- Наружные стены – трехслойные панели, толщиной 300 мм;
- Внутренние стены – железобетонные панели, толщиной 180 мм;

-Тип кровли - плоская с теплым чердаком и внутренним водостоком.

В начале расчета определялась площадь помещения, так как обогрев необходимо осуществлять по всему внутреннему пространству. Для расчета принято угловое помещение на последнем этаже, как самое холодное (рис. 1).

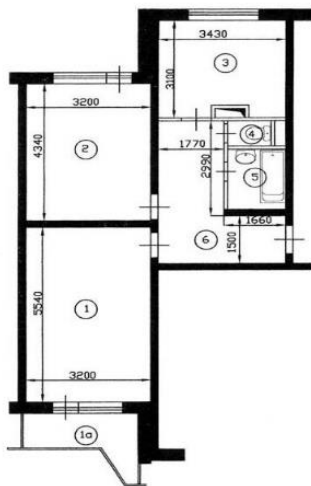


Рисунок 1. План выбранного помещения

Таблица 1. Характеристики выбранного помещения

№ пом.	Наименование помещения	Площадь, м ²	
		жилая	вспом.
1	Жилая комната (изолированная)	17,10	
1а	Балкон		2,20
2	Жилая комната (изолированная)	13,90	
3	Кухня		10,20
4	Санузел		0,90
5	Ванная		3,00
6	Прихожая-коридор		10,40
	<i>Итого</i>	31,00	26,70
	Общая площадь		57,70

Производится вычисление объемов помещений 1и 2 (81,84 м³) и 3, 4 и 5 (64,68 м³), а также вычисляется суммарный их объем (146,52 м³).

Определяется коэффициент пропорционального уменьшения теплопотерь для нестандартной высоты потолков: $\frac{2,64}{2,7} = 0,978$ Данная планировка имеет 3 окна, стандартный размер 1,3·1,4 м, размер одного окна

1,82 м², итого площадь окон 5,46 м² вычисляется процентное соотношение площадей окон и полов:

$$\frac{5,46}{57,7} \cdot 100\% = 9,46 \%$$

Для наиболее точного расчета используется метод, учитывающий ряд коэффициентов, влияющих на способность помещения сохранять или отдавать тепло.

$KT = 100\text{Вт/кв.м.} \cdot P \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7$, где

KT — количество тепла, необходимого для конкретного помещения;

P — площадь комнаты, кв.м.;

K_1 — коэффициент, учитывающий остекление оконных проемов = 0,85

K_2 — коэффициент теплоизоляции стен = 0,85

K_3 — соотношение площади окон и пола в помещении = 0,8

K_4 — коэффициент, позволяющий учесть среднюю температуру воздуха в самую холодную неделю года: при -20 принимается = 1,1

K_5 — корректирует потребность в тепле с учетом количества наружных стен: при одной наружной стене принимается = 1,1

K_6 — учет типа помещения, которое расположено выше: при расположенном выше отапливаемом чердаке принимается = 0,9

K_7 — коэффициент, учитывающий высоту потолков: принимается = 0,978

$$KT = 100\text{Вт/кв.м.} \cdot 57,7 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 0,978 = 4179 \text{ Вт}$$

Потребность помещения в тепловой энергии -4179 Вт:

$$4179/146,52 = 28,52 \text{ Вт/м}^3$$

Далее вычисляется температурный напор: При высокотемпературном режиме 90/70 и температуре воздуха в помещении напор будет равен $\frac{90+70}{2} - 20 = 60^\circ$. Сопоставляя полученный результат с требуемым коэффициентом, определяем мощность одной секции радиатора $190 \cdot 0,82 = 155,8 \text{ Вт}$. Эта мощность, которую может обеспечить 1 секция с учетом разности температур в системе.

Необходимое количество секций радиаторов (N) рассчитывается с учетом того, что мощность 1 алюминиевой секции 190 Вт:

$$N = \frac{4179}{155,8} = 27 \text{ секций}$$

Мощность пиролитического низкоэмиссионного покрытия из стекла со встроенным активным нагревательным слоем составляет от 100 Вт/м² до 800 Вт/м² [2].

Далее подсчитывается количество энергии, потребляемое низкоэмиссионным покрытием при максимальной теплоотдаче: $5,46 \cdot 0,8 = 4,368 \text{ кВт}$. С учетом того, что при максимальной теплоотдаче мощность 1 м² составляет 500 Вт, покрытие сможет отдать $0,5 \cdot 5,46 = 2,73 \text{ кВт}$, что не перекрывает суточной потребности выбранного помещения в тепле.

Что касается частного домостроения, при стоимости 1 кВт энергии 4,14 рубля и коэффициенте теплопотерь 1,5 здание с такими же помещениями и

той же площади будет нуждаться в 6,26 кВт энергии в сутки. Следовательно, необходима минимальная площадь окон в 12,52 м². Количество энергии в день составит: 12,52·0,8=10 кВт. Стоимость в месяц составит 4,14·10·30=1242 рубля. Следует учитывать, что данная стоимость является нижней границей и при больших морозах сумма может увеличиваться в 2 или 3 раза.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что из-за невозможности увеличения площади оконных проемов в связи с установившейся планировкой и предварительными строительными расчетами нагрузок, использование окон с низкоэмиссионным покрытием невозможно в условиях городской застройки. Технология предоставляет жителям особенно малоэтажной застройки незаметную необслуживаемую систему отопления, как дополнение к основному источнику тепла [5] и уникальный тепловой комфорт даже в очень холодных климатических условиях.

В работе расчетом было доказано, что использование стеклопакетов с встроенным электронагревом в умеренной полосе России вполне возможно.

Библиографический список

1. Техническая брошюра «Свобода видеть главное» ERGONAUS – г. 2021, с. 42.
2. Техническая брошюра «Системные решения для структурного остекления» – г. 2021, с. 14.
3. Выбор стеклопакета с функцией подогрева // <https://dommdom.ru/teplye-okna.html>
4. Окна с электроподогревом: во что обойдется их эксплуатация и будет ли теплее в доме? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zaggo.ru/article/konstrukcii1/okna/kaby_ne_bylo_zimy.html, свободный.
5. Окна с климат – контролем – Микроклимат. Вентиляция и кондиционирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://onko-24.ru/okna/plastikovye-s-klimat-kontrolem.html#:~:text=Термоокна%20-%20это%20источник%20тепла%2C,нравятся%20запотевающие%2C%20отсыреваю%20пластиковые%20окна>, свободный.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

*Чижиков М.Е., студент магистратуры 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Барбанова Т.А., к.т.н.*

В настоящее время ведутся исследования применения новых технологий возведения зданий [1,2]. Одним из способов является использование крупногабаритных жилых модулей (далее – КЖМ). Это отдельный крупноразмерный элемент строительства, который имеет

полностью отделанное внутреннее пространство со свободной планировкой площадью 90-110 кв. метров, включая инженерные сети и коммуникации.

Состоит такой элемент из тонкостенного ребристого железобетонного модуля с габаритными размерами 15,5 x 7,5 x 3,5 метра.

КЖМ может быть оснащен под систему «умный дом». Специалисты обустривают помещение в производственных условиях, применяя современные материалы, соблюдая все технологические процессы. Производство может быть по специальному проекту заказчика, при этом проводится пооперационный контроль качества каждой составляющей модуля.

Для того, чтобы защитить модуль от протечек производят гидроизоляцию плит покрытия. По всей поверхности модуль имеет теплозащитный слой, который состоит из минераловатной плиты. Это позволяет обеспечить хорошую звукоизоляцию и пожарную безопасность (рис.1).

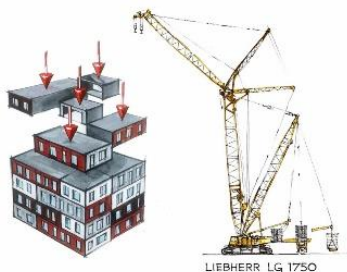


Рисунок 1. Схема устройства КЖМ

Изготавливать данные крупногабаритные жилые модули будут на новом специализированном заводе.

Завод по производству КЖМ для возведения жилых домов строят в Новой Москве в [Марушкинском](#). Площадь завода более 150 тыс. кв. метров.

Оттуда на стройплощадку сразу будут поставлять уже полноценное жилье с отделкой и коммуникациями, а не стройматериалы. По предварительным расчетам, с помощью этой инновационной технологии 22-этажное здание возможно будет возвести менее, чем за 25 рабочих дней.

На испытательном заводе по производству КЖМ предусматривается выпускать ежедневно пять модулей. На главном производстве предусмотрено выпускать двадцать модулей в сутки. Причем будет производство модулей лестниц и шахт лифтов, что позволит возводить до четырех этажей в сутки.



Рисунок 2. Завод по производству КЖМ в Марушкинском

Завод будет также возведен согласно последним разработкам в сфере строительства для осуществления бесперебойного производства жилых модулей.

Для экспериментального завода ожидается поставка импортного оборудования, двух кранов, тягачей и грузовых платформ и т.д.

Чтобы увеличить энергоэффективность помещений завода в нерабочее время, будет предусмотрено использование современных материалов для теплоизоляции в экспериментальных цехах и применено комбинированное отопление.

Также установят терморегуляторы, обеспечивающие поддержание заданной температуры в помещениях, водосберегающую сантехническую арматуру и оборудование. Предусмотрены специальные вентиляционные установки, частотно-регулируемый привод электродвигателей, применение светодиодных светильников и автоматизация инженерных систем зданий, учет потребления газа, тепловой энергии, воды и электроэнергии.

Ввод в эксплуатацию экспериментального завода запланирован на конец 2023 года. На производстве создадут 2000 рабочих мест.

Возвращаясь к сравнению технологий строительства используемых в настоящее время и инновационной технологии модульного строительства, можно легко ощутить прогрессивность данного метода.

При строительстве зданий из крупногабаритных модулей на строительные площадки планируют предоставлять десять модулей в ночное время под имеющиеся краны. Широкие секции, а также отдельно стоящие здания (свечки) максимально имеют 8-9 модулей на этаже. Таким образом, при смонтированном нулевом цикле и подведенных инженерных сетях на монтаж 20-этажного здания с полной отделкой и подключением всех инженерных коммуникаций (первой секции) потребуется максимум 20 дней.

В то же время при использовании технологий панельного домостроения ежедневно производится порядка 60 подъемов крана в сутки. Таким образом, этаж секции строится около трех дней. Если рассматривать монолитное домостроение, то сроки значительно увеличиваются. Далее прокладывают

инженерные коммуникации, отделяют места общего пользования, производят монтаж дверных и оконных проемов. Это приводит к увеличению сроков строительства еще на несколько месяцев и возникает необходимость привлечения дополнительных машин и механизмов, таких как подъемники, башенные краны и др.

Доставка крупногабаритных модулей до стройплощадки будет осуществляться на специализированных грузовых платформах в ночное время. Строительство первого экспериментального здания из крупногабаритных жилых модулей планируется осенью 2022 г. Он будет расположен прямо на территории специализированного завода-комбината.

Эксперты не будут собирать все 10 этажей. Достаточно возвести 2-3 типовых этажа с проработкой всех основных строительных узлов (состыковка инженерных коммуникаций, взаимное крепление самих блоков во всех трех направлениях).

Инновационные технологии строительства из крупногабаритных модулей найдут свое применение не только для жилых зданий. Для многих объектов городской инфраструктуры, в частности, детских садов, школ, учреждений здравоохранения, станет возможным использовать технологию крупноразмерных модулей.

КЖМ очень перспективный метод строительства зданий. Применение этой технологии значительно облегчает труд людей и имеет множество преимуществ перед имеющимися способами строительства [3,4,5]. На данный момент проектируется первое жилое здание, которое соответствует требованиям программы реновации. В дальнейшем станет возможным внедрять эту технологию в городские программы строительства.

Предприятие по производству модулей нового поколения может дать мощный стимул техническому перевооружению строительной отрасли.

Таким образом, применение инновационной технологии возведения зданий из КЖМ с использованием современных методик и материалов, а также автоматизации производственных линий позволят создавать модули различной площади с широкой вариативностью планировки. Такая технология в случае успешной апробации даст возможность значительно ускорить темпы строительства зданий различного функционального назначения.

Библиографический список

1. Король Е.А., Журавлева А.А., Савин В.К. Организационно-технологическое моделирование возведения малоэтажных жилых зданий с учетом рационального энергопотребления // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 4 (382). С. 184-189.
2. Баулина О.А., Ключин В.В. Проблемы и перспективы жилищного строительства современной России // Интернет-журнал «Науковедение» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/15EVN216.pdf> (доступ свободный).
3. Ромашко В. М. Сборно-разборные, быстровозводимые, здания-модули // Молодёжь и наука: Сборник материалов VII Всероссийской научно-технической

конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 50-летию первого полета человека в космос. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/2311/4880/1/s231_111.pdf (дата обращения: 27.03.2015)

4. Адам Ф. М. Объемно-модульное строительство // Вестник «Зодчий 21 век». -2000,- №2,-С. 65.

5. Король Е.А. Анализ конструктивных решений наружных стен для повышения теплозащиты при строительстве и реконструкции инфраструктуры производственных предприятий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 2 (368). С. 124-130.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛАЗЕРНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ

*Томашов Н.В., студент магистратуры 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., 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. Так же широкое применение этот способ получил во всех сферах строительства: реконструкция, капитальный ремонт, модернизация, создание топографии и т.д. Ряд примеров будет рассмотрен в данной статье для сравнения эффективности и рентабельности лазерного сканирования с предшествующими аналогами.

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.

Реконструкция промышленных и гражданских объектов за последние годы стала более широко распространена. При реконструкции памятников архитектуры проектные организации сталкиваются с задачей сохранения исторического облика объекта при замене или усилении конструктивных элементов. Для промышленных объектов важно не только определить основные геометрические характеристики несущих конструкций, а также получить сведения о наличии основания, прогибах, дефектах и повреждениях, особенностях соединения элементов, а также выявлять фактическое расположение трубопроводов, коммуникаций на инвентаризацию, модернизацию и техническое перевооружение. При реконструкции жилья запас, задача - выполнить точные замерные работы для последующей разработки проектных решений по восстановлению эксплуатационной надежности, повышению энергоэффективности, определению стоимости реставрационных работ.[1]

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.[2,3]

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 сравнении с традиционными измерениями для построения информационной модели здания лазерное сканирование несравненно уменьшает трудозатраты и человеческий фактор погрешности. Итоги выведены в таблицу 1[1,4,5].

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.

При этом метод является также целесообразным по экономической составляющей. Стоимость услуг одной из крупнейших организаций по предоставлению этой услуги выведены в таблицу 2 [2].

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 САД 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.

Интересным примером реализованного решения по применению лазерного сканирования является его использование при возведении МОСКОУ СИТИ. Съемка производилась на удалении 2000 метров с набережной Москвы реки, для выявления отклонений и уточнений фактических размеров фасада зданий. Применялся высокоточный лазерный сканер Teledyne Optech Polaris. Данные сканирования передавались в программу Revit для дальнейшей обработки и определения высотных отметок.[2]

Примером эффективности метода является повышение производительности. В лесопарковой зоне Москвы была произведена съемка расположения деревьев на 8 гектарах 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 о высокой производительности.

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.

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 закрепляет рассмотренный метод, как неотъемлемую в будущем систему, снижающую общую стоимость работ, связанных с измерениями, а так же стоимость работ по созданию BIM-модели, так как все исходные данные будут уже иметь свои координаты в электронном виде. А малые трудозатраты позволят сократить время проведения работ, независимо от условий работы.

Библиографический список

1. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814601007>
2. <https://alfascaner.ru/>
3. Шульц Роман. Наземное лазерное сканирование в задачах инженерной геодезии – с.348
4. <https://geopriz.ru/wp-content/uploads/Lazernoe-skanirovanie.pdf>
5. Барабанщикова лазерный сканер // Технадзор. – 2010. – №3 – С. 112-113.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РЕМОНТОВ ПЛОСКИХ КРОВЕЛЬ

Давыдова П.С., аспирант 1-го курса ИИЭСМ

Научный руководитель – Сокова С.Д., проф., канд. тех. наук

В статье проведен анализ методов ремонта плоских кровель. Объектом исследования приняты ремонты плоских кровель многоквартирных жилых домов с учетом проведения ремонтов в условиях эксплуатации жилого фонда, без отселения проживающих. Так же рассматриваются вопросы применения атласа дефектов и повреждений рекомендованного Московским государственным строительным университетом при обосновании выбора между выборочным ремонтом плоских кровель и капитального ремонта плоских кровель с полной заменой кровельного покрытия. Рассмотрены основные проблемы при проведении работ по ремонту плоских кровель влияющие на долговечность эксплуатации кровли в межремонтный период.

Решения по устройству плоских кровель применяются в индивидуальном жилищном строительстве, при строительстве промышленных объектов, при строительстве многоквартирных жилых домов. В данной статье будет проводится анализ методов ремонта плоских

кровель многоквартирных жилых домов в связи с износом многоквартирного жилого сектора, домов, построенных в 70-80-90-е года 20-го века по типовым проектам массовой застройки.

Анализ сроков межремонтной эксплуатации, заявленные производителями применяемых материалов и фактические сроки до первого текущего местного ремонта. Анализ рынка трудовых ресурсов для возможности соблюдения технологических параметров при проведении ремонтов. Разработка технологических карт с целью увеличения сроков межремонтных сроков эксплуатации посредством соблюдения единых требований к проведению ремонтов плоских кровель при планировании капитальных ремонтов плоских кровель.

На сайте Государственной корпорации — Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства содержатся количественные данные многоквартирных домов по состоянию на 01 Января 2022 года включенных в программу реализации региональных программ капитального ремонта города Москвы. В программу входит 28 287 многоквартирных домов, средний возраст домов, включенных в программу капитального ремонта, 49 лет. Формирование Фонда капитального ремонта многоквартирных домов позволяет избежать точечного проведения капитального ремонта, что не всегда учитывая реальные потребности жилого фонда, способствует выведению планирования капитальных ремонтов на качественно новый уровень, одним из характеристик которого является больший охват данных. На плоских кровлях многоквартирных домов можно отследить весь исторический путь развития производства материалов применяемых при ремонтах плоских кровель. Толщина существующего кровельного покрытия на ремонтируемых по программе капитального ремонта плоских кровель многоквартирных домов может достигать до 1 метра. Таким образом, планирование ремонтов плоских кровель многоквартирных домов, необходимо проводить с учетом полной замены отслужившего кровельного покрытия, что в свою очередь, позволит снизить нагрузку на несущие конструкции зданий. Данные критерии так же являются системообразующими при выборе методов ремонта плоских кровель.

В настоящее время в части капитальных ремонтов плоских кровель многоквартирных домов самым применяемым методом является полное снятие кровельного пирога с заменой устаревших материалов, на современные битумно-полимерные покрытия. При применении данного метода ремонта плоских кровель необходимо учитывать затраты на демонтаж утилизацию старого кровельного покрытия, которое как сказано было выше может достигать до 1 метра толщины. Так же важно учитывать такие факторы, как дефицит квалифицированных трудовых ресурсов на рынке и стремление подрядчика произвести экономию за счет использования аналогов материальных ресурсов, что в свою очередь может снижать межремонтные сроки эксплуатации плоской кровли.

Так же существует альтернативный метод ремонта плоских кровель при котором происходит частичное снятие кровельного покрытия и плавление остаточного слоя. Такой метод в части ремонтов проводимых на кровлях многоквартирных домов в настоящее время мало распространен.

Данное исследование проводится для последующей разработки технологических карт, определяющих сроки и уровень износа плоской кровли при выборе методов ремонта плоской кровли.

Анализ методов ремонта многоквартирных домов необходимо проводить с учетом действующей специфики проводимых ремонтов – без отселения жителей, в условиях необходимости совмещения материалов разных поколений.

Библиографический список

1. Король Е.А., Садковский М.В. Исследование технологических параметров устройства и ремонта оснований плоских кровельных покрытий. Строительство и архитектура. 2021. Т. 9. № 3. С. 31-35.
2. Король Е.А., Сокова С.Д., Смирнова Н.В. Формирование критериев оценки эффективности гидроизоляционных систем. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. № 4 (1028). С. 60-61. Рекомендации по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений конструктивные детали гидроизоляции, 3-е издание
3. Касьянов В.Ф., Сокова С.Д., Калинин В.М. Ранжирование дефектов гидроизоляции крыш. Научное обозрение. 2015. № 7. С. 119-122.
4. Сокова С.Д., Демидов А.С., Никифорова Е.В. Анализ надежности элементов кровли и математическое определение вероятности наступления отказа кровель. Научное обозрение. 2014. № 7-1. С. 120-124.
5. Петров А.В., Гуляева В.Н. Совершенствование технологии капитального ремонта плоских железобетонных кровель крупнопанельных зданий серии 135 в условиях Иркутского региона. Universum: технические науки. 2018. № 6 (51). С. 32-37. [Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35170127](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35170127)
6. [Сайт Государственной корпорации – фонда содействию реформированию жилищно-коммунального хозяйства \[Электронный ресурс\]. – М.: Государственная корпорация – фонд содействию реформированию жилищно-коммунального хозяйства. – Режим доступа: https://fondgkh.ru/, свободный.](https://fondgkh.ru/)

**Секция «Реновация застроенных территорий,
зданий и сооружений»**

СТАНДАРТЫ РЕНОВАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА КАК ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*Канпушев И. А., студент магистратуры 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

В статье рассматриваются наиболее актуальные проблемы градоустройства и развития застроенных территорий, которые с каждым годом усугубляются вследствие увеличения износа жилого фонда и роста численности городов за счет урбанизации. Среди них можно отметить следующие [1-4]:

1) Увеличение площади российских городов. За пять лет в период с 2011 по 2016 год увеличение общей площади городов составило около 4%. Из-за нехватки земельных ресурсов, города присоединили более 330000 га соседних земель под различную застройку, а также для развития инфраструктуры.

2) Монотонность и однообразность жилых районов в городах России. Около 70% домов относятся к типовым сериям. В Советском Союзе в первую очередь решалась проблема нехватки жилья, поэтому сейчас так распространена проблема идентичных микрорайонов, что негативно влияет на психологическое состояние жителей.

3) С заторами на дорогах и нехваткой парковочных мест сталкивается каждый второй житель городов.

4) Прирост ветхого и аварийного жилого фонда. В России за последние 20 лет прирост жилья составил 50%, а прирост аварийного 300%, поэтому первой решаемой является проблема развития застроенных территорий, так как города расположены в центре промышленных зон.

5) Более 60% новой жилой застройки ведется за пределами уже сложившейся застройки. Такой метод предполагает большую протяженность новых дорог и инженерных сетей. Также это требует постройки объектов социальной инфраструктуры. Соответственно растут и расходы на эксплуатацию и содержание таких объектов.

Для решения рассматриваемых проблем Министерством строительства и ЖКХ РФ разработан методический документ «Стандарт комплексного развития территорий». Стандарт состоит из 8 книг [5]. В нем рассматриваются методы развития застроенных и освоения свободных территорий. 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. Целью данного исследования является изучение современных методов и стандартов

улучшения застроенной городской среды [6-8]. Для этого были решены следующие задачи:

- проанализирована нормативно-техническая документация в области реновации городских территорий;
- проведен обзор исследований в развитии застроенных территорий;
- выявлены перспективные варианты реновации застройки.

Большие города России имеют два типа развития. Первый тип – экстенсивный, при котором застраиваются и развиваются свободные территории: земли сельскохозяйственного назначения, озелененные территории, т.е. 50 % нового строительства ведется на свободных участках.

Второй вид развития интенсивный. Происходит развитие уже имеющейся застройки с объектами капитального строительства и инфраструктуры. Этот тип развития включает в себя 2 варианта развития: революционное и эволюционное. Эволюционное развитие предполагает поэтапное изменение существующей застройки, частичную и точечную реновацию жилого фонда. Революционное развитие подразумевает замену всей имеющейся застройки территории. В основном этот метод используется при реорганизации территорий с небольшой интенсивностью использования: промышленных зон, территорий бывших военных частей и т.д. Преимущества революционного развития территорий:

- низкая стоимость земельных участков (соответственно и низкая цена недвижимости для покупателей);
- большой размер участков строительства, что упрощает процессы строительства и размещения рабочей силы и строительных машин; новые коммуникации и инфраструктура.

Недостатки революционного варианта:

- удаленность от социальных объектов, мест работы, объектов торговли, досуга и отдыха;
- необходимость развития транспортной и инженерной инфраструктуры.

Для повышения качества городской среды городов России, Стандартом установлена система принципов развития застройки, на основе которой сформированы целевые модели Стандарта. Целевые модели служат образцами при развитии как свободных территорий, так и территорий со сложившейся застройкой (рис. 1).



Рисунок 1. Принципы стандарта развития городской застройки

Принципы Стандарта:

1) **Функциональное разнообразие.** Предусматривает близость жилой застройки с социальными объектами, объектами торговли и услуг, с офисами. Это сокращает время перемещения на учебу, работу, уменьшает уровень загруженности объектов транспортной инфраструктуры, а также стимулирует людей больше передвигаться пешком, улучшая их здоровье.

2) **Связанность и комфорт перемещений.** Определяется вариативность и удобством пеших и автомобильных маршрутов, наличием станций метро, наземного общественного транспорта.

3) **Плотность и человеческий масштаб.** Плотная застройка способствует эффективному использованию земельных ресурсов

4) **Гибкость и адаптивность.** Территории должны быть приспособляемы к изменению социальных условий, то есть наличие условий для смены нижних этажей жилых зданий с жилого на нежилое.

5) **Соответствие жилья потребностям горожан.** Наличие разнообразных планировок квартир, ограничение количества квартир в доме, а также обеспечение жителей домов помещениями общего пользования увеличивает комфорт проживания и рост привлекательности района.

6) **Безопасность и здоровье.** Заключается в минимизации риска получения травм (размещение пешеходных переходов, ограничение скорости передвижения автомобилей), а также в экологической безопасности (озеленение территории, снижение негативных последствий автомобильных выхлопов).

Рассмотрим модель развития территорий среднеэтажной и многоэтажной городской среды. Главная разница между существующей среднеэтажной городской средой от модели – это большие территории кварталов, около 30 га. Следствием этого является низкая плотность улично-дорожной сети. Недостатком такой среды является монотонные дома с неудобными планировками и относительно небольшим эксплуатационным сроком – 50 лет, по истечении которого необходимо сносить или проводить капитальный ремонт. Основной задачей при развитии среднеэтажной

городской среды является создание условий для поэтапного изменения с реконструкцией и замещением зданий [9-12].

В многоэтажных районах наименее разнообразные в функциональном плане условия из всех типов застроек в России. Общественно-деловая инфраструктура составляет всего 15-16%, из которых около 5% приходится на помещения дошкольного образования и помещения здравоохранения.

Результаты сравнения застройки в зависимости от этажности представлены на рис. 2.

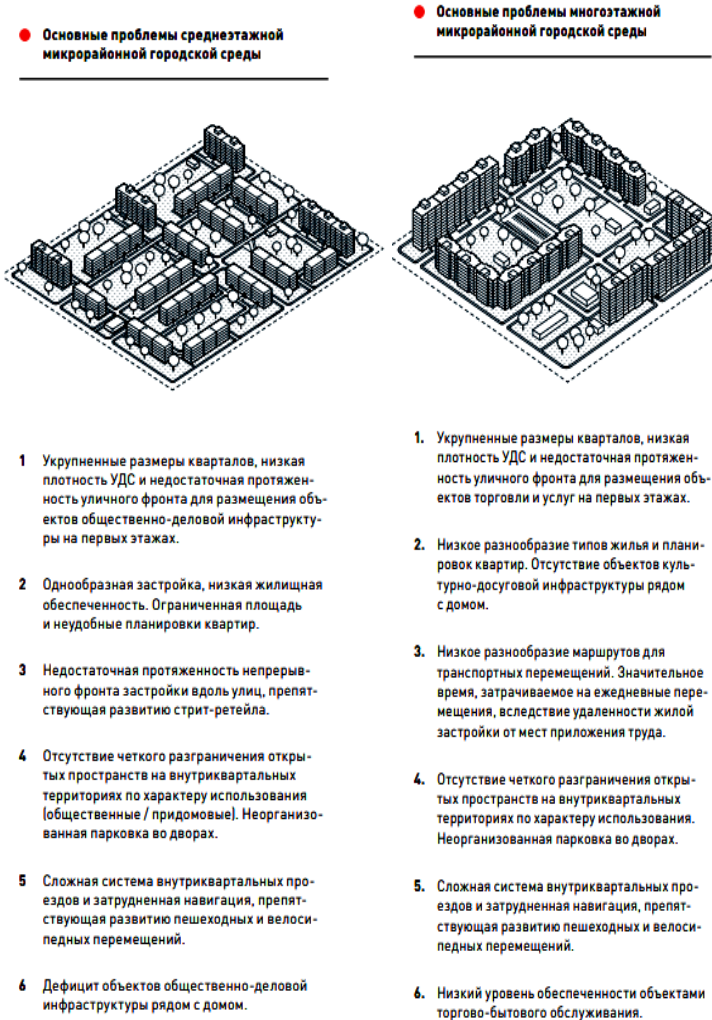


Рисунок 2 Основные проблемы среднеэтажной и многоэтажной микрорайонной

городской среды

Поскольку этажность данной застройки невозможно привести в соответствие со среднеэтажной моделью, то развитие многоэтажных территорий должно быть направлено на увеличение уровня функционального разнообразия, что позволит сделать более комфортным жизнь в данной среде.

В заключение можно сделать следующие выводы: современные способы комплексного развития территорий как застроенных, так и свободных, принципы стандарта территорий и их модели направлены на создание комфортной и безопасной городской среды. Реновация городской застройки является перспективным и актуальным направлением обновления жилищного фонда в условиях сложившейся застройки.

Библиографический список

1. Сабына Е.Н., Сабына М.Н. Реновация как форма улучшения городского пространства // Интерактивная наука. 2018. № 11 (33). С. 54–56.
2. Зильберова И.Ю., Маилин В.Д., Петров К.С., Беланова М.А. Реновация как разновидность модернизации городских территорий // Инженерный вестник Дона. 2019. № 9 (60). С. 48.
3. 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.
4. Семченков Л.В. Современные проблемы градостроительства в условиях развития городских территорий // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2020. № 2 (142). С. 39–48.
5. Стандарт комплексного развития территорий [Электронный ресурс]. – М.: Дом. РФ, – Режим доступа: <https://дом.рф/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/>
6. 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.
7. Звягинцева А.В., Иващук О.А. Взаимосвязь градостроительного и социально-экономического развития городов России // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 95–104.
8. Маршалкович А.С., Афонина М.И. Экология городской среды: Учебное пособие. – М.: НИУ МГСУ, 2016. 319 с.
9. Дементьева М.Е., Педяш Е.В. Обзор принципов обоснования проектных решений по реконструкции жилой застройки // Научное обозрение. 2017. № 15. С. 24–27.
10. Капшувей И.А. Современные направления повышения качества городской среды при реновации застроенных территорий // В сборнике: Дни студенческой науки. Москва. НИУ МГСУ. 2021. С. 509–513.
11. Дементьева М.Е., Демьянко М.Ю. Анализ проблем согласования проектов реконструкции жилых зданий на территории Московской области. Безопасность

строительного фонда России // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. № 1. С. 200.

12. Король Е.А. Анализ состояния и тенденций градостроительной деятельности в реализации проектов реконструкции и реновации промышленных зон Москвы // Недвижимость: экономика, управление. 2014. № 1–2. С. 48–51.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

***Батраков М.А.**, аспирант 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – **Берлинов М.В.**, проф., д.т.н*

В период с 2020-2022 год Россия сильно продвинулась в степени внедрения и развития информационных технологий в производстве, особенно в строительной сфере. Эта отрасль всегда являлась самой мощной и хорошо технологически оснащенной, а также активно подвергается внедрением новых технологий, увеличивая производительность и автоматизацию бизнес процессов.

Цель исследования — это возможность показать пользу от внедрения и применение BIM технологий при проведении капитального строительства, а так же обосновать ее эффективность.

На данный момент самым инновационным и прогрессивным считают BIM (Building Information Modeling). Под данным понятием подразумевается не только конечный продукт (продукты 3D), а также все процессы, связанные с его созданием. Большое количество проектов разрабатывают в виде пакета документов в него входят: комплект чертежей и пояснительная записка.

Первым шагом на пути к цифровизации строительства, является способность BIM выдавать проектную документацию в виде 3D модели в которой отображаются все ее технические характеристики начиная от ее конструкции и применяемых материалов для строительства до ее способности выдерживать различные нагрузки.

Основная задача любого ИСП (инвестиционно-строительного проекта) – это точное выполнение всех работ согласно ГПР (графику производства работ). Благодаря современным технологиям можно задавать временные характеристики ГПР и необходимые параметры для прогнозирования, поиска и учета рисков, планируемого ИСП.

Внедрение BIM-технологий в является необходимым условием для повышения рентабельности и качества ИСП, но что бы реализовать данное улучшение необходимо обладать определенными условиями, такие как: доступное ПО (программное обеспечение) , кадры и нормативно-правовые базы. Рассмотрим их поподробнее.

Активное создание нормативной информационной базы идет полным ходом, если взять май 2016 года когда внедрение BIM являлось главной

задачей в строительной отрасли, то спустя буквально пол года был создан четкий план внедрения и всего год спустя разработан, введен в эксплуатацию и утверждено три ГОСТа для использования BIM-проектов.

Основной проблемой с которой столкнулось ГГЭ (государственная экспертиза) является отсутствия полной нормативной базы для проверки данных проекта на достоверность. На конец 2020 года запланирована разработка двух стандартов, актуализация сводов правил по формированию информационной модели, которые позволят пройти ГГЭ без проблем [2].

На данный момент количество BIM программ, реализуемых в строительстве во всем мире, растет. Облачные решения Autodesk один из наиболее распространенных на российском рынке программное ПО для проектирования. Группа BIM 360 — это набор облачных сервисов. Они позволяют организовать совместную работу, управлять проектами, средствами и строительным производством, планировать строительный процесс, выносить модели на строительную площадку и проводить анализ, а на конечном этапе — спрогнозировать планы по эксплуатации. Важным достоинством является доступ как с настольных приложений, так и с мобильных устройств [1].

Мы живем в цифровом мире и с каждым годом количество новых программ с применением BIM-технологий растет, поэтому на рынке строительства, а так же проектирования и архитектуры необходимы новые кадры, цель которых будет быстрая адаптация и понимание новых программ и дополнения к ныне существующим. Информационное моделирование зданий – является уже не новой технологией, однако специалистов, которые бы выполняли свою работу с должной ответственностью, качеством и профессионализмом еще не хватает. А основной проблемой расширить свои знания и получать новый профессиональный статус большинство специалистов не хотят, так как расценивают, что технологии, применяемые в BIM-программах, применяются только при разработки нового проекта, а это является ошибочным мнением.

Информационное моделирование распространяет свои достоинства на задачи реконструкции, капитального ремонта и модернизации и т.д. Кроме того может использоваться на стадии эксплуатации сооружения для формирования точного графика обслуживания и мониторинга инженерного оборудования.

На данный момент прогресс технология с помощью которой производится виртуальная реконструкция действующих объектов сильно вырос, благодаря развитию лазерных технологий, а именно трехмерному сканированию. Процесс измерения и моделирования существующих архитектурных объектов называется захватом реальности. Она может выполняться разными способами и с помощью разных средств. Современные технологии включают наземные сканеры, которые отличаются точностью, и «беспилотники», обеспечивающие измерение сверху, а также мобильные сканеры, позволяющие сделать замер быстро и в

движении. Точность измерения составляет от долей миллиметров до 5 см. По полученному облаку можно сразу строить конечную 3D- модель с атрибутивной информацией. Геометрическая точность модели позволяет получить минимальное количество возможных проектных изменений на этапе строительно-монтажных работ [2].

Применение современных BIM-технологий и программ позволяют решать возникающие на всех стадиях строительства проблемы с графиком выполнения работ, возникающие вопросы с контролем работ на объектах, а также факт выполнения работ по чертежам путем обмерочных работ и сопоставления их с 3D-моделью для выявления несоответствий.

При выполнении работ на стадии капитального ремонта, реконструкции и сноса применения BIM-технологий помогают обеспечить безопасность во время демонтажа, выявляя точный объем мусора.

Так же стоит отметить ряд преимуществ при использовании современных технологий:

На этапе разработки проектной документации уменьшается ее общее время, путем работы всех специалистов в одной базе данных.

Точность сметных расчетов увеличивается из-за отсутствия противоречий в работе специалистов до 100%.

Еще одним из главных факторов при использовании BIM-технологий на этапе строительства и самым важным на этапе эксплуатации (капитальном ремонте) это работа с комплектом одних и тех же документов. Данный пакет документов находится в одном файле и включает в себя всю информацию об объекте: начиная от года постройки, заканчивая данными об материалах и сроком их эксплуатации. Это сильно упрощает обеспечение ухода и производство капитального ремонта в выбранном объекте [3-6].

В информационном мире, необходимо использовать все существующие изобретения и программы для обеспечения рентабельности проекта, скорости производства и извлекать из них выгоду.

Библиографический список

1. Autodesk BIM 360: будущее строительной сферы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sapr.ru/article/25528/> (дата обращения: 03.03.2022).
2. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. СПбГАСУ. СПб, 2018. 239 с.
3. Berlinov M.V. Strength resistance of reinforced concrete elements of high-rise buildings under dynamic loads. E3S Web of Conferences. 2018. Volum 33. C.02049.
4. Король Е.А. Развитие методов расчёта многослойных ограждающих конструкций с монолитной связью слоёв / Е.А. Король, М.Н. Берлинова // Монография. Москва, 2019. 78 с.
5. Berlinov M.V., Berlinova M.N. Durability of reinforced concrete constructions in conditions of prolonged operation//Bulletin of construction equipment. 2019. No. 1 (1013). C. 60-61.
6. Berlinov M.V., Berlinova M.N., Gregorian A.G.. Operational durability of reinforced concrete structures // E3S Web of Conferences. 2019. Volum 91. C.02012.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ИНТЕГРИРОВАННЫЕ В ОЗЕЛЕНЕНИЕ КРОВЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПРИ РЕНОВАЦИИ

*Антониади Д.Д., студент магистратуры 2-го курса, ИИЭСМ
Научный руководитель – Петросян Р.С., преп.*

В настоящее время значительно увеличилась плотность застройки территорий, но для комфортного проживания и жизнедеятельности граждан применяют конструктивно-технологические решения для кровель с системами озеленения.

Технологии традиционных кровель зачастую не подходят для устройства систем озеленения на кровельном ковре. Устройство таких систем приводит к новому перечню состава и последовательности процессов и операций, также увеличивается трудоемкость и продолжительность работ в целом [1-2].

На состав насаждений при устройстве систем озеленения влияют климатические условия. В большинстве случаев применяют мхи, так как такой растительный слой неприхотлив к природным условиям. Существует три вида систем озеленения – интенсивный, полунинтенсивный, а также экстенсивный.

Уменьшит нагрузку на кровлю возможно за счет уменьшения почвенного слоя, то есть, добавив в состав рыхлых заполнителей (торф, песок) [3-5].

Для выбора наилучшего утеплителя при реновации многоквартирных домов были выбраны утеплители из базальтовой ваты и пеностекло «FOAMGLAS». Сравнительный анализ представлен в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ утеплителей

Характеристика	Утеплитель из базальтовой ваты	Пеностекло «FOAMGLAS»
Коэффициент теплопроводности	0,04-0,05	0,047-0,052
Паропроницаемость	0,38-0,60	Паронепроницаем
Водопоглощение	Менее 40	Отсутствует
Прочность на сжатие	5-80	Более 700
Стабильность размеров	Дает усадку	Не дает усадку
Предельные температуры эксплуатации	От -200°С до +250°С	От -200°С до +460°С
Огнестойкость	Горюч	Негорюч
Срок эксплуатации	До 50 лет	До 100 лет
Экологическая безопасность	Выделяет фенол, формальдегид	Не выделяет вредных веществ

В качестве объекта исследования был выбран современный материал – пеностекло «FOAMGLAS». Свойства данного утеплителя решают

проблемы, которые возникающие при устройстве систем озеленения, а также обеспечить высокий уровень функциональности.

Пеностекло – это вспененное стекло, жесткий теплоизоляционный материал, он состоит из пузырьков стекла. Теплоизоляционный материал, то есть пеностекло, представлен на рис. 1. Пеностекло – это прочный, негорючий, а также экологически чистый материал. Данный материал сохраняет все своих свойства даже при высокой влажности и на протяжении 100 лет.

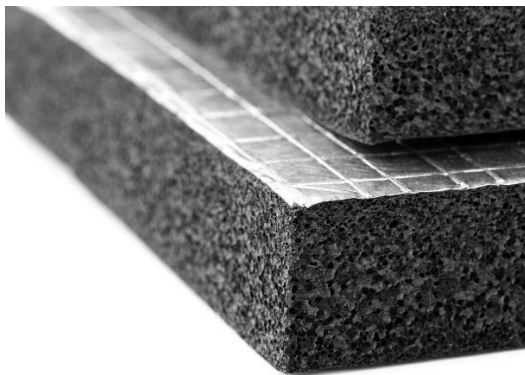


Рисунок 1. Плиты из пеностекла

Пеностекло «FOAMGLAS» обладает высокой прочностью на сжатие, что позволяет использовать данный материал в качестве утеплителя кровли с интенсивным типом озеленения. Также важной характеристикой является способность противостоять воздействию микроорганизмов.

Выбранный утеплитель имеет определённый ряд преимуществ над другим материалом, самое главное, что он не выделяет вредных веществ, а значит экологическая обстановка в городе будет намного благоприятней в случае применения пеностекла «FOAMGLAS».

Эффективнее всего устанавливать системы озеленения на кровельных покрытиях общественных зданий, так как в крупных городах преимущественно в застройке территорий обладают такие виды зданий. По данным экспертов, если установить системы озеленения 5% кровельных покрытий именно общественных зданий Центрального административного округа, то Москва получить около 75 гектаров зелени.

Проектировать здание с системами озеленения намного выгоднее, но и при реконструкции зданий необходимо применять такие системы. На сегодняшний день стоит вопрос об экологичности городов, поэтому, если при реновации многоквартирных жилых домов применять «зеленое» строительство, то это поспособствует значительному увеличению процента озеленения в городах и стране в целом.

Библиографический список

1. Давидок А.Н. Конструкционно-теплоизоляционные легкие бетоны на стекловидных пористых заполнителях : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. 2010. С. 6–25.
2. Шушунова Н.С. технологии возведения кровельных покрытий с системами озеленения : дис. канд. Техн. наук. 2019. 126 стр.
3. Король, Е.А. Особенности устройства различных вариантов кровельных покрытий с системами озеленения / Е.А. Король, Н.С. Шушунова // Academia. Архитектура и строительство. – 2019. – № 2. – С. 124–129.
4. Король Е.А. Технологии экостроительства эксплуатируемых кровельных покрытий / Е.А. Король, Н.С. Шушунова // Научное обозрение. - 2015. - № 8. - С. 42-45.
5. Баканов, М.О. Особенности теплообмена в теплоизоляционных материалах / М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Актуальные вопросы естествознания: материалы I Межвузовской научно-практической конференции (Иваново, 21 апреля 2016 года) / Сост. Н.Е. Егорова, Д.А. Ульянов. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 51-56.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПЫТА РЕНОВАЦИИ ГЕРМАНИИ И РОССИИ

*Грошева Е. А., Макаров О. В., студенты 3-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель –Кустикова Ю. О, доц., к.т.н.*

В настоящее время, если учитывать необходимость значительных вложений в развитие инфраструктуры в городской среде, задача создания оптимального с социальной и экономической точек зрения новой городской среды требует новых разработок и решений [1]. В связи с этим можно определить цель данной статьи – разобрать и сравнить методы оптимизации использования и повышения качества городской среды в Федеративной Республике Германии (ФРГ) и Российской Федерации (РФ).

После Второй мировой войны в представленных выше странах были построены так называемые «хрущевки», панельные и кирпичные здания небольшой этажности (5-6 этажей), которые поначалу считались только временными, на технические недоработки, такие как тонкие стены или неудобная планировка, люди не обращали внимания, так как данные неудобства считались вынужденной и временной мерой, однако, поколения менялись, ситуация оставалась прежней, и на данный момент подошел или подходит к концу срок эксплуатации таких зданий, определенному количеству домов был присвоен аварийный статус, что неизбежно, исходя из времени, условий эксплуатации и качества застройки [2,3]. Как же быть? Что делать в данном случае? Есть два кардинально разных варианта решения проблемы жилого фонда. Первый – тотальный снос со всеми его последствиями. Представим себе, что целый район ушел под снос, граждане будут находиться в постоянном напряжении из-за переселения их на абсолютно другое место жительства, социальные связи будут разорваны, общественное недовольство может вылиться в высокую социальную

напряженность, которая, в свою очередь, с высокой вероятностью может спровоцировать открытое выражение неудовлетворенности в виде протестных акций. Но есть и второй путь – все жильцы остаются в своих любимых домах, планировка районов и микрорайонов остается прежней, происходит комплексная реновация устаревших зданий. Иными словами, реконструкция домов без изменения их назначения, благоустройство дворов, урбанистическое обновление и капитальный ремонт. Малоэтажная среда сама по себе является комфортной, нет никакого психологического давления на человека из-за «многоэтажных человеЙников», а также становится проще эвакуация в чрезвычайных ситуациях ввиду малой этажности. Хрущевские кварталы являются далеко не самым ярким примером для застройки, но в то же время нельзя отрицать их характерные особенности. Возможно, при проектировании будет проще начинать планировку кварталов с нуля, однако, потребуется немало времени для приведения новых районов к сложившемуся уровню комфортности и благоустройства, поэтому в случаях, когда ситуация позволяет, рационально будет использовать сложившуюся территорию с развитыми инфраструктурными и социально-бытовыми связями.

Районы панельной застройки, которые также не доступны модернизации, выглядят безнадежными с точки зрения качества городской среды [4]. По этой причине немецкое правительство тридцать лет назад было в шаге от сноса районов, построенных в Восточной части страны за предыдущие полвека. Позднее пришло понимание невозможности возведения данных объемов бюджетного жилья за короткий срок. Доведение панельных домов до «западных стандартов стоит в четыре раза дешевле, чем строительство новых зданий. До сих пор здания социалистических «массовых серий» в Германии ценятся именно за простоту восстановления технического состояния и за возможность достижения высоких стандартов энергоэффективности при реконструкции.

Рассмотрим пример программы реновации по-немецки от Штефана Фостера. Его опыт в реконструкции пятиэтажек нельзя не признать очень актуальным для современности. Фостер рассказал, как начинался его невероятный проект по «оживлению» почти умерших районов. Он изменил внешнюю и внутреннюю планировку зданий, улучшив уровень и образ жизни горожан, проживающих в домах небольшой этажности. Отношение немцев к «хрущевкам» вызывает уважение и может служить инструкцией и руководством к действию для программы реновации Российской Федерации. Этот советский продукт на территории бывшей ГДР оказался настоящим социальным бедствием для щепетильных немцев, с последствиями которого Германия столкнулась после объединения. Панельные «коробки» казались немецким инженерам настолько безнадежными, что единственное, что можно было с ними сделать – это снести, даже несмотря на то, что на 80% из них были затрачены немалые средства на ремонт.

Все началось с обычных, ничем непримечательных пяти- и шестизэтажных панельных домиков, которые в ходе реновации уменьшили в этажности, облицевали каменной кладкой по периметру здания для получения более высокой внешней привлекательности.



Рисунок 7. Панельная пятиэтажка до и после

За счет изменения поэтажного плана, который не затрагивал несущие стены, были нивелированы все свойства немецких «хрущевок», а именно ванная без дневного света, темные, без окон лестницы, небольшие кухни, узкие балконы. В конечном итоге в квартирах повысился уровень инсоляции, по своему внешнему виду здания перестали напоминать стандартные панельные дома, у всех появилась своя особая планировка. В результате проведенных мероприятий Восточная Германия смогла не только сохранить социально-бытовые связи путем предотвращения сноса существующей застройки, но и обеспечила проживание своих граждан в уютных модернизированных комплексах, внешний вид которых доказывает, что при грамотном технологическом подходе можно преодолеть даже такие, казалось бы, неизбежные вещи как типизация и унификация.

Российская Федерация в своем стремлении реализовать программу обновления ветхого жилья пошла по несколько иному пути, предпочтя реконструированию существующих зданий снос устаревших как физически, так и морально хрущевок. Программа реновации Российской Федерации предполагает не просто постройку новых зданий, а комплексную модернизацию всего городского пространства, позволяющую параллельно решить такие задачи как развитие метро и транспортной системы, реформирование зон промышленного производства, а также создание качественного общественного пространства.

При анализе разницы между программой реновации Штефана Фостера и Российской программой, в глаза сразу же бросается главное отличие-цель. Если целью программы мистера Фостера было предотвращение миграций огромного количества граждан с территории ГДР, что было связано с отсутствием производств и, как следствие, рабочих мест, а также крайне

неблагоприятного имиджа данных районов при условии, как ни странно, приемлемого технического состояния самих зданий, связанного с программой восстановления и ремонта домов Восточной Германии, то целью программы Российской Федерации является сохранение и без того прочных социально-бытовых связей в условиях удручающего технического и морального состояния зданий, связанного со сроком эксплуатации, многократно превышающим запланированный, а также с зачастую невысоким технологическим потенциалом, заложенным изначально в связи с острой необходимостью послевоенного обеспечения страны дешевым жильем, что в свою очередь приводило к недостатку качественных технических ресурсов.

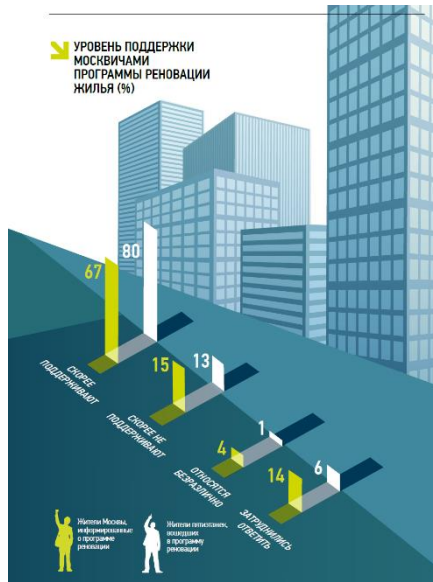


Рисунок 2. Процентное соотношение голосовавших

К еще одному существенному отличию можно отнести отношение к этажности санируемых зданий. В программе Штефана Фостера предусматривается понижение высотности зданий, что обусловлено соображениями рациональности, так как изначально данные серии домов не были обеспечены лифтовыми шахтами, установка которых при условии увеличения этажности неизбежно бы привела к повышению аренды. В Российской программе на месте сносимых зданий практически всегда возводятся здания многократно превышающие по высоте существовавшие, что связано с высокой стоимостью земли, а также с практически полным отсутствием устойчивых грунтов в связи с постоянным тектоническим воздействием [5].

Участниками репрезентативного общегородского опроса стали 1600 респондентов-москвичей в возрасте 18 лет и старше, еще 600 – дополнительного опроса непосредственных участников программы реновации жилищного фонда. Статистическая погрешность данных не превышает 2,5%. Отмечается высокая информированность населения о программе реновации – о ней знают 98% жителей столицы, 54% интересуются данной темой специально и лишь 2% не слышали или затруднились оценить степень своей осведомленности. Среди москвичей, информированных о программе, уровень поддержки в целом высок (67%), еще выше (80%) – среди жителей пятиэтажек, вошедших в программу. Факторы положительного отношения к проекту в обеих группах исследования идентичны, доминантный среди них – обеспечение безопасности людей (аварийное состояние домов, ветхое жилье). По мнению респондентов, программа реновации позволит также улучшить жилищные условия москвичей и архитектурный облик города, повысить уровень благоустройства реновируемых районов.

Можно сказать, что разбор и сравнение методов реновации, это очень интересно и увлекательно. Однако методы в России и за рубежом весомо отличаются друг от друга.

Библиографический список

1. Маркович А.Р. Реновация застроенных территорий. Сборник: Экономические проблемы в архитектуре, градостроительстве и инвестиционно-строительной деятельности. Современное состояние и вызовы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции членов РААСН, профессорско-преподавательского состава, молодых ученых СПбГАСУ и специалистов инвестиционно-строительной сферы. 2019. С. 99-104.
2. Поташова М.Д., Циматин Т.О. Комплексное развитие городских территорий. Реновация микрорайона. Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. № 2(28). С. 40-50.
3. Ермолина О.А., Спиридонова М.Д. Реновация территорий. Проблемы устаревшего жилья. Сборник: Инновационные развитие регионов: потенциал науки и современного образования. Под общей редакцией Т.В. Золиной. Астрахань, 2021. С. 318-321.
4. Дрожжин Р.А. Реновация городских территорий. Сборник: Актуальные вопросы современного строительства промышленных районов России. Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт. 2016. С. 307-310.
5. Аналитический альманах. Еженедельная газета. Московский стандарт реновации жилья. Создание комфортной городской среды. С.1-100.

СТАНДАРТЫ РЕНОВАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

*Новикова Д.В., студент магистратуры 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

В современном мире очень большое внимание уделяется комфортному пребыванию в собственном жилье. Такая возможность у обывателей появилась благодаря высокому уровню жизни современного человека. Несмотря на то, что уровень жизни современного человека включает в себя целый комплекс показателей, достаточно важным из них является жилище.

Оценочным индикатором жилища являются такие показатели как: вычисленная средняя площадь квартир, наличие современного благоустройства, отвечающего принятым нормативным показателям, суммарная (общая) площадь жилищ, степень ввода в действие суммарной (общей) площади жилых домов. [4]

В условиях частой, плотной застройки больших городов способом улучшения жилищных условий человека является реновация.

Реновация позволяет обновить частично устаревшие элементы зданий и планировки территорий. Этот процесс подразумевает эффективное улучшение среды, позволяющее при этом сохранить основную сложившуюся структуру. [1]

В данной статье рассматривается широкая сфера реновации – реновация территорий, включающая в себя освобождения территорий путем частичного сноса устаревших зданий и сооружений, инженерных сетей, замена устаревшего благоустройства, не отвечающего действующим стандартам, а также реорганизация транспортной инфраструктуры.

По всему миру реновация территорий набирает свою популярность. В каждой отдельной стране отдаются конкретные предпочтения в целях и в способах их достижения. Так, например, в Германии основной акцент при постановке целей был сделан на большую вместительность жилья и возможность размещения как можно большего числа жителей. Как сопутствующий фактор возможность устройства соответствующих общественных пространств на максимально стесненной территории: организация спортивных площадок на эксплуатируемых кровлях. Такие требования к программе «реновации» в Германии обусловлены плановой демографической динамикой.

В качестве следующего примера может выступить Турция, в которой в свою очередь ценной и значимой является возможность предоставления своим гражданам жилья с высокой степенью надёжности. К сожалению, в данной стране имеющееся жилье по большей мере представляет собой аварийное, ветхое, непригодное для проживания жилье. Любопытным юридическим фактом в стране является отсутствие возможности отказаться от сноса своих домов, в случае, если таковые попали в программу «реновация».

Необходимо также оценить принятый в России вектор реновации территории.

Основной категорией, попавших под программу реновации территории в городе Москве стали здания, построенные в 1957-1968 гг., т.е. в период так называемого индустриального домостроения.

Так как в России, в установленном законом порядке, программа реновации территорий была принята недавно относительно опыта зарубежных стран, появилась возможность учесть все недостатки и результаты ведения реновации в других странах для выработки наиболее точных и эффективных стандартов реновации.

Изучая нормативно-правовую базу, которая составляет основу для стандартизации реновации территорий в городе Москве, можно прийти к выводу, что базовыми нормативами являются документы, вступившие в законную силу до 2017г.

Однако, организованные в четкую структуру и заключающие в себе требования в части регламентирующей все направления деятельности при реализации программы реновации, системные законодательные акты, нормативные и учредительные документы были выпущены после 2017г.

Какие же основные стандарты реновации применяются при реализации вышеуказанной программы?

Основным нормативно-правовым актом, регламентирующим стандарты благоустройства территории, является Правительства Москвы от 08.08.2017 №515-ПП «Об утверждении Базовых требований к благоустройству территории жилой застройки при реализации Программы реновации жилищного фонда в городе Москве». [2]

Возможностью достижения требуемых характеристик для благоустройства территорий представляется обеспечение 400-метровой зоны вокруг объекта элементами благоустройства.

Также не менее важным требованиям в рамках вышеуказанного Постановления является строгий расчет машиномест для постоянного и временного хранения [5].

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.

Кроме того, регламентируются показатели элементов благоустройства и инженерного обеспечения объектов: отмостка многоквартирного дома, палисадник, площадки перед входными группами в многоквартирные дома, пешеходный тротуар вдоль фасада многоквартирного дома, пожарный проезд, сад двора, дорожно-тропиночная сеть, детские игровые площадки, участки газонов с древесно-кустарниковой растительностью, открытые автостоянки для постоянного и временного хранения автотранспорта,

спортивные зоны, коммунально-хозяйственные зоны, наружное освещение, поливочный водопровод, системы наружного видеонаблюдения [6].

Из всего вышеуказанного следует, что большое внимание при реновации в России, а именно в городе Москве, уделяется ориентированности на создание четких распланированных открытых и просторных городских территорий. Это позволяет жителям города чувствовать, как окружающее пространство способствует их удобному и приятному пребыванию на открытом воздухе.

Основные цели: эффективное использование территории, повышение проницаемости территории, деликатная интеграция в существующую городскую среду, доступная социальная инфраструктура, продуманная стратегия озеленения, комфортная городская среда [11].

Нельзя не отметить, что для улучшения качества предоставляемого по программе реновации жилья, также были утверждены нормативно-правовые акты, регламентирующие обустройство внутренних помещений в многоквартирных домах. Речь идет о Постановлении Правительства Москвы от 08.08.2017г. №516-ПП «Об утверждении Требований к улучшенной отделке равнозначных жилых помещений, предоставляемых взамен жилых помещений в многоквартирных домах, включенных в Программу реновации жилищного фонда в городе Москве» [3].

Данный документ кратко, но очень точно отображает требования к жилым помещениям в многоквартирных домах, что позволяет жителям домов быть максимально подготовленным при переезде в новые квартиры, быть уверенным в использовании исключительно долговечных и высококачественных строительных и отделочных материалов. Стандарты реновации в городе Москве позволяют комфортно проживать в квартире без устройства дополнительного ремонта. Стоит отметить, что принятая светлая внутренняя отделка помещений позволяет заботиться и о психологическом состоянии жильцов, ведь известно, что пастельные тона положительно влияют на самочувствие человека.

Таким образом, рассмотрев и проанализировав нормативно-правовую базу, на основании которой реализуется проект реновации жилой застройки в России, в частности в городе Москве, можно утвердительно подытожить, что закон гарантирует создание комфортной городской среды в кварталах реновации, которая будет включать в себя удобное расположение улиц и улочек, широкие тротуары, озеленённые дворовые территории и парковые зоны, объекты социальной инфраструктуры.

Обеспечено строительство с использованием высокоэкономичных материалов и современных технологий для создания требуемых условий в новых жилых многоквартирных домах.

Библиографический список

1. Барсукова Н.И., Фомина Э.В. Вопросы типологии жилых дворовых пространств современного города // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 5(180). – с. 115-120.
2. Постановление Правительства города Москвы от 08.08.2017г. №515-ПП «Об утверждении Базовых требований к благоустройству территории жилой застройки при реализации Программы реновации жилищного фонда в городе Москве»
3. Постановление Правительства города Москвы от 08.08.2017г. №516-ПП «Об утверждении Требования к улучшенной отделке равнозначных жилых помещений, предоставляемых взамен жилых помещений в многоквартирных домах, включенных в Программу реновации жилищного фонда в городе Москве»
4. Семенов В.Н. Благоустройство городов. Предисловие Белоусова В. Н. — 2-е изд., стереотипное, 1912, 2003.
5. 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. Сьгин П.В. Коммунальное хозяйство (благоустройство) Москвы в сравнении с благоустройством других больших городов /под ред. Г. С. Михайлова. — М. : Новая Москва, 1926.
10. Шепелев Н. и Шумилов М. Реконструкция городской застройки М. : Высшая школа, 2000. — 271 с.
11. Сайт Московского фонда реновации жилой застройки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fr.mos.ru/>.

ИСКУССТВЕННОЕ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ МЕТОДОМ ИНЪЕЦИРОВАНИЯ ОСОБО ТОНКОДИСПЕРСНОГО ВЯЖУЩЕГО

*Холявина П.С., студентка 3-го курса 21 группы ИИЭСМ, Пульгуева К.Р., студентка 3-го курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель - Петросян Р.С.*

Ограниченность территорий для нового строительства центральных исторических районов крупных городов обуславливает тенденцию к ежегодному увеличению плотности застройки данных районов путем возведения высотных зданий и сооружений, и реконструкции с увеличением надземной и подземной части сооружений. Данное техническое решение, обусловленное технико-экономическими показателями, влечёт за собой ряд последствий, таких как: сосредоточенное влияние нагрузки на грунтовые основания, зачастую не удовлетворяющее показателям по несущей

способности, влияние динамических нагрузок через основание на близлежащие здания и сооружения, а также коммуникации, способные привести к деформации и неравномерной усадке с последующим разрушением.

Таким образом, повышение несущей способности грунтовых оснований и изоляция существующих зданий и сооружений от техногенного влияния, вызванного новым строительством и реконструкцией, является актуальной задачей.

Существует множество методов по искусственному укреплению грунтовых оснований, выбор которых зависит от инженерно-геологической обстановки. Одним из методов, который набирает популярность в последние десятилетия, является способ инъецирования особо тонкодисперсного вяжущего материала. Этот материал является продуктом воздушной сепарации цементного клинкера при помоле. Размер зерен составляет от 4 до 16 мкр, насыпная плотность от 8000 до 22000 см²/г. Эти показатели являются преимуществом и обеспечивают его применение в более широком спектре грунтов, с граничным коэффициентом фильтрации $1 \cdot 10^{-6}$ м/сут, характерным для пылеватых грунтов. Зерна же рядового цемента имеют размеры от 60 до 100 мкр и среднюю насыпную плотность 3100 см²/г.

Принципиально данная методика состоит из следующих этапов:

- Размещение инъекторов (пакеров) с определённым шагом на проектную глубину. Важным условием на данном этапе является размещение пакеров с шагом, обеспечивающим образование непрерывного грунтобетонного массива, для совместной работы конструкции и гарантирования водонепроницаемости.

- Приготовление раствора (ОТДВ) с соблюдением технологических требований. Важно, чтобы скорость перемешивания раствора была 2800-3000 об/мин в течении 3 мин. Это необходимо для обеспечения устойчивости смеси к расслоению.

- Нагнетание раствора в течении определённого времени при заданном давлении.

Регулируя технологические параметры, можно получить широкий спектр свойств, обеспечивающих возможность использования грунтобетонного массива в качестве конструкционного материала.

Одним из важнейших параметров является гранулометрический состав ОТДВ и его водоцементное отношение.

В настоящий момент на строительном рынке выпускаются следующие марки ОТДВ по дисперсному составу (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики дисперсности «Микродур»

Марк а	Количество частиц с диаметром, %						Удельная поверхнос ть, см ² /г
	<2мкм	<4мкм	<6мкм	<9,5мкм	<16мкм	<24мкм	
S	17	34	49	68	90	95	8000

F	19	45	60	80	95	-	12000
U	25	55	78	95	-	-	16000
X	45	80	95	-	-	-	24000

Использование марки с меньшей дисперсностью позволяет достигнуть большую проницаемость и прочность. В зависимости от используемого В/Ц можно регулировать прочностные характеристики (табл.2).

Таблица 2. Зависимость прочностных характеристик грунтобетона от водоцементного отношения раствора ОТДВ

R-U	Песок мелкий	3,0	112	22
		3,5	98	15
		4,0	86	9
		4,5	77	5
		5,0	70	1

Так при В/Ц равном 3, прочность достигает до 25 МПа, что дает возможность использовать данную конструкцию как фундамент.

Существует технология по созданию взаимосвязанной фундаментной системы, состоящей из грунтобетонного подпятника и колонны, опирающейся на неё. Данное техническое решение является экономически эффективным, так как при этом значительно сокращается глубина залегания колонны и её диаметр.

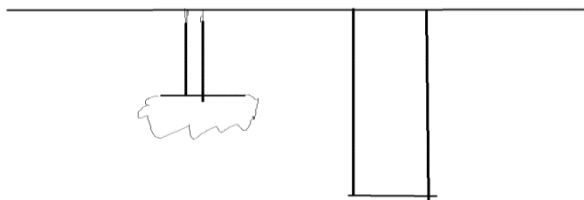


Рисунок 1. Фундаментная система из грунтобетонного подпятника и колонны

Существует техническое решение по созданию разгружающих горизонтальных и вертикальных щитов, отсекающих динамическое влияние и другие техногенные последствия строительного процесса на окружающие конструкции.

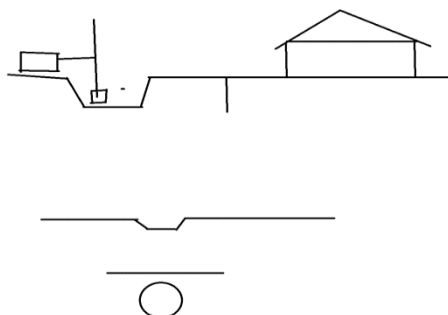


Рисунок 2. Разгружающие горизонтальные и вертикальные щиты

В результате проведенного анализа научно-технической литературы, был сделан вывод, что технология искусственного укрепления грунтовых оснований методом инъектирования ОТДВ является перспективной и обладает следующими преимуществами: мобильность технологических и рецептурных параметров, экологичность.

Библиографический список

1. Московские городские строительные нормы "Основания, фундаменты и подземные сооружения" МГСН 2.07-97.
2. Абуханов А.З. Технология улучшения свойств оснований зданий и сооружений. Грозный: ГГНИ, 2009. 55 с.
3. Панченко А.И., Харченко И.Я. Особо тонкодисперсное минеральное вяжущее "Микродур": свойства, технология и перспективы использования//Строительные материалы. 2005. № 10. С.76-78.
4. Абуханов А.З. Анализ методов закрепления грунтов оснований зданий и сооружений//Мелиорация антропогенных ландшафтов: Межвуз. сб. научн. Тр. Т.26 Современные проблемы водопользования гидрологии и гидротехники. Новочеркасск, 2007. С.126-136.
5. Баженов М.И. Композиции на основе тонкодисперсных вяжущих для инъекционного закрепления грунтов и подземных частей зданий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. 56 с.
6. Байдаков О.С. Применение материалов Mikrodur для инъекционных работ при укреплении грунтов и усилении конструкций // Метро и тоннели, 2005. № 6. С. 34 - 38.
7. Алексеев С. В. «Микродур» - инъекционное минеральное вяжущее и опыт его применения / Международная научно-техническая конференция «Технологии, оборудование, материалы, нормативное обеспечение и мониторинг для тоннельного строительства и подземных частей высотных зданий». М.: Тоннельная ассоциация России, 2006. С. 198 - 200.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА В СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

*Буравцева М.Н., студентка 3-го курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Петросян Р.С.*

Методы благоустройства территорий в современной городской среде должны соответствовать основным тенденциям, следуемым по направлению устойчивого развития – «экология и качество жизни». Данный вектор сконцентрирован на создании условий для благоприятной жизнедеятельности человека. Обозначим тенденции:

- экологичность;
- организация городского пространства, его компактность;
- эстетичность;
- снижение уровня раздражающих факторов.

Внедрение данных направлений приводит не только к повышению степеней функционирования и эстетики организованных пространств, но и к их возможной реновации для более активного использования с целью извлечения выгоды.

Основные методы при благоустройстве городской среды:

1. Экопаркинг. Ориентирован на организацию зон экологического транспортного комфорта в условиях повышенной транспортной нагрузки и уплотненной застройки. Он представляет собой износостойкий газон, предназначенный для решения проблематики размещения автотранспорта с сохранением озеленения. Конструкция состоит из газонной ячеистой решетки, в которую засыпается субстрат с семенами трав. Пространство между ячейками защищает газон от истирания, структура и каркас изделия предотвращают образование луж, экологичное сырье не содержит вредных для окружающей среды веществ, дренажная система обеспечивает регулярный доступ влаги и кислорода к почве. Срок такой конструкции при отсутствии других механических воздействий составляет приблизительно двадцать пять лет [1].

2. Многоярусная улица. Данный метод направлен на увеличение пропускной способности магистралей, максимизирование ландшафтного дизайна и повышение компактности городской застройки с сопровождаемым снижением шума и загрязнения от автотранспорта [2].

Многоярусная улица оснащена большим сжатием, чем улица, имеющая пересечения в разных уровнях в отдельных узлах. Все уровни сконцентрированы в одном месте и занимают меньшую площадь, так как территория распространяется не по горизонтали, а по вертикали.

3. Многоярусный подземный паркинг. Многоуровневая парковка представляет собой два и более уровня для хранения авто. Если сравнивать данный вид парковок с наземными или одноуровневыми подземными, то

можно выявить очевидное преимущество в виде большего количества машиномест. При этом данное построение является организованным хранением, в большинстве случаев на коммерческой основе, что позволяет расходовать вырученные средства на обслуживание данного паркинга или на благоустройство придомовых территорий.

4. Дорожные покрытия. Данное покрытие представляет собой верхнюю часть дорожной одежды, необходимое для принятия на себя усилия от нагрузок и воздействия атмосферных осадков. Дорожное покрытие должно отвечать следующим требованиям: прочность, ремонтпригодность, безопасность.

Для благоустройства рекомендуются следующие виды покрытий: твердые; мягкие; газонные; комбинированные.

5. Тротуарные покрытия. Данное покрытие, как и дорожное, необходимо для принятия усилий и воздействий механических нагрузок и атмосферных осадков соответственно, также выполняет эстетическую функцию. В качестве покрытия преимущественно используют декоративную цементно-песчаную плитку. Она имеет превосходство над другими видами тротуарных покрытий и при правильном подходе к ее выбору и укладке будет эксплуатироваться в течение продолжительного времени [3]. При этом выбор тротуарного покрытия по сравнению с дорожным требует более тщательного подхода, так как имеет большое количество вариаций по внешнему виду. По способу изготовления цементно-песчаную плитку различают:

- вибропрессованием;
- вибролитьём;
- гиперпрессованием.

6. «Зеленые» крыши. Данным термином обозначается крыша, которая частично или полностью озеленена, при этом растительность должна иметь под собой водонепроницаемый слой, может также включать дополнительные защитные слои, предназначенные для корневой, дренажной и оросительной систем [4]. Согласно новому ГОСТ Р 58875-2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования», разработанному Научно-образовательным центром «Экологическая безопасность, зеленые стандарты и технологии» НИУ МГСУ, крыши теперь могут служить, как малые архитектурные формы [5].

В современной городской среде помимо основных методов благоустройства все чаще используются инновационные подходы, которые предполагают под собой учет таких требований:

- функциональность;
- безопасность;
- эстетичность;
- универсальность;

- экономичность;
- современность.

Для наиболее широкого понимания инновационных методов благоустройства городских территорий рассмотрим некоторые примеры зарубежного опыта.

В Германии благоустройство на общей, близлежащей к зданию, территории является желанием собственника и квартиросъемщиков по причине того, что плата за требуемое обслуживание будет направлена арендатору. Именно по этой причине большинство немецких зданий не оснащены благоустроенным пространством, только газоном, так как в Германии действует закон о нормах соотношения озелененной части к асфальтному покрытию. Но несмотря на это достаточно часто можно увидеть локальное благоустройство, которое создают жители своими руками под окнами или же на открытых террасах.

В Японии к благоустройству, в большей степени проявляющемуся через парковые зоны, сады и скверы, относятся с особой аккуратностью к городскому облику.

Парк Намба является архитектурным шедевром с точки зрения функциональности, эстетичности и экологичности. Сам парк представляет собой торговый комплекс в восемь этажей, построенный в центре города Осака, оснащенный многоярусными террасными зелеными островами. Зона имеет не только большое количество озеленений, но и многочисленные стилизованные природные пейзажи из камней, скал, искусственных ручейков, водопадов и даже небольших прудов [6].

Так, используя основные и инновационные методы благоустройства, городскую среду можно сделать не только функциональной, но и более организованной, экологичной, эстетичной и благоприятной для жизнедеятельности, что является основным аспектом в градостроительстве.

Библиографический список

1. Король Е.А., Шушунова Н.С. Особенности устройства различных вариантов кровельных покрытий с системами озеленения // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 2. С. 124-129;
2. Официальный сайт комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://stroi.mos.ru/interviews/priroda-dlia-chielovieka-rakushka-vriemien-bolshoi-vody-i-unikal-nyi-plieikhab>;
3. Информация о материалах и технологиях при благоустройстве территорий: [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://vik95.ru/poleznoe/materialy-blagoustrojstva-gorodskikoiterritorii.html>;
4. Зеленая крыша: [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://green-roof.ru/>
5. ГОСТ Р 58875-2020 «Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования».
6. Крис Ван Уффелен Коллекция: Ландшафтная архитектура. — (издание Магма) 2010 г. С-416;

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ИНТЕГРИРОВАННЫЕ В ОЗЕЛЕНЕНИЕ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ, ПРИ РЕНОВАЦИИ

*Антониади В.Д., студентка магистратуры 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Петросян Р.С., преп.*

Одной из главных задач в области реновации жилой застройки является повышение комфортного проживания граждан. Реновацию необходимо осуществлять с применением инновационных, эффективных технологий, которые будут способствовать энергосбережению и улучшению экологии. В современном мире города развиваются достаточно интенсивно, а это означает, что и ритм жизни в них повышается также быстро. В данной статье рассмотрено одно из инновационных технологических решений – устройство «зеленого» фасада. Такая технология выполняет функции регулирования температуры и влажности в зданиях, поглощения пыли, снижения уровня шума, а также защиты строительных ограждающих конструкций от атмосферных воздействий [4, 5].

Сегодня такая технология все чаще находит применение во многих архитектурных проектах жилых и офисных зданий, находящихся по всему миру. Первым человеком, который выдвинул идею вертикального озеленения фасадов, является французский ученый Патрик Бланк. Он ботаник и создатель так называемых «вертикальных садов», его работы представлены во Франции, Сингапуре, Испании и других странах.

В данной работе рассмотрено устройство зеленого вентилируемого фасада предлагается с применением в качестве утеплителя плит из пеностекла «Foamglas».

Устройство «зеленого» вентилируемого фасада предлагается с применением в качестве утеплителя плит из пеностекла «Foamglas». Такое пеностекло является негорючим, кислотостойким, водо- и паронепроницаемый материалом, который имеет высокую прочность на сжатие и низкий коэффициент линейного расширения. Также оно имеет ряд преимуществ, таких как легкость обработки, недоступность для грызунов и экологичность, этому способствует его состав из натурального сырья.

Применение плит из пеностекла «Foamglas» в конструкции «зеленых» вентилируемых фасадов имеет целый ряд преимуществ:

- защита конструкции стены от избыточной влажности;
- защита конструкции стены от воздействия микроорганизмов и насекомых;
- легкость монтажа;
- компактность конструкции стены.

На рисунке 1 показана конструкция «зеленого» фасада с применением плит из пеностекла.



Рисунок 1. Устройство зеленого фасада с применением плит из пеностекла

Устройство «зеленого» вентилируемого фасада предполагает, как точный расчет параметров подконструкции для крепления зеленых насаждений, так и правильный подбор растений. Все конструкции должны отвечать требованиям по огнестойкости и долговечности. Необходимые правильно вымеренные крепления с соответствующей анкеровой обеспечат долговременную фиксацию зеленого орнамента на фасаде [3].

Красивое и качественное озеленение фасада требует тщательного, профессионального ухода. Сюда, в первую очередь, относят своевременный полив, соответствующая подкормка удобрениями и регулярная подрезка растений. Вертикальное озеленение может быть выполнено как на всем фасаде, так и на отдельных его частях. В мире одним из часто встречающихся вариантов устройства зеленого фасада является создание цветников на балконах [1, 2].

Технология проведения капитального ремонта фасада с применением плит из пеностекла «Foamglas» выбрана исходя из характеристик данного материала, представленных на рисунке 2. Визуализация выбранного материала представлена на рисунке 3.

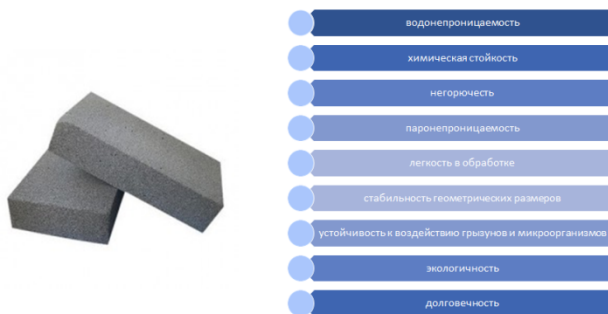


Рисунок 2. Характеристика выбранного материала

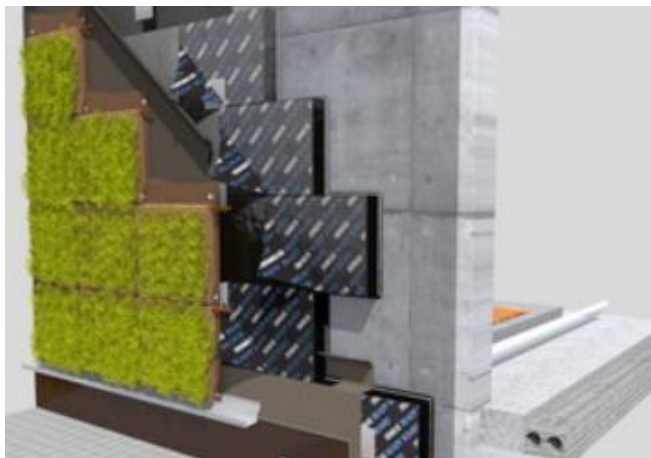


Рисунок 3. Визуализация зеленого фасада с плитами из пеностекла

Однако пока, как сегодня признают эксперты, технологии устройства «зеленых» фасадов вряд ли смогут добиться широкого распространения в нашей стране. Основной и главной проблемой развития рынка являются климатические условия. По мнению экспертов «в России это, может быть, будет востребовано только на юге, например, в Краснодарском крае. В Москве и Санкт-Петербурге это будет в виде исключения». Однако в современном мире важной задачей при осуществлении реновации является замена старых технологий на инновационные, энергосберегающие и экологически безопасные. Рассмотренная технология озеленением фасадов с применением инновационного, экологического материала станет решением в данном вопросе [6].

Библиографический список

1. СТО НОСТРОЙ 2.14.67-2012 «Навесные фасадные системы с воздушным зазором. Работы по устройству. Общие требования к производству и контролю работ».
2. СТО НОСТРОЙ 2.35.68-2012 "Зеленое строительство". Здания жилые и общественные. Учет региональных особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания.
3. ЕНиР Сборник Е8. Отделочные покрытия строительных конструкций.
4. Король Е.А., Шушунова Н.С. Использование инновационных технологий устройства стеновых покрытий с модульными системами озеленения // Вестник МГСУ, 2021, (912-925).
5. Корниенко С.В., Попова Е.Д. «Зеленое» строительство в России и за рубежом // Construction of Unique Buildings and Structures, 2017, №4 (55).

ПРОБЛЕМА ГРЯДУЩЕЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ЖКХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВИЦЕ-ПРЕМЬЕРА М.Ш. ХУСНУЛЛИНА

*Сонин Д.Д., студент 3-го курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Язлев И.К., доц., к.т.н.*

В сентябре 2021 года стало известно о готовящейся реформе сферы жилищного коммунального хозяйства. Об этом заявил вице-премьер Хуснуллин: сфере ЖКХ нужна перестройка, ее концепт подготовят до конца года. Теперь кабинет министров намерен до конца 2021 года определиться с предлагаемыми мерами. Также нужно определиться с источниками финансирования и пройти согласование со всеми заинтересованными министерствами и ведомствами. По словам Хуснуллина, стратегию необходимо утвердить не позже первого квартала 2022 года. Вице-премьер отметил, что необходимо решить проблему ветхого жилья, а также изношенной инфраструктуры и неполной собираемости коммунальных платежей. Однако же возникает ряд противоречий при более подробном изучении темы. В данной статье будут рассмотрены возможные проблемы будущей «перестройки», а также способы их решения.

Ключевая задача, с которой предстоит столкнуться чиновникам в ходе перестройки российской ЖКХ, — систематизация ветхих зданий с целью выработки нового подхода к расселению жителей ветхих домов. «Нужно решить, что делать с ветхим жильем: какое нужно капитально отремонтировать, какое — реконструировать, а какое — сносить», — заявил вице-премьер. В числе остальных требований грядущей реформы Хуснуллин упомянул реконструкцию «дырявых сетей» — изношенных на 60% водопроводов и теплосетей, а также просроченные платежи за коммунальные услуги, серьезно мешающие стопроцентному исполнению инвестиционной программы государства в сфере жилищного хозяйства.

Инвестиции на реализацию поставленных задач удивляют своим масштабом — на одну только реконструкцию инженерных сетей, на которую сейчас выделяется всего 5-10 млрд рублей, нужно выложить более 1 трлн. Ситуацию немного исправляет тот факт, что в ближайшие годы на модернизацию жилищно-коммунальной инфраструктуры в регионах будет направлено до 150 млрд рублей. Для финансирования таких проектов будут привлечены средства из Фонда национального благосостояния. Распоряжение об этом подписал Председатель Правительства Михаил Мишустин. Не трудно предположить, что перестройка столкнется с финансовыми трудностями, также учитывая, что доходы населения и рост тарифов двигаются в разных направлениях. У судебных приставов в работе накоплены дела на взыскание 2 трлн рублей. Если у людей недостаточно средств на оплату коммунальных услуг, то инвестировать в дома, строительство которых находится даже не на уровне нулевого цикла, сложно найти инвесторов.

Исходя из всего вышесказанного, главной проблемой реформы ЖКХ будет являться финансовая сторона вопроса. В следствие этого, необходимо предложить ряд мер по закрытию дыр в бюджете. В данной статье предлагается ряд возможных мер, которые помогут улучшить денежное положение реформы.

Не для кого не секрет, что, за последние несколько десятилетий появилось большое количество территорий и зданий, срок эксплуатации которых либо вышел, либо подходит к концу. Такие территории и здания предназначены под снос, реконструкцию или ремонт.

Одним из вариантов по снятию некоторой доли нагрузки с бюджета системы ЖКХ можно предложить наложение обязательств на компании застройщика, которые будут заниматься ремонтными и строительными работами, также реновировать все инженерные сети, прилегающие к разрабатываемой территории.

Однако встает вопрос: как простимулировать застройщиков? Есть риск, что при описанном выше подходе, произойдет застой за отсутствием экономической выгоды для частных компаний-застройщиков. Чтобы придать стимул застройщику соглашаться на такие условия, есть резон пойти на уступки и предложить государственные льготные кредиты.

Одним из возможных вариантов решения может быть упрощение и централизация жилищного коммунального хозяйства, и, как следствие сокращение числа сотрудников в данной сфере. В защиту данного тезиса может послужить факт о том, что прокуратура уже выяснила, что во многих регионах повышение тарифов зачастую обусловлено не ремонтом коммуникаций, а бонусами и премиями топ-менеджерам, что свидетельствует о том, что раздутый штат поглощает большую часть средств.

В случае принятия решения о централизации, ЖКХ сократит расходы на заработную плату сотрудникам, а также облегчит выявление фактов коррупции и не обоснованных распределений денежных средств.

Альтернативой предыдущему методу, может выступить предоставление кооперативам жильцов большей автономности. Обеспечение самостоятельности в проведении реконструкции и ремонта сотенного жилья, снимет организаторскую нагрузку с управляющих компаний жилищного коммунального хозяйства. Также данный подход снизит количество звеньев в цепи проведения работ. Снижение числа посредников обеспечит большую экономическую эффективность, а собственники жилья будут спокойны за свои средства, вкладываемые в благоустройство жилья.

Также, в долгосрочной перспективе необходимо упростить и сделать более прозрачным процесс уплаты по коммунальным платежам. Долги по неуплате по квитанциям возникают в том числе и из-за недоверия и непонимания по отношению к сфере жилищного коммунального хозяйства

Описанный выше подход даст больший стимул жильцам добросовестно реализовывать коммунальные сборы и организовывать работы по благоустройству. Собственники как никто другие знают, что необходимо их собственности.

Острой темой встает вопрос о разнице доходов населения крупных городов с развитой экономикой и высокой медианной зарплатой (Москва, Санкт-Петербург, Казань) и городов и сел, где заработная плата намного ниже и разницей между тарифами в эконом. центрах и регионах.

Главной проблемой выступает то, что гражданам, проживающим в провинции, просто не хватает средств для оплаты коммунальных сборов.

Обратимся к статистике Росстата на официальном сайте: медианный среднедушевой доход в Москве составляет 57 738 рублей, в то время как средний медианный доход по России составляет 27 036 рублей, то есть разница в 2 раза. Обращаясь к статистике того же Росстата по тарифам ЖКХ, мы наблюдаем следующую картину: Электроэнергия (руб./кВт-ч) Москва - 5,66, Ростов-на-Дону - 5,75, Отопление (руб./Гкал) Москва 1929,41, Волгоград - 1765,24. Тарифы практически не отличаются, а в некоторых областях даже больше чем в столице. Все вышеперечисленное указывает на то, что платежеспособность сильно различается в зависимости от проживания. Целесообразно скорректировать разницу между сборами ЖКХ в Москве и регионами в соответствии с разницей по доходам.

Также, нужно не забывать о такой практике, как децентрализованное отопление. Она начала свое распространение совсем недавно, но уже успела проявить себя с лучшей стороны. Уменьшается расстояние между тепловым пунктом и потребителем, за счет чего снижаются потери тепла. Поскольку источник теплоснабжения находится рядом, то и величина оплаты коммунальных услуг на ГВС и отопление намного ниже. Этот фактор обеспечит снижение количества обращений и жалоб в службы ЖКХ, что несомненно разгрузит сферу.

Применяя любой из вышеперечисленных методов, нужно не забывать, об очагах коррупции во многих местах сферы. Вопрос коррупции в сфере ЖКХ всегда стоял достаточно остро, и комплексное его исследование невозможно без обращения к практике. Важная задача — выявить, как совершаются преступления коррупционного характера в этой области общественной жизни.

В данной статье были выявлены проблемы грядущей перестройки ЖКХ. Приведен ряд возможных вариантов решений. В случае, если какой-то метод не устраивает, в статье предлагается альтернативный вариант. Представленные возможные пути помогут решить главную проблему реформы сферы.

Несмотря на сложный характер реформы и неминуемые проблемы в плане финансов, существует целый ряд возможных методов устранения трудностей в данной теме.

Библиографический список

1. <https://rg.ru/2021/09/21/husnullin-anonsiroval-perestrojku-sfery-zhkh.html>
2. <https://www.ntv.ru/novosti/2609282/>
3. <http://government.ru/docs/44444/>
4. <https://rosstat.gov.ru/folder/13723?print=1>
5. <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13234>

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИ РЕНОВАЦИИ

Гайфутдинова А.Л., студентка 4-го курса ИИЭСМ

Фазылзянов Ф.Ф., студент магистратуры 1-го курса ИИЭСМ

Научный руководитель – Петросян Р.С., преп.

В наше время элементы благоустройства и оборудования жилых территорий многоквартирных домов были изменены ввиду развития производства современных материалов, освоения инновационных технологий, внедрения мировых стандартов качества продукции. В результате роста тенденции проведения досуга на свежем воздухе и занятия спортом, изменения коснулись и малые архитектурные формы, спортивное и игровое оборудование.

В конце 20-го века из-за роста населения Москвы вопрос благоустройства жилых территорий является особенно актуальным.

Прежде чем приступить к реконструкции застройки, необходимо провести ряд мероприятий, которые будут способствовать улучшению жилой среды, включая аспекты архитектурно-художественного облика, социальной и функциональной структуры квартала:

- благоустройство дворового пространства с помощью модернизированной ландшафтной архитектуры и дизайна;
- перемещение автостоянок и освобождение придомовой территории от автомобилей;
- создание безбарьерной жилой среды для всех групп населения;
- упорядочение открытых автостоянок для хранения личного автотранспорта;
- организация в помещениях первых этажей МКД объектов социальной инфраструктуры и повседневного обслуживания.

Со временем, ввиду быстрого развития городов и, как следствие, ухудшения экологии изменились требования к озеленению жилой среды. Возникновение потребности в новых элементах озеленения обусловлено сокращением озеленяемых территорий, наличием большого количества подземных сооружений и коммуникаций, инновациями в жизнеобеспечении растений.

Эффективным методом озеленения является контейнерное озеленение, в особенности в тех местах, где из-за коммуникаций невозможны посадки в грунт. Для повышения экологичности производится озеленение крыши подземных сооружений.

Введение безбарьерных пешеходных связей расширяет возможности жителей кварталов реновации и сохраняемой застройки и позволяет обеспечить доступность всей прилегающей территории.

Основные принципы формирования комфортных жилых кварталов нового качества, отвечающих современным, градостроительным, социальным и экологическим требованиям:

— Большая часть озеленения жилых территорий, благоустройство скверов и бульваров на пустующих территориях.

— Озелененные и благоустройство частных территорий, которые закрыты для въезда автомобилей (исключением является спецтехника), площадками и оздоровительным комплексом для комфортного отдыха жителей.

— Доступность всех элементов жилой территории для жителей квартала, включая объекты повседневного и периодического обслуживания;

— Разнообразие типов жилой застройки.

При озеленении открытых автостоянок, насаждения улучшают внешний вид парковочных пространств, а также микроклиматические условия, защищая в летний сезон транспорт от прямого попадания солнечных лучей.

Высокой долей занимаемой территории являются парковочные места. В процессе сбора информации было выявлено несколько решений озеленения автостоянок:

- парковочные места рекомендуется отгораживать от внутриквартальных проездов рядовыми посадками деревьев;

- следует разделять посадками ряды парковочных мест;

- при озеленении автостоянки стоит учитывать систему ухода за деревьями и кустарниками, которые необходимо регулярно формировать;

- по границам парковок высаживаются живые изгороди из кустарников, высота которых поддерживается на уровне до 1,2 м, чтобы парковочное пространство хорошо просматривалось; насаждения размещают на полосе газона.

Вариантом решения при дефиците зеленых насаждений является система публичных озелененных территорий, образующая «зеленый» каркас. Он устанавливается на территории всей жилой застройки и позволяет жителям комфортно передвигаться в различные части территории.

При выполнении благоустройства территории и улучшения транспортной инфраструктуры повышается эффективность 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.

Качество среды проживания оказывает прямое действие на 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. Дни студенческой науки: сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института фундаментального образования НИУ МГСУ за 2020–2021 учебный год (г. Москва, 1–5 марта 2021 г.) / Электронный ресурс МИСИ – МГСУ, 2021 – 253 с.
2. Генеральная схема реконструкции Москвы // Архитектура СССР. 1933. № 5
3. Городское хозяйство Москвы / Ежемесячный журнал Исполкома Московского Совета депутатов трудящихся. — М. : Московский рабочий, 1947. № 8. — 53 с.
4. Горохов В. А. Городское зеленое строительство : учебное пособие для вузов / В. А. Горохов. — М. : Стройиздат, 1991. — 416 с.
5. Залесская, Л. С. Ландшафтная архитектура / Л. С. Залесская, Е. М. Микулина. — М. : Стройиздат, 1979. — 240 с.
6. Кириченко Е.И. Пространственная организация жилых комплексов Москвы и Петербурга в начале XX в. // Архитектурное наследие. 1972. № 19. С. 118–136.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

*Юрченко В.С., студент магистратуры 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Берлинова М.Н., доц., к.т.н.*

В наше время все более актуальным становится вопрос разработки экологически чистых и энергосберегающих технологий. Такие технологии в основном направлены на снижение негативного воздействия на окружающую среду и экономичное потребление энергии. У нас, как и во всем мире популярность набирает так называемое «зеленое строительство».

Статистика говорит, что существующие здания во всем мире используют около 39% всемирной первичной энергии и порядка 68% электроэнергии. «Это свидетельствует о том, что существует значительный потенциал энергосбережения».[1] Именно такая статистика заставила инженеров и архитекторов задуматься об улучшении технологии строительства, и, наконец, появились «зеленые дома».

«Основными задачами «зеленого строительства» являются»:[2]

- Уменьшение негативного воздействия на окружающую среду;
- исследование и разработка новых экологических материалов;
- Снижение нагрузки на электросеть, путем сокращения энергозатрат и повышения энергоэффективности.

Эти задачи активно решаются прямо сейчас. Термин “Зеленое здание” подразумевает совокупность архитектурных решений и принципов строительства и эксплуатации здания, направленных на решение всех вышеперечисленных задач.

Основные принципы “Зеленых домов”:

- 1) Рентабельность и энергоэффективность;
- 2) Комфортабельность;
- 3) Экологичность.

На протяжении всего срока эксплуатации экологичные дома обязаны быть энергоэффективными и безопасными для экологии. Главной идеей экологичных зданий является – «сочетание идей энергоэффективности, создание здорового внутреннего микроклимата и бережное отношение к природе»[3].

Основные приемы энергосбережения:

1) Повышение эффективности теплоизоляции здания

Производители теплоизоляции и отопления предлагают множество современных решений, способных удерживать тепло внутри здания значительно эффективнее. К таким решениям можно отнести:

- плиты из пеностекла
- теплоизоляция из переработанных материалов
- теплоизоляция неорганического происхождения

2) Вентиляционные рекуператоры

Рекуператор производит теплообмен между входящим и выходящим воздухом. Поэтому снижаются тепловые потери и, следовательно, повышается энергоэффективность. Также к достоинствам рекуператоров можно отнести всегда свежий воздух в помещении.

3) Снижение тепловых потерь в дверных и оконных проемах

Порядка 25 % тепловой энергии пропадает в домах через двери и окна. Поэтому, экологичный дом, должен располагать качественными стеклопакетами и дверьми, которые помогут сберечь тепло в холодное время года.

Правильная установка дверей в дверных проемах позволит сократить теплопотери.

4) Энергосберегающие приборы для сокращения электропотребления

Использование современных энергосберегающих приборов позволяет экономить электроэнергию и быть зданию более энергоэффективным. Также можно применить умные светильники с датчиком движения, которые будут работать только тогда, когда это нужно, и не будут тратить электроэнергию

в пустую. Использование всех этих технологий помогает экологичным домам экономить вплоть до 25 % электроэнергии.

«Превосходства «зеленых домов» можно разделить на две главные группы» [4]: экономические и социальные. Разберем каждую из них более детально.

Экономические.

К преимуществам экологичных домов можно отнести следующие факторы:

- сокращение энергопотребления до 25%;
- заметное сокращения затрат при эксплуатации здания
- в основном в таких зданиях покупатели реже отказываются от аренды или покупки жилья, следовательно, риски и издержки владельцев здания также снижаются;
- в последнее время экологичные дома набирают все большую популярность, что в свою очередь привлекает большее внимание покупателей и позволяет быстрее компенсировать расходы, связанные со строительством.

Социальные.

Помимо экономической выгоды, «зеленые здания» располагают целым рядом социальных преимуществ, которые в свою очередь важны для здоровья людей и сокращения негативного влияния на природу.

Социальные преимущества "зеленых домов":

- сокращение вредных выбросов в окружающую среду;
- комфортные для человека температурные режимы внутри здания, а также более чистый воздух.
- сохранение природных ресурсов на фоне высокой энергоэффективности зданий и использования возобновляемых энергетических источников.

«Ориентация на экологическую безопасность позволит создать более комфортную и благоприятную среду обитания и повысить уровень и продолжительность жизни населения» [5-7].

Библиографический список

1. Тепловая эффективность эксплуатируемых жилых зданий / Береговой А. М., Береговой В. А., Мальцев А. В., Петрянина М. А. // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 1. С. 107-111.
2. Абгарян Ж. Х. Экологические и экономические технологии в архитектуре //Приоритетные направления развития науки и технологий. – 2015. – С. 5.
3. Асаул А. Н., Иванов С. Н. Основные направления развития «зеленого» строительства //Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2015. – №. 1. – С. 169.
4. Порфирьев Б. Н. и др. Развитие нормативно-правовой базы повышения энергоэффективности при эксплуатации зданий в России //Альтернативная энергетика как фактор модернизации российской экономики: тенденции и перспективы. – 2016. – С. 145-146.

5. Фомичева М. Р., Гапоненко А. В. Применение экологических подходов в строительстве //Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2016. – №. 4-1. – С. 156-163.

6. Korol E., The long term stability of multilayer walling structures / E. Korol, M. Berlinov, M. Berlinova // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2017. С. 04006.

7. Берлинов, М.В. Resistance to the destruction of concrete in constructions of height buildings at dynamic loads / M. Berlinov, M. Berlinova, A.Tvorogov // В сборнике: E3S Web of Conferences 2018. – С.02042.

Секция «Механизация строительства»

ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОБЕТОНОСМЕСИТЕЛЯ

Бодренков А.В., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – **Плавельский Е.П.**, проф., д.т.н.

По результатам исследований НАМИ спектр ускорений шасси грузового автомобиля в эксплуатационных режимах движения имеет достаточно широкий диапазон частот колебаний до 150 Гц. Установлено, что в обычных условиях при скорости движения 30-40 км/ч на диапазон частот 0-15 Гц приходится 60-90% от всей дисперсии вертикальных ускорений в диапазоне 0-100 Гц, а амплитуда ускорений составляет (0,3-0,65)g.

Горизонтальные ускорения автобетоносмесителя с неподвижным грузом существенно отличаются от вертикальных как по амплитуде, так и по частоте. В большинстве случаев горизонтальные ускорения в диапазоне 0...15 Гц составляют 40-60% от вертикальных. С ростом скорости движения автобетоносмесителя горизонтальные ускорения растут менее интенсивно, чем вертикальные. Продольные и поперечные ускорения в горизонтальной плоскости в большинстве случаев близки по амплитуде для автобетоносмесителя с жестко закрепленным грузом, но различны по частоте. Продольные и поперечные ускорения автобетоносмесителя с жестко закрепленным грузом имеют практически подобные спектры в области частот 5...15 Гц, причем максимумы в этой зоне располагаются примерно на 6 и 12 Гц. Среднеквадратичное значение горизонтальных ускорений в диапазоне 50...10 Гц составляет в среднем 0,1g [1].

Динамика рабочих сосудов колесных транспортных средств с жидкотекучим грузом с нелинейной реологией, например, бетонной смесью в горизонтальной плоскости наиболее показательны при экстренном торможении машины, которое предусмотрено в качестве обязательного этапа испытаний в соответствии с Правилами ООН №13.

Если при вертикальных колебаниях рабочего сосуда автобетоносмесителя с жидкотекучим грузом, свободная поверхность которого практически неподвижна, если пренебречь эффектом уплотнения, который особенно характерен для бетонной смеси, то при горизонтальных колебаниях движение свободной поверхности жидкотекучего груза зависит от соотношения сил инерции и сил сопротивления сдвигу.

Перемещение свободной поверхности жидкотекучего груза при угловых колебаниях рабочих сосудов автобетоносмесителя с жидкотекучим грузом определяют дополнительные степени свободы, многочастотность системы «рабочий сосуд – жидкотекучий груз». При этом, чем больше высота центра масс, тем явственней проявляются угловые колебания всей машины. Наиболее характерными являются угловые колебания рабочих сосудов автобетоносмесителей с жидкотекучим грузом в поперечной плоскости, причиной которых могут быть как возмущающие (от

неровностей дорожного полотна), так и управляющие (от движения рулевого колеса) воздействия. В этом случае для измерений использовались гироскопические датчики крена [2]. На рис. 1 в качестве примера приведены осциллограммы угловых колебаний поперечного крена несущей конструкции рабочего сосуда (подрессоренной массы) автобетоносмесителя СБ-130 при повороте рулевого колеса тягача КамАЗ-54112 по синусоидальному (а) и ступенчатому (б) законам.

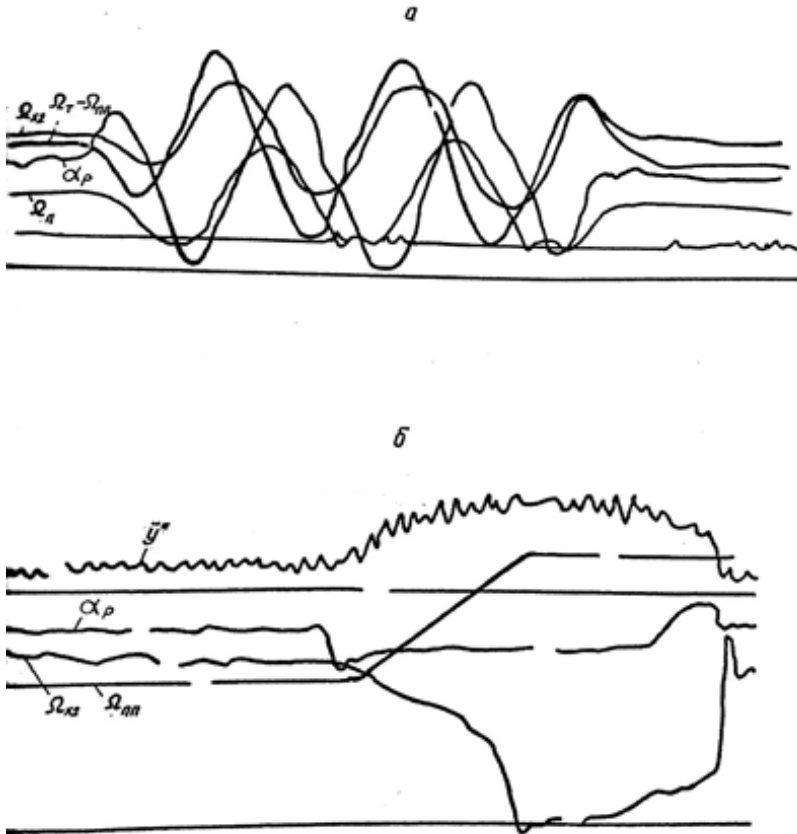


Рисунок 1. Осциллограммы угловых колебаний в поперечной плоскости автобетоносмесителя СБ-130 при синусоидальных (а) и ступенчатом (б) управляющих воздействиях: α_p – угол поворота рулевого колеса; \ddot{y} – боковое ускорение; Ω_n – угол крена подрессоренной массы полуприцепа; Ω_t , Ω_{m1} – курсовой угол соответственно тягача и полуприцепа

Кроме угла крена (Ω_{x2}) регистрировались боковое ускорение (\ddot{y}) и углы курса тягача (Ω_m) и полуприцепа (Ω_n). Задающим параметром служил угол (α_p) поворота рулевого колеса. Следует отметить особенность поперечных

колебаний рабочих сосудов автобетоносмесителей, заключающихся в том, что при незаторможенном рабочем сосуде (смесительном барабане) в первом приближении мы имеем модель физического маятника с частотой собственных колебаний [3]:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{MgL_0}{I_0 + ML_0^2}}, \quad (1)$$

где M , I_0 – соответственно масса и момент инерции смесительного барабана с «затвердевшей» бетонной смесью относительно оси, проходящей через центр масс; L_0 – расстояние от усредненной к горизонту оси вращения до центра масс.

Так для автобетоносмесителя на шасси КамАЗ, вышеуказанная частота f составила $0,33 \text{ с}^{-1}$. В реальных условиях транспортируемая бетонная смесь представляет собой не «затвердевшую», а жидкотекучую массу, степень подвижности которой определяется ее вязкопластическими свойствами. Поэтому на колебания рассмотренного выше маятника будут оказывать влияние волновые движения свободной поверхности подвижной бетонной смеси [4].

Кроме вертикальных и угловых колебаний рабочего сосуда с жидкотекучим грузом важным является движение машины с вращающимся рабочим сосудом (смесительным барабаном) в пути следования. Этот режим имеет как стабилизирующее, так и дестабилизирующее влияние на систему «дорога-машина-жидкотекучий груз» по сравнению с состоянием колебаний свободной поверхности под влиянием дорожных и управляющих воздействий. Стабилизирующее действие наблюдается при небольшой частоте вращения рабочего сосуда ($4...5 \text{ мин}^{-1}$), которое характеризуется принудительным разрушением волн свободной поверхности жидкотекучего груза. Дестабилизирующее действие наблюдается при большой частоте вращения рабочего сосуда и повороте колесного транспортного средства по ходу движения с неблагоприятным изменением геометрии масс, т.е. принудительным смещением жидкотекучего груза на одну сторону.

Таким образом, рабочие сосуды колесных транспортных средств, частично заполненные жидкотекучим грузом, подвержены, в основном, низкочастотным угловым и вертикальным колебаниям. При этом периодические угловые колебания рабочих сосудов генерируют колебания свободной поверхности жидкотекучего груза, т.е. транспортируемый жидкотекучий груз претерпевает нестационарный знакопеременный режим деформирования. При малых частотах вращения рабочего сосуда (смесительного барабана) режим деформирования жидкотекучего груза (бетонной смеси) стабилизируется [5].

Кроме приведенных выше вопросов безопасности в свете требований технического регламента ТР ТС 018/2011 по устойчивости, тормозным устройствам, вибрации, необходимо решение вопросов электромагнитной

совместимости, оснащения боковыми и задними защитными устройствами, световыми устройствами, безопасными стеклами и другими параметрами в соответствии с Правилами ООН №7, 10, 13, 48, 54, 55, 58, 73, 79, 111 и др., которые отражаются в приложении №2 одобрения типа транспортного средства [6].

Библиографический список

1. Плавельский Е.П. Колесные бетонотранспортные машины. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1984.
2. Плавельский Е.П. Система испытаний бетонотранспортных машин // Строительные и дорожные машины. – 1988, №7.
3. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1985.
4. Микишев Г.Н. Экспериментальные методы в динамике космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1978.
5. Плавельский Е.П., Никульников Э.Н., Плавельский А.Е. Решение проблем исследования и подтверждения соответствия колесных машин с высоким центром масс и подвижным грузом // Автомобильная промышленность. – 2009, №7.
6. Технический регламент ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТИННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

*Маркевич В.Н., студент 4-го курса 40 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Воронина И.В., старший преподаватель, Густов Ю.И., проф., д.т.н.*

Истинные временные (S_B) и истинные (S_K) напряжения могут быть определены посредством уравнения относительных прочностных и пластических показателей [1]

Принимая во внимание самоорганизацию (адаптацию) показателей механических свойств [2], можно придать истинному пределу прочности S_K предельную единичную величину. Согласно золотой пропорции [3], определяются составные части истинного сопротивления разрыву.

Целью работы является установление составляющих истинного предела прочности пропорционально гармоническим величинам золотой пропорции.

Поставлены следующие основные условия задачи:

1. Выбор сталей различных категорий прочности.
2. Определение истинных прочностных и пластических показателей сталей.
3. Установление составляющих истинного предела прочности по гармоническим показателям золотой пропорции.

4. Выражение гармонических показателей через относительные удлинение и сужение.

5. Проверка взаимосвязи пределов прочности и текучести по гармоническим аналогам относительных удлинения и сужения.

6. Анализ результатов исследования, формулирование выводов и рекомендаций.

Для исследования приняты стали категорий прочности КП175-КП785 [4]. По нормативным показателям прочности и пластичности составляется уравнение относительных прочностных и пластических показателей вида [5].

$$\sigma_{0,2}/\sigma_B + \delta/\psi = C = [(1 + \delta_c)/(1 + \delta_p)]^{1/\psi} \quad (1)$$

где δ_c , δ_p - соответственно сосредоточенное и равномерное относительное удлинение.

При условии неаддитивности $\delta = \delta_c + \delta_p + \delta_c \cdot \delta_p$ имеем

$$\delta_p = [(1 + \delta)/C^\psi]^{0,5} - 1, \quad (2)$$

$$\psi_p = \delta_p/(1 + \delta_p), \quad (3)$$

$$S_B = \sigma_B/(1 - \psi_p), \quad (4)$$

$$S_K = \sigma_B[1 + \psi/(1 - \psi_p)], \quad (5)$$

где ψ_p - равномерное относительное поперечное сужение.

Исследуется гармоническая составляющая (σ_γ) истинного предела прочности с использованием параметров золотой пропорции:

$$\sigma_\gamma = 0,618S_K \quad (6)$$

$$S_K - \sigma_\gamma = 0,382S_K \quad (7)$$

Результаты исследования.

Исходные и расчетные показатели сталей выбранных категорий прочности представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные и расчетные показатели сталей

Категория прочности	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	δ_p	ψ_p	S_B	S_K	σ_γ	$\delta+\psi$	$\Delta\sigma, \%$
	МПа		%		%		МПа				
КП 175	175	355	28	55	13,1	11,6	401,4	622,2	384,5	0,83	8,30
КП 195	195	390	26	55	13,1	11,6	441,1	683,7	422,5	0,81	8,30
КП 215	215	430	24	53	12,8	11,3	485,0	742,0	458,6	0,77	6,65
КП 245	245	470	22	48	11,0	9,9	521,7	772,1	447,2	0,70	4,85
КП 275	275	530	20	40	9,1	8,4	578,4	809,8	500,5	0,60	5,57
КП 315	315	570	17	38	8,2	7,6	616,5	850,8	525,8	0,55	7,76
КП 345	345	590	18	45	9,0	8,3	643,1	932,5	576,3	0,63	2,38
КП 395	395	615	17	45	7,7	7,1	662,3	960,3	593,5	0,62	3,50
КП 440	440	635	16	45	6,6	6,2	676,7	981,2	606,4	0,61	4,50
КП 490	490	655	16	45	5,3	5,1	690,0	1000,5	618,3	0,61	5,60
КП 540	540	685	15	45	4,5	4,3	715,8	1038,0	641,5	0,60	6,35
КП 590	590	735	14	45	4,2	4,0	766,0	1110,6	686,4	0,60	6,62

КП 640	640	785	13	42	3,7	3,6	814,1	1156,0	714,4	0,55	8,99
КП 685	685	835	13	42	3,6	3,5	865,1	1228,5	759,2	0,55	9,08
КП 735	735	880	13	40	3,2	3,1	908,1	1271,3	785,7	0,53	10,7
КП 785	785	930	12	40	3,0	2,9	958,1	1341,3	828,9	0,52	10,9

По результатам таблицы 1 можно сделать следующие основные выводы.

1. Гармонические показатели прочности σ_γ близки значениям предела прочности σ_B : расхождение незначительно и составляет $\Delta=2,38-10,9\%$ при среднем отклонении $\Delta=6,88\%$. Следовательно, исходя из априорной зависимости (6), можно принять выражение

$$S_K = \sigma_\gamma / 0,618 = \sigma_B / 0,618 = 1,618\sigma_B \quad (8)$$

что следует из зависимости (7).

2. Сумма относительных удлинения и сужения, выраженных в долях единицы, находится в пределах $\delta + \psi = 0,52 - 0,83$ при среднем значении 0,63, близком к гармоническому 0,618 (расхождение 1,94%).

3. Отмеченное в п.п 1 и 2 позволяет принять оценочную зависимость между истинным пределом прочности S_K и пределом прочности σ_B в виде

$$S_K = (1 + \delta + \psi) \cdot \sigma_B \quad (9)$$

Результаты проверки выражения (9) приведены в таблице 2

Таблица 2. Результаты вычислений по выражению (9)

Категория прочности	S_K , МПа	$\Delta, \%$	Категория прочности	S_K , МПа	$\Delta, \%$	Категория прочности	S_K , МПа	$\Delta, \%$
КП 175	649,65	4,41	КП315	883,5	3,84	КП540	1096	5,59
КП 195	705,9	3,25	КП345	961,7	3,13	КП590	1176	5,89
КП 215	761,1	2,57	КП395	996,3	3,75	КП640	1216,8	5,26
КП 245	799	3,48	КП440	1022,4	4,19	КП685	1294,3	5,36
КП 275	848	4,72	КП490	1054,6	5,40	КП735	1346,4	5,90

По расчетным результатам таблицы 2 можно заключить следующим:

1. Расчет по принятой формуле (9) показывает вполне удовлетворительное совпадение вычисленных и сопоставляемых (см. таблицу 1) значений S_K . Расхождение находится в интервале $\Delta=2,57-5,90\%$ при среднем $\Delta=4,45\%$.

2. Наибольшие отклонения суммы $(\delta+\psi)$ в долях единицы от гармонической величины 0,618 на 18,8-25,5 % (для КП 735 и КП175) не приводят к заметному расхождению расчетных и сопоставленных значений S_K (4,41-5,9%).

Общий вывод. Установленная взаимосвязь между истинным пределом прочности (S_K) и пределом прочности (σ_B) посредством гармонического коэффициента пропорциональности (1,618) свидетельствует о гармонической самоорганизации (адаптации) показателей механических свойств сталей. Сформированная зависимость позволяет определить

предельное напряжение без сложных вычислений и проведения специальных испытаний на статическое растяжение.

Библиографический список

1. Густов Ю.И., Аллатгуф Х.Л. Выбор стальных труб для нефтепроводов по синергетическим критериям // Механизация строительства. 2014. № 2 (836). с. 26-28.
2. Густов Ю.И., Густов Д.Ю., Воронина И.В. Анализ зависимостей для определения статической твердости металлических материалов конструкций и техники // Механизация строительства. 2015. № 3 (849). с.38-40.
3. Коробко В.И. Золотая пропорция и проблемы гармонии систем. - М: Издательство Ассоциации Строительных Вузов, 1998. - 374 с.
4. ГОСТ 8479-70. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия (с изменениями).
5. Густов Ю.И., Воронина И.В. Исследование взаимосвязи пределов текучести и прочности строительных сталей различных категорий прочности// Новые материалы и технологии в машиностроении. 2021. №33. с. 9-12.

ПРОБЛЕМА ПРИМЕНЕНИЯ РУЧНЫХ МАШИН ДЛЯ ВЯЗКИ АРМАТУРЫ

Козлов К.О., Руделев М. Д., Чаплынский А.Д. студенты 3-го курса 11 группы ИГЭС

Научный руководитель – Дроздов А.Н., к.т.н.

Как известно, бетон – искусственный каменный материал, получаемый в результате твердения специально подобранной смеси вяжущего, воды, естественных или искусственных крупных и мелких заполнителей и в ряде случаев некоторых добавок – хорошо работает на сжатие и значительно хуже – на растяжение. Поэтому появилась необходимость увеличить прочность бетона на растяжение. Армирование как раз помогает с этой задачей.

В железобетонных конструкциях различают рабочую продольную и поперечную арматуру, монтажную и конструктивную.

Рабочая продольная арматура предназначена для восприятия растягивающих и сжимающих усилий; рабочая поперечная арматура применяется в виде хомутов и отгибов для восприятия главных растягивающих напряжений у опор; монтажная – для образования каркасов и обеспечения проектного положения рабочей арматуры в сечении элемента; конструктивная арматура – для усиления отдельных зон конструктивного элемента, неучтенных расчетом.

Основные способы скрепления арматурных стержней

В конструкции арматура устанавливается определенным способом в виде штучной, плоских и пространственных каркасов либо сеток. Между собой, в условиях стройплощадки, арматурные элементы длительное время соединялись **ручной сваркой** прихваткой. Однако такая сварка не

обеспечивала необходимого качества, особенно после того, как арматурный каркас, окруженный опалубкой, заполнялся бетонной смесью, и она уплотнялась при помощи вибраторов. От вибрации отдельные швы прихватки разрушались. При этом показатели стоимости и длительности электросварных работ весьма высоки.

Выделим основные минусы сварки арматуры:

- Необходимость привлечения специалиста;
- Из-за температурного воздействия сварки снижается прочность металла, увеличивается подверженность коррозии в местах сварки;
- Снижается общая эластичность конструкции, строительные вибраторы могут повредить швы конструкции;
- Большая продолжительность работ;
- Высокая стоимость работ из-за необходимого оборудования.

Внедрение западных технологий монолитного домостроения, в которых применяется **ручная вязка** арматуры вязальной проволокой (заменившая электросварку), показало более надежное соединение арматуры между собой.

На данный момент вязка арматуры для фундамента является одним из наиболее предпочтительных методов, который способен выполнить свою прямую функцию – обеспечение неизменного положения и формы каркаса при заливке бетоном, при этом у данного способа есть значительные плюсы перед сваркой:

- Вязать арматуру может любой начинающий строитель, даже не имея опыта в данной работе, т.к. обучиться этому делу можно очень быстро;
- Эластичность конструкции не снижается, что позволяет использовать строительные вибраторы без риска повредить ее;
- Быстрота вязки;
- Вязка происходит уже в местах установки конструкции, т.е. идет экономия на доставку готового каркаса;
- Низкая стоимость работ, т.к. для работы необходима лишь проволока и вязальный крючок (плоскогубцы).

Также вязку арматуры можно производить не с помощью проволоки, а с помощью хомутов из пластика. Несмотря на удобность работы с пластиковыми хомутами, большинство современных специалистов считают крепления из проволоки более надежными. Кроме тому же, пластик имеет меньшую выносливость к неблагоприятным погодным условиям, так как при низких температурах он становится более хрупким.

То есть, разобрав основные плюсы и минусы основных материалов и способов устройства армирования, мы пришли к выводу о том, что вязка арматуры проволокой – самый экономичный и надежный вариант.

При этом, относительно недавно японские ученые предложили совершенствование ручной технологии вязки арматуры. Они разработали ручные машины для вязки арматуры. При этом их использование до сих пор

не распространено среди строителей. Попробуем разобраться в чем причина такой непопулярности ручных машин.

Механические пистолеты для вязки арматуры

По своему устройству все вязальные пистолеты делятся на две большие группы:

1. С ручным приводом
2. С электроприводом

К пистолетам с ручным приводом относятся такие пистолеты, которые имеют полностью механическое строение, электронные узлы отсутствуют. Конструкция у большинства приборов стандартная. Она включает в себя – металлический (иногда пластмассовый) корпус, рукоятка, барабан с проволокой, удлинитель.

Управление у таких пистолетов осуществляется за счет давления на рукоять пистолета. Данный принцип осуществляется в наиболее распространенном механическом пистолете фирмы Wacker под маркировкой DF-16.

К плюсам пистолетов с ручным приводом можно отнести:

- Отсутствие электрических узлов, частей. Электрические элементы у прибора полностью отсутствуют, что упрощает его использование.
- Хорошая устойчивость пистолета к воздействию агрессивных сред. «Механика» хорошо переносит воздействие воды, не ломается при контакте с частицами пыли, песка, так как электрические элементы у пистолета отсутствуют.

К минусам пистолетов с ручным приводом можно отнести:

- Меньшая скорость работы с оборудованием. Проволока подается медленнее, чем на электрических аналогах на 30-40%. Конкретно по времени: механические пистолеты в среднем создают узел за 2 секунды — тогда как электронные способны это сделать за 0,5-1 секунду;
- Невысокая точность вязки проволоки.
- Размеры - пистолетов с ручным приводом длиннее электрических почти втрое.

Пистолеты с электроприводом для вязки арматуры (Аккумуляторные)

Аккумуляторные пистолеты для вязки арматуры относятся к категории электрооборудования, могут работать на аккумуляторах или от сети. Внешний облик у них как у шуруповерта или газового ключа. В рукоятке находится микрочип, который контролирует основные процессы работы пистолета: процесс вязания узлов, степень натяжения проволоки и некоторые другие параметры. Проволока находится непосредственно в барабане или подается с внешнего источника. Устройство достаточно мобильное, так как вес пистолета находится в пределах от 1 до 5 кг.

Существует несколько способов вязки:

- Многократным оборачиванием проволоки вокруг арматуры
- Загибом проволоки С-образно и дальнейшим скручиванием ее концов

В обоих видах конструкции оборудования используется электродвигатель, работающий от аккумулятора. Он протягивает проволоку из барабана (катушки) по направляющим выступам и формирует связку. После этого проволока отрезается специальным ножом и скручивается с предустановленной силой.

Все описанные действия занимают **от 1 до 2 секунд**.

Все расходные материалы и аккумуляторы - быстросменные. Их замена занимает около **30 секунд**. Каждая катушка рассчитана на формирование 200-250 узлов на арматуре. Заряд аккумулятора позволит сформировать около **3 000 узлов**.

Правила работы с автоматическим пистолетом:

- Перед началом вязки с арматуры необходимо удалить загрязнения, ржавчину, выровнять неровные зоны.

- К узлу подносится пистолет, нажимается кнопка старта. Пистолет обматывает проволокой арматуру, стягивает ее и обрезает излишки автоматически.

- Пистолеты, работающие от сети, для удобства комплектуются удлинителями. Аккумуляторные пистолеты - запасными батареями.

- Необходимо следить за чистотой инструмента. Техника безопасности требует использования СИЗ (перчатки, защитные очки).

К плюсам автоматических пистолетов можно отнести:

- Быстродействие — пистолет создает узел за 1-2 секунды (зависит от вида проволоки) формирование аналогичного соединения крючком займет около 2-3 минут;

- Большая площадь при использовании — с пистолетом без перемещения оператор может сделать около 20 узлов, а вручную — только пять.

- Равномерное стягивание каркаса арматуры. Вручную этого добиться невозможно.

- Мобильность устройства — пистолет работает от аккумулятора, по габаритам аналогичного источнику питания шуруповерта, но в отличие от него обеспечивает непрерывную работу конструкции не менее чем 8 часов кряду.

- Адаптация к условиям работ. Специальные насадки (горизонтальные, удлиняющие) снимают излишнюю физическую нагрузку рабочих.

- Соединение арматуры производится одной рукой — вторая остается свободной.

- Эффективно работает с проволокой различной толщины — от 0.5 до 3 миллиметров.

- Минимальное количество отходов проволоки — при ручной вязке в отходы уходит не менее 25% проволоки.

К минусам автоматических пистолетов можно отнести:

- Высокая стоимость оборудования по сравнению с вязальным крючком — цена на пистолет в среднем варьируется от 30 до 150 тысяч рублей, а на ручной крючок — от 300 до 400 рублей.
- Зависимость пистолетов от фирменных расходных материалов, так как в вязальном пистолете нельзя использовать другую проволоку и самостоятельно переснаряжать катушки для нее. С ручным вязальным крючком таких проблем не возникнет
- Не смотря на достаточную компактность пистолетов, удобство в работе преимущественно у вязального крючка.
- Необходимость дозарядки. Аккумулятор рассчитан на определённое количество узлов — после этого необходимо выполнить подзарядку.
- Малая стойкость к жестким условиям окружающей среды. Электрические узлы могут выйти из строя или проржаветь при длительном контакте с водой. Поэтому использование пистолета в условиях дождя может привести к его неисправности.

Проанализировав все плюсы и минусы ручных машин для вязания арматуры, можно сделать вывод, что из-за высокой цены и неудобства замены расходных материалов, таких как проволока, пистолеты для вязки арматуры эффективно и экономично использовать только на крупных объектах, так как они позволяют ускорить процесс формирования каркаса и соответственно сократить общее время стройки.

Библиографический список

1. Сайт AllSpecTech.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://allspectech.com/stroitel'naya/jekskavatory/transhejnve/vidy.html>, свободный.
2. Строительная техника и технологии. СТТ 1'2004.
3. Сайт компании Мастенбрук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mastenbroek.com/about/history/>, свободный
4. Мэн Ван, Сюан Ван, Юаньхун Сунь, Чжимин Гу Оценка тяговых характеристик гусеничного траншекопателя на морском дне на основе лабораторных механических измерений // Международный журнал военно-морской архитектуры и морской инженерии. 2016. Том 8. С. 177-187.
5. Сайт компании «Аква-эко» [Электронный ресурс]. – М.: ООО «Аква-эко», – Режим доступа: <http://птр.аква-эко.рф/content/podvodnyy-transheekopatel>, свободный

ПОДВОДНЫЕ ТРАНШЕЕКОПАТЕЛИ И КАБЕЛЕУКЛАДЧИКИ

Морозова Д.В., Куницкая Т.С., Будникова В.А., студентки 3-го курса 10 группы ИГЭС

Научный руководитель – Дроздов А.Н., доц., к.т.н.

Траншекопатели используются для прокладки коммуникаций по дну рек и морей. Выделяют самоходные и буксируемые машины, оснащенные тяговой лебедкой, установленной на плавающей платформе.

По типу рабочего оборудования различают роторные и цепные машины.

Траншейные экскаваторы имеют одинаковый набор основных частей вне зависимости от вида оборудования:

- базовый тягач гусеничного типа, благодаря которому осуществляется равномерное передвижение машины,
- роторное или цепное рабочее оборудование, закрепленное на машине навесным или полуприцепным способом,
- отвальное устройство, необходимое для ссыпания грунта в отвал, или транспорт для его вывоза,
- дополнительное устройство для перемещения и установки в рабочее положение навесного оборудования.

Тягачи на гусеничной основе имеют:

- Большую проходимость и сцепление с грунтом.
- Наклонное и вертикальное расположение рамы с режущими элементами.
- При вертикальном расположении рамы значительно увеличивается область применения экскаватора, что позволяет копать траншеи нагористой местности.

Рабочее оборудование цепных траншеекопателей представлено в виде одно- или двухрядной цепи, спаянной в кольцо. Цепь несет на себе ряды скребков или ковшей определенной ширины, огибая наклонную раму. При этом каждый из копающих ковшей оснащен откосообразователями, с помощью которых можно настроить машину на рытье траншеи необходимого профиля.

С помощью цепного экскаватора можно получить глубину траншеи более 8 м, а ширину – от 0,14 м и выше.

Траншейные экскаваторы с рабочим органом роторного типа разрабатывают грунт с помощью одного или нескольких жестких колес (роторов), на которых размещены ковшовые резак или зубья. Копка траншеи проходит при вращении этого колеса вокруг рамы на роликовых элементах с постепенным увеличением толщины снимаемой стружки от нуля до максимума.

Преимуществом использования роторного траншеекопателя является возможность разработки пористых грунтов.

Роторная машина может прокапывать траншеи глубиной до 3 метров и шириной от 0,8 до 2,5 метров. Она имеет более высокий КПД и большую производительность работы, чем цепная, однако рытье более глубоких траншей для неё проблематично, так как влечет за собой сильное увеличение массы и габаритов навесного оборудования [1].

Ярославская компания «Подводник» разработала и эксплуатирует «Подводный буксируемый кабелеукладчик», работающий под водой на глубине до 30 м и разрабатывающий траншею глубиной до 3 м при ширине

0,5 м. Дизельная установка, размещенная на плавающей платформе, обеспечивает питание рабочей жидкостью и управление подводным траншейным блоком, который буксируется через трос тяговой лебедки, установленной на берегу.

Голландский производитель работ на морском дне, компания «НАМ», совместно с компанией «SAETEC», специалистом по подводным технологиям, разработали подводный траншекопатель SeaJet 2000, представляющий собой самоходный дистанционно управляемый аппарат для прокладки трубопроводов, линий связи, составных трубопроводов, энергетических и оптико-волоконных кабелей в мягких и твердых грунтах на глубине до 2500 м.

Компания «Mastenbroek» разрабатывает и производит подводные траншекопатели для мелких вод, которые позволяют устанавливать кабели или гибкие трубопроводы на глубину до 5,5 м за один проход. Подводные траншекопатели приводятся в действие электрически или гидравлически от силовой установки, размещаемой на борту поддерживающего судна. «Mastenbroek» предлагает также подводные машины в виде гидравлических или электрических самоходных траншекопателей для работы на глубине воды до 30 м.

Новейшие модели способны без дополнительных усилий рыть траншеи в твердых скальных поверхностях и вечноммерзлых грунтах. В этих моделях вместо статической стрелы используется возвратная стрела, которая ведет процесс резания от дна траншеи к поверхности почвы. Обычный траншекопатель непрерывно тянет копающую стрелу на поверхность резания. Новая машина толкает режущую головку стрелы в основание поверхности резания, подрезая ее движущейся цепью. Затем возвратная стрела поднимается от дна траншеи к ее верху, срезая слой грунта по дуге. На этом этапе может использоваться вспомогательная толкающая система, которая распирается своим нижним концом вблизи дна траншеи и с помощью толкающего цилиндра помогает подъему стрелы (нужна только на очень тяжелых грунтах). Далее стрела возвращается вниз, машина подается вперед, подрезая основание траншеи, и процесс повторяется[2].

Преимущества новой технологии:

- Обращенный процесс резания по новой технологии исключает проблему поднятия машины, существенную для машин обычной конструкции. Это снижает требования к эксплуатационной массе машины.
- Количество резов, соприкасающихся с поверхностью резания в каждый момент времени, существенно меньше. Это увеличивает силу, прилагаемую к каждому резу. В обычной технологии при увеличении глубины и ширины траншеи увеличивается число резов. В новом подходе на увеличение числа контактирующих резов влияет исключительно ширина траншеи.
- При проходке большие камни выносятся на поверхность, где выталкиваются в сторону.

После того как траншея отрыта, в нее должен быть установлен трубопровод с соответствующей отсыпкой. Компания «Mastenbroek» разработала технологию «Синхро», которую используют, если грунт слабый и грозит быстрым обрушением стенок траншеи. Она работает на секционных трубопроводах. Технология позволяет за один проход вскрывать траншею, опускать в нее секции труб (до 6 м длиной), обеспечивать стыковку секций труб, засыпать подстилающий материал для надежной фиксации секции трубы в требуемом положении.

Траншеекопатель одновременно с экскавацией траншеи буксирует за собой погруженную в траншею коробку, состоящую из двух отсеков: коробка труб и коробка засыпки. Гидравлическая система в нижней части коробки труб прижимает устанавливаемую новую секцию трубы к ранее установленной линии, обеспечивая плотную посадку новой секции и заданные направление и уровень всей линии. Одновременно в коробку засыпки подается засыпной материал (гравий), фиксирующий размещение новой секции. После завершения проходки на длину одной секции трубы проходка приостанавливается, в коробку труб опускается и там позиционируется новая секция, и процесс возобновляется.

Технология не требует присутствия людей в траншее, что обуславливает высокий уровень техники безопасности. Лазерные системы гарантируют точность выдерживания заданных глубин, уклонов и линии пути[3].

Для оценки тяговых характеристик гусеничного траншеекопателя на поверхности морского дна создали новую эмпирическую модель сдвигового напряжения-перемещения для насыщенного мягкопластичного грунта (модель SSP). В результате анализа основных внешних сил, воздействующих на гусеничный траншеекопатель на морском дне во время равномерного линейного процесса рытья траншей, с помощью модели SSP получили модель прогнозирования тягового усилия дышла. В конечном итоге был построен гусеничный шагающий механизм прототипа гусеничного траншеекопателя для морского дна и проведены проверочные испытания[4].

Преимущества подводного траншеекопателя:

- Дистанционное управление. Оператор с берега или с судна управляет траншеекопателем, что позволяет проводить работы в сложных климатических условиях необходимое время, значительно сокращает сроки и стоимость проведения водолазных работ, а также, как было сказано выше, обуславливает высокий уровень техники безопасности.
- Абсолютный контроль за ходом подводно-технических работ. Благодаря видеофиксатору оператор дистанционно контролирует работу траншеекопателя и при необходимости корректирует ход ее выполнения. Это позволяет оперативно реагировать в случае непредвиденных обстоятельств.

- Повышенная устойчивость и проходимость. Гусеницы подводного траншекопателя оказывают малое давление на почву, обеспечивают повышенную проходимость и устойчивость, что позволяет выполнять работы на всех типах грунтов, в том числе на грунтах с крайнемаленькой плотностью.
- Экологичность. Юлагодаря работе на электропитании подводный самоходный траншекопатель не загрязняет водную среду[5].

Библиографический список

1. Сайт AllSpecTech.com[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://allspectech.com/stroitel'naya/jekskavatory/transhejnye/vidy.html>, свободный.
2. Строительная техника и технологии. СТТ 1'2004.
3. Сайт компании Мастенбрук [Электронный ресурс]. –Режим доступа:<https://www.mastenbroek.com/about/history/>, свободный
4. Мэн Ван, Сюан Ван, Юаньхун Сунь, Чжимин Гу Оценка тяговых характеристик гусеничного траншекопателя на морском дне на основе лабораторных механических измерений // Международный журнал военно-морской архитектуры и морской инженерии. 2016. Том 8. С. 177-187.
5. Сайт компании «Аква-эко» [Электронный ресурс]. –М.: ООО «Аква-эко», – Режим доступа: <http://птр.аква-эко.пф/content/podvodnyy-transheekopatel>, свободный

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИРИЖАБЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ ГРУЗОПОДЪЁМНОЙ МАШИНЫ

*Михаль М.С., студент 4-го курса 40 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

Введение. Строительство является важной частью жизни общества. Вызовы, с которыми сталкивалось человечество по мере своего развития, вынуждали людей проектировать различные устройства для облегчения своего труда. Говоря о строительстве, в качестве одного из таких устройств можно выделить башенный кран.

Башенный кран (БК) – грузоподъёмная машина, предназначенная для подъёма и перемещения в пространстве штучных и сыпучих грузов в пределах рабочей площадки [1]. У данного крана несущей конструкцией является высокая башня с установленной в верхней её части стрелой, имеющей возможность поворота на 360°. Данная машина получила широкое распространение за счёт своей грузоподъёмности и высоких значений вылета груза, что позволяет обслуживать большую площадь рабочей площадки.

Однако наряду с преимуществами, существуют недостатки. Перед началом работы БК необходимо приготовить для него рабочую поверхность, что автоматически повышает общую площадь рабочей площадки. Также, это влечёт зависимость БК от характеристик грунта, на котором он будет

располагаться. Помимо всего прочего, БК требует для себя транспорт и пути подвоза для перевозки к месту проведения работ [2].

Все указанные проблемы позволяют задуматься об альтернативе башенному крану, в роли которой может выступить дирижабль.

Основные задачи. дирижабля Дирижабль – управляемый летательный аппарат легче воздуха. В строительной отрасли данный летательный аппарат может выполнять следующие задачи:

1. Подъём и перемещение грузов на стеснённых рабочих площадках.
2. Доставка строительных материалов, машин и механизмов на труднодоступные рабочие площадки.
3. Обеспечение автономности строительно-монтажных работ (СМР) в труднодоступных районах.
4. Проведение СМР в местах с повышенными требованиями к охране окружающей среды.

Способность осуществлять подъём и перемещение грузов на стеснённых рабочих площадках позволит использовать устройство в районах густой застройки или при строительстве высотных зданий. Это связано с отсутствием для дирижабля необходимости оборудования на земле рабочей площадки.

Способность доставлять строительные материалы, машины и механизмы на труднодоступные рабочие площадки открывает широкий горизонт возможностей использования дирижаблей в строительной отрасли. В частности, такое устройство становится возможным использовать на строительных площадках, расположенных в:

- джунглях;
- пустынях;
- тайге;
- тундре;
- льдах Арктики и Антарктики;
- островах и тп.

Везде, куда сложно доставить БК, строительный дирижабль доберётся своим ходом.

Обеспечение автономности СМР в труднодоступных районах достижимо за счёт широких функциональных возможностей дирижабля [3]. В числе прочего, автономность достигается благодаря универсальности сменных модулей, монтируемых на дирижабль и способных:

- осуществлять СМР;
- обеспечивать жизнедеятельность экипажа;
- реализовывать транспортировку грузов.

Проведение СМР в местах с повышенными требованиями к охране окружающей среды возможно благодаря техническим особенностям дирижабля:

- дирижабль не деформирует грунт;

• дирижабль производит меньше продуктов горения, чем традиционные летательные аппараты, так как он легче воздуха.

Устройство дирижабля. Возможное устройство строительного дирижабля представляется из нескольких элементов:

1. Дирижабль.
2. Сменные модули:
 - грузоподъёмный модуль;
 - модуль дальней транспортировки грузов;
 - модуль обеспечения жизнедеятельности.

Пример возможного облика дирижабля с грузоподъёмным модулем представлен на рис. 1.

Преимущества дирижабля перед башенным краном. Исходя из выше сказанного о башенном кране и дирижабле, можно выделить следующие преимущества дирижабля строительного (ДС) над башенным краном:

1. Уменьшение общей площади строительной площадки, поскольку ДС не требует оборудования на земле места для своей установки.
2. Работа ДС не зависит от характеристик грунта; ДС не воздействует на грунт.
3. ДС не требует транспорта и путей подвоза для перевозки к месту проведения работ.
4. Грузоподъёмность ДС соизмерима с грузоподъёмностью наиболее часто используемых БК.

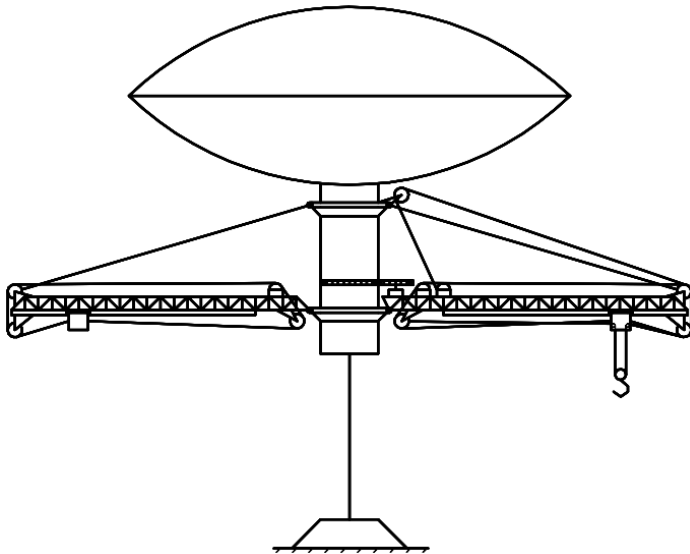


Рисунок 1. Возможный облик дирижабля с грузоподъёмным модулем

Стоит заметить, что среди наиболее часто используемых отечественных БК максимальная грузоподъемность Q приблизительно равна: $Q = 10$ т [4], а у производителя-лидера «Liebherr», в среднем, $Q = 16$ т. При этом максимальная грузоподъемность реально существовавшего дирижабля – 100 т (LZ 129 «Гинденбург»). В качестве рабочей модели планируется дирижабль с полезной нагрузкой 35 т.

Преимущества дирижабля перед вертолётами. Помимо вопроса использования в качестве грузоподъемного устройства дирижабля, возникает аналогичный вопрос об использовании вертолёта [5]. В этой связи, представляются следующие преимущества дирижабля перед вертолётом:

1. Экономичность, поскольку ДС не требует затрат энергии для поддержания аппарата в воздухе.
2. ДС не требует взлётно-посадочной площадки и места для хранения топлива.
3. Полезная нагрузка вертолёта значительно меньше.

Примечательно, что наибольшая полезная нагрузка, которую может поднимать вертолёт – 20 т (МИ-26).

Заключение. Для выполнения поставленных задач, необходимо проработать:

1. Конструкцию и способ крепления грузоподъемного модуля.
2. Стабилизацию груза в пространстве для выполнения СМР.
3. Безопасность производства работ.

Реализация перечисленных вопросов позволит конкретизировать сферу использования и устройство рассматриваемого аппарата, с целью замены кранов в некоторых случаях и дальнейшего внедрения дирижаблей в строительную отрасль.

Библиографический список

1. Подъемно-транспортные машины / А.Ф.Базанов. – М.: Издательство литературы по строительству, 1969 – 312с.
2. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций. Учебное пособие для технических вузов. Издание третье, переработанное и дополненное / А.А.Вайнсон. – М.: ООО «Издательский дом Альянс», 2009.
3. Воздухоплавание в изобретениях / Ю.С. Бойко. – М.: «Транспорт», 1999. — 352 с., - 332 ил., - 7 табл., - 7 назв. библиогр.
4. Кто есть кто на рынке спецтехники. URL: <http://www.cdminfo.ru/spetsstehnika/stroitel'naya-tehnika/2.1.-bashennyie-kranyi-kb.html> (дата обращения 22.02.2022).
5. Большая советская энциклопедия. URL: <https://gufo.me/dict/bse/%D0%92%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%91%D1%82> (дата обращения 22.02.2022).

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ МАГНИТОСТРИКЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Головкин А.А., Кокнаев Д.И., студенты 5 курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Густов Д.Ю., доц., к.т.н.*

Магнитострикция – это явление изменения формы и размеров материала при воздействии на него магнитного поля. Это явление было открыто в 1842 году. Выяснилось, что все металлы под действием магнитного поля могут менять свои пространственные параметры, но из-за незначительности эффекта (в среднем $\Delta L/L=10^{-6}$) это явление не нашло применения в то время. Но с 1950 годов в связи с активным началом использования редкоземельных металлов начались обширные исследования их механических и физических свойств.

Выяснилось, что группа металлов, которые в последствие были названы лантаноиды (номера с 57 по 71 в таблице Менделеева), обладали магнитострикционными свойствами в разы превышающие все остальные металлы – порядка 10^{-3} относительной деформации. Также выяснилось, что магнитострикция металлов тербия и диспрозия, а также их сплавов и соединений, приобретают максимальных значений при низких температурах (табл. 1).

Таблица 1. Продольная магнитострикция поликристаллических образцов некоторых РЗМ и d-металлов

Металл	$\lambda^a \cdot 10^6$	Температура измерений, К.
Tb	1230	78
Dy	1400	78
Fe	-10	300
Co	-71,4	300
Ni	-35	300

Практическое применение нашел сплав Терфенол-Д ($Tb_xDy_{1-x}Fe_y$, где $x \approx 0,3$, $y \approx 2$), представляющий собой сплав железа, тербия и диспрозия. Этот сплав обладает наибольшим значением магнитострикции среди всех сплавов РЗМ (порядка $2 \cdot 10^{-3}$), сохраняет свои магнитострикционные свойства в диапазоне от -200 до 200°C . Зависимость магнитострикции от температуры и от массовых долей элементов в данном интерметаллиде представлена на рисунке 1. Из графика видно, что при уменьшении температуры магнитострикция возрастает, достигая максимальных значений, а после идет на спад.

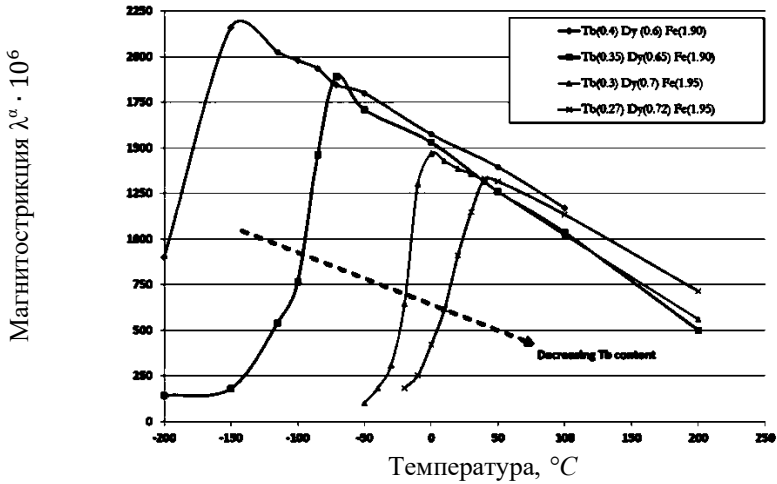


Рисунок 1. График зависимости магнитострикции от температуры и от массовых долей элементов в сплаве Терфенол-Д.

Актуальность данной темы состоит в возможном применении данного явления в функционировании машин для земляных работ. На сегодняшний день тенденции развития такой техники, как экскаваторы, рыхлители и бульдозеры, состоят в том, чтобы путем модернизации оборудования повысить производительность и энергоэффективность без увеличения массогабаритных характеристик.

Надо учесть, что 60% территории России находится в зоне вечной мерзлоты, в которой сосредоточено 75% полезных ископаемых страны. В связи с этим повышение эффективности разработки мерзлого грунта является перспективным направлением.

Одним из способов повышения КПД процесса разработки мерзлого грунта является создание землеройных машин с вибрационным рабочим органом. На рисунке 2 приведены результаты исследований различных способов вибровозбуждения рабочих органов, из которых следует, что наибольшей эффективностью (более 60%) обладают магнитострикционные методы. Использование явления магнитострикции в качестве совершенствования рабочего оборудования имеет ряд преимуществ помимо КПД: простота конструкции, нечувствительность к неблагоприятным условиям внешней среды (пыль, влага). К тому же, как следует из графика зависимости магнитострикции от температуры, при уменьшении температуры магнитострикция будет только возрастать, что позволит уменьшить энергозатраты на создание требуемого магнитного поля.

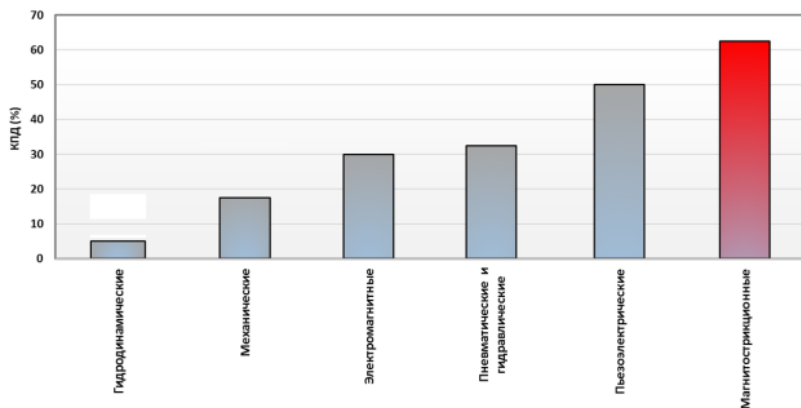


Рисунок 2. КПД методов вибровозбуждения рабочих органов

Одним из примеров применения магнитострикционного привода на рабочем органе может служить конструкция, представленная на рис.3. К магнитострикционному вибратору 2, состоящему из волновода 5, сердечника 6 и обмотки возбуждения 7, жестко закреплен зуб 4. Сам вибратор установлен в корпусе 8 и закреплен за поясик 9 при помощи разъемной крышки 10, опирающейся на корпус 8 и воспринимающей осевые и боковые усилия от резания грунта. Сердечник магнитостриктора поддерживается в средней части подвижной опорой 11, образованной выступами разъемного корпуса. Антифрикционные накладки 12 устанавливаются между выступами в корпусе 11 и сердечником 6. Корпус закрыт крышкой 13, имеющей разъем для ввода проводов обмотки возбуждения 14 и штуцер для подвода охлаждающей жидкости 15 из коллектора 16, защищенного ограждающим кожухом 17. Охлаждающая жидкость исключает разогрев вибратора от вихревых токов. Обмотка магнитострикционного вибратора соединена с генератором.

Представленная колебательная система максимально эффективно будет воздействовать на массив грунта при наличии резонанса, обеспечивая при незначительных затратах энергии значительную амплитуду смещения рабочего зуба ковша экскаватора.

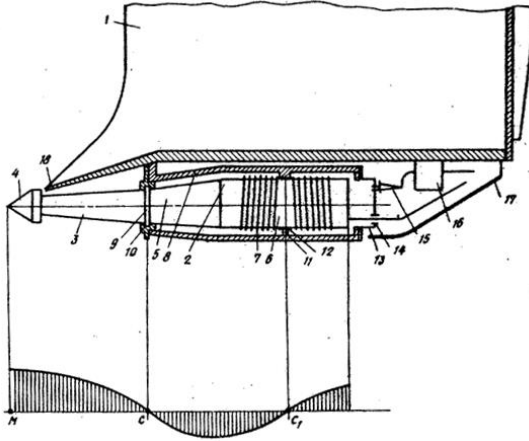


Рисунок 3. Ковш экскаватора с вибрирующими зубьями: 1 – ковш; 2 – вибратор (в сборе); 3 – магнестрикционный вибратор; 4 – зуб; 5 – волновод; 6 – сердечник; 7 – обмотка возбуждения; 8 – разъемный корпус; 9 – крепление; 10 – разъемная крышка; 11 – выступ; 12 – антифрикционные прокладки; 13 – крышка; 14 – разъем для ввода проводов обмотки возбуждения; 15 – штуцер для подвода охлаждающей жидкости; 16 – коллектор; 17 – оградительный кожух; 18 – козырек ковша

Библиографический список

1. Джабраилов Х.А. Повышение эффективности работы рыхлительных агрегатов при разработке мерзлых грунтов активным рабочим органом с наложением на него резонансных колебаний звуковой частоты / 2019 С. 13-28
2. Кудреватых А.С., Волегов А.С. Магнетизм редкоземельных металлов и их интерметаллических соединений // Издательство Уральского университета / 2015. 202 с.
3. Звонов А.И. Магнитокалорический эффект и магнестрикция в сплавах и соединениях тяжелых редкоземельных металлов / 2019. С. 29-37
4. Карпов В.В., Темнов В.И., Бирючев Б.Н., Шапиро М.С., Кригер С.Д. Ковш экскаватора с вибрирующими зубьями // ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий / 1978. 3 с.
5. Гершгал Д.А., Фридман В.М. Ультразвуковая технологическая аппаратура // Издательство «Энергия» / 1976. 320 с.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

*Коньшев Н.И., студент 5 курса группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

В современном мире при строительстве зданий и сооружений используются множество материалов, но самым актуальным является бетон. Бетоны относятся к наиболее массовым по использованию в строительстве

материалам благодаря их надежности и долговечности, а также высокой прочности при работе в конструкциях зданий и сооружений. Следует отметить, что у бетонов присутствуют и много других положительных качеств: механизация бетонных работ; возможность получения практически любых заданных форм и размеров изделий и конструкций; разнообразие свойств бетона, достигаемое использованием соответствующих вяжущих веществ, заполнителей и специальных добавок. Стоит отметить, что бетоны имеют разную плотность и делятся на: особо легкие – с плотностью менее 500 кг/м^3 , легкие – $500 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$, облегченные – $1800 \dots 2200 \text{ кг/м}^3$, тяжелые – $2200 \dots 2500 \text{ кг/м}^3$ и особо тяжелые – более 2500 кг/м^3 [1].

Обычно тяжелый бетон используют для возведения монолитных зданий и сборных конструкций. В современном мире невозможно представить строительство зданий и сооружений без использования любых форм бетона, поэтому рассмотрение процесса производства и перспективы развития этой отрасли будут актуальны еще долгое время.

Основной характеристикой тяжелого бетона является прочность. Численное значение прочности определяется многими факторами, из которых можно выделить два основных: пористость бетона и качество первоначально применяемых материалов. Качество цементного вяжущего определяется его активностью или маркой $R_{ц}$. Пористость бетона зависит от расхода воды затворения.

При рассмотрении основы технологии тяжелого бетона процесс изготовления можно свести к следующим операциям: складскую переработку материалов, включающих погрузочно-разгрузочные и штабелеровочные работы, транспортирование компонентов в расходные бункера смесительного узла, дозировка всех используемых ингредиентов, а также их тщательное перемешивание.

Основная часть стационарного завода бетонно-растворный узел. Он оборудуется смесителем с крепкими лопастями для качественного перемешивания цементной смеси. При производстве тяжелого бетона используют смесители принудительного действия. К преимуществам использования данных смесителей можно отнести: большую производительность (относительно гравитационных смесителей), вследствие предотвращения комковатости при производстве жестких смесей и меньшей продолжительности смешения. Смесители роторного типа получили большее распространение в настоящее время. Они работают с повышенными скоростями движения рабочих органов.

В современном мире существует задача улучшать качество готовой продукции – бетонной смеси. В том числе и улучшение свойств тяжелых бетонов. Существует множество путей улучшения смеси, например использование химических добавок, совершенствование смесительных органов и другие. Одним из популярных направлений повышения полезных свойств вяжущих веществ является их активация. Она ведет к изменению

поверхностной структуры частиц и увеличению удельной поверхности вяжущих. Увеличение дисперсности цемента является одним из основных направлений повышения его качества.

Современные технологии позволяют получать высокоактивные, быстротвердеющие цементы посредством домола обычного цемента, причем исходное качество сырья может оказывать самое минимальное влияние на конечную смесь. Увеличение удельной поверхности рядовых цементов путем их домола производится в шаровых и вибромельницах.

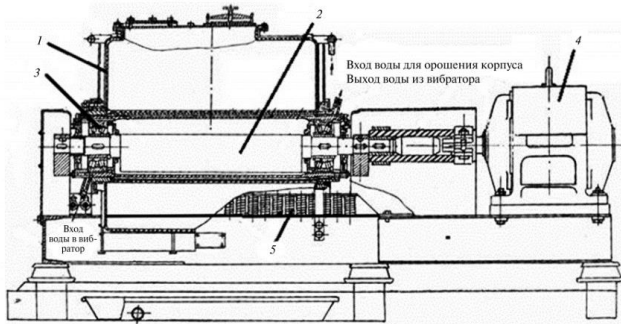


Рисунок 1. Инерционная вибрационная мельница: 1 – корпуса, 2 – дебалансный вал, 3 – подшипники, 4 – двигатель, 5 – пружины.

Вибрационные мельницы используют для тонкого и сверхтонкого помола. Материал измельчается в результате круговых колебаний (вибрации) корпуса мельницы, при этом он подвергается многократному воздействию загруженных в корпус мельницы небольших шаров.

На рисунке 2 представлены компоновки современных шаровых мельниц. Они обе имеют опоры на башмаки подшипников скольжения гидродинамического типа. Одна из них имеет боковой редукторный привод, а вторая центральный.

К достоинствам шаровых мельниц можно отнести большую единичную мощность, достижение тонкости помола, соответствующей удельной поверхности 5000 см²/г, а также простоту конструкции и высокую надежность [2].

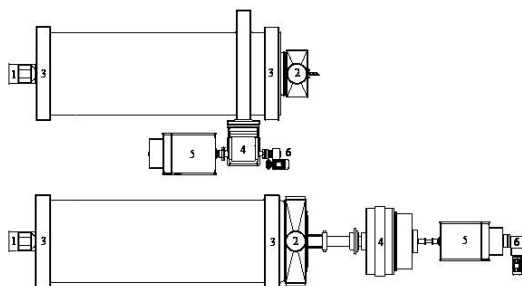


Рисунок 2. Компоновка современных шаровых мельниц: 1 – загрузка мельницы, 2 – разгрузка мельницы, 3 – опоры башмаков подшипников скольжения, 4 – главный редуктор, 5 – двигатель мельницы, 6 – вспомогательный привод

В результате домола цемента происходит увеличение его удельной поверхности от $2500 \text{ см}^2/\text{г}$ (исходного цемента) до $4900 \text{ см}^2/\text{г}$ (активированного). При использовании активированного цемента можно добиться повышения прочности бетонных изделий при одинаковом содержании цемента в смеси на 16-35% (в зависимости от способа формования и условий твердения изделий), либо при получении равнопрочных изделий можно снизить расход цемента на 5-15%.

Другим весьма эффективным способом повышения активности цемента является его измельчение в замкнутом цикле [3-6]. Повышение эффективности такого способа объясняется более равномерным составом вяжущего и меньшим количеством недоизмельченной фракции цементного клинкера.

Библиографический список

1. С.М. Пуляев, М.А. Степанов, Б.А. Кайтуков и др. Механическое оборудование и технологические комплексы: учебное пособие; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2015. 480 с.
2. Строительные материалы. Дайджест публикаций журнала «Строительные материалы» за 1998-2005 гг. по тематике: «Современные бетоны: наука и практика». – Москва: Стройматериалы, 2006. – 251 с.
3. Шарпов Р.Р., Прокопенко В.С., Агарков А.М., Бойчук И.П. Механизация строительства. Кинетика процесса разделения продукта в замкнутой системе с рециркуляцией. 2016. т. 77. № 8. с. 47-51.
4. Telichenko V.I., Sharapov R.R., Lozovaya S.Y., Skel V.I. Analysis of the efficiency of the grinding process in closed circuit ball mills. В сборнике: matec web of conferences. 5th international scientific conference on integration, partnership and innovation in construction science and education, ipicse 2016. 2016. с. 04040.
5. Шарпов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. К вопросу об разрушении материалов. Механизация строительства. 2017. т. 78. № 11. с.5-8.
6. Теличенко В.И., Прокопенко В.С., Шарпов Р.Р., Бойчук И.П. Моделирование осаждения цемента в технологической системе замкнутого цикла с рециркуляцией. Механизация строительства. 2016. т. 77. № 11. с. 5-8.

РАЗРАБОТКА ТРАПЕЦИЕВИДНОГО КОВША С РЫХЛИТЕЛЯМИ ДЛЯ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

*Марвин Г.Д., студент 5 курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Густов Д.Ю., 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[1,2].

Довольно большая часть территории Российской Федерации располагается в зонах с долгой и холодной зимой. Однако строительство необходимо производить в любое время года, в связи с чем около 35 % общего объема земляных работ выполняются в то время, когда грунт находится в мерзлом состоянии. Для экскавация мерзлых грунтов необходимо предварительное разрыхление[3].

Решением такой проблемы может послужить рабочее оборудование в виде трапециевидного ковша, оснащенного рыхлителями. За основу данной разработки будет взят патент RU 2 581 181 C1 [4]. Изменение конструкция будет заключаться в том, что с одной стороны оборудования будет располагаться ковш, а с другой рыхлители (рис. 1).

Конструкция экскаваторного оборудования с трапециевидным ковшом помимо ковшовой части имеет дополнительные 2 поворотные секции с режущими кромками (зубьями) выполненными в виде рыхлительных стоек. Поворотная секция способна смыкаться и сопрягаться с основным рабочим оборудованием – ковшом, что позволяет увеличить эксплуатационную и технологическую способность предлагаемого оборудования. Такое оборудование может быть использован как рыхлитель, грейфер для захвата грузов и манипулирования ими.

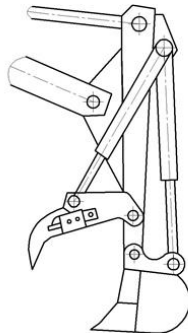


Рисунок 1. Разрабатываемое рабочее оборудование экскаватора

Трапецевидный ковш предназначен для организации траншей, рвов, каналов, сточных канав и прочих подобных объектов, а также для очистки каналов, кюветов и русел рек. Боковые стенки такого ковша скошены, чтобы облегчить работы по рытью каналов и обеспечить возможность выполнения работ под любым наклоном. [5,6].

Новая конструкция рабочего оборудования экскаватора выполнена таким образом, чтобы позволить землеройной машине совместить выполнение операций по экскавации грунта методом копания трапецевидным ковшом, а также возможностью производить разработку прочного грунта путем предварительного или одновременного рыхления массива с последующим заполнением ковша, а также выполнять разработку по грейферной схеме (резания грунта в процессе смыкания режущих элементов рабочего оборудования).

Разработанная конструкция является актуальной, т.к. ковш имеет управляемые рыхлительные стойки, что обеспечивает ротацию захваченного груза, а также позволяет повысить функциональную способность машины, при этом снижая усилие за счет применения трапецевидного ковша с рыхлительной системой.

Также разработанное оборудование может применяться как строительный манипулятор, в кинематическую схему рабочего оборудования, которого введены дополнительные степени подвижности.

Конструкция рабочего оборудования отличается простотой изготовления и позволяет экскаватору выполнять широкий комплекс операций: копание обратной лопатой с одновременным или последовательным разрыхлением, манипуляторные работы с отдельными предметами, захват технологического оборудования для выполнения соответствующих технологических операций, превращая тем самым экскаватор в многоцелевую строительную машину.

Таким образом разработка рабочего оборудования для экскаватора в виде трапецевидного ковша с рыхлителями является актуальной в наше время, так как строительные работы проводятся в любое время года и при любых погодных условиях. Без такого рабочего оборудования будет проблематично производить работы по рытью каналов, траншей, сточных канав.

Библиографический список

1. Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование. Учебник изд. АСВ. Москва, 2012. 328 стр.
2. Янсон Р.А. Экскаваторы одноковшовые полноповоротные. Учебное пособие. Изд-во АСВ. Москва, 2013. 108 с.
3. Пенчук В.А. Повышение эффективности рабочих процессов землеройных машин интенсификацией в массиве грунта напряжений разрыва: Научное издание. – Макеевка: ДГАСА, 1995. – №2. – 112 с.
4. Патент RU 2581181 С1, МПК E02F 3/28. Рабочее оборудования гидравлического экскаватора / В.И. Паутов; заявитель и патентообладатель ООО

«НИИ Транснефть». - № 2014150673/03; заявл. 15.12.2014; опубл. 20.04.2016.

5. Машины для земляных работ / Под ред. Ю.А. Ветрова. - К.: Высшая шк., 1981. - 384 с.

6. Зеленин А.Н. Машины для земляных работ. М.: Машиностроение, 1975. - 424с.

МОБИЛЬНЫЙ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ УКЛАДКИ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Парусов А.А., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ

Научный руководитель –Кайтуков Б.А., доц., к.т.н.

В настоящее время в России ведется активное развитие дорожной инфраструктуры: строительство новых дорог, реконструкция и модернизация дорог, заканчивающих срок службы. Одной из основных проблем дорожной отрасли является сравнительно низкие фактические сроки службы дорожных покрытий, вызывающие повышенные эксплуатационные затраты.

В развитых странах, таких как Германия, Бельгия, США и Китай данную проблему решают, применяя инновационные технологии и эффективные дорожно-строительные материалы. Как показывает зарубежный опыт, масштабное применение цементобетона при строительстве и реконструкции дорожных покрытий позволяет значительно увеличить межремонтные сроки эксплуатации, а также заметно снизить затраты на их обслуживание и ремонт. Согласно статистическим данным [1], лидерами по протяженности автомобильных дорог являются: США – 6,8 млн. км., Индия – 5,9 млн. км и Китай – 4,8 млн. км. и Россия – 1,5 млн. км. В ряде западных стран доля цементобетонных дорожных покрытий превышает 50% (таблица 1).

Столь малый процент бетонных дорог в России вызван тем, что их активное строительство началось всего лишь несколько лет назад. Но, такие преимущества, как высокая прочность и несущая способность, низкие затраты на содержание, высокий коэффициент сцепления – очевидны уже сегодня. Зарубежные специалисты также отмечают длительный срок эксплуатации (30 лет и более).

Таблица 1. Цементобетонные дороги в мире, в % от общей протяженности

	Федеральные дороги	Региональные дороги	Сельские дороги
США	60	40	40
Бельгия	40	20	31
Германия	51	15	35
Россия	1,8	0,2	0

В России такие дороги строят по «европейской» технологии, которая предусматривает устройство многослойного покрытия, каждый слой

которого, обладает особыми свойствами. Американская технология предусматривает укладку однослойного покрытия – такой способ малоприменим в российских реалиях в связи со специфическими климатическими условиями.

Строительство цементобетонной дороги требует применения различных марок высококачественных бетонов. В таких смесях важную роль играет качество ингредиентов: цемента, щебня, песка и химических добавок – к ним предъявляются особые требования, регламентируемые ГОСТами и отраслевыми документам [2,3].

Высокие требования к бетонным смесям предопределяет необходимость в использовании современного и высокотехнологичного оборудования. Финский концерн Tecwill поставляет мобильные бетоносмесительные узлы по всему миру. Среди них, наиболее применимым для строительства дорог является Cobra Standart, производительность которого достигает 40-50 м³/час при сравнительно малых габаритах. Похожее оборудование производят в Швеции. Компания Scandinavian & UK Machines выпускает бетонный завод Sumab, который возможно транспортировать на нескольких тягачах с полуприцепом, а также монтировать и вводить в эксплуатацию менее чем за сутки.

Все эти заводы объединяет ряд преимуществ, среди них модульная конструкция и мобильность. Модульная конструкция представляет собой комбинацию из накопителя инертных материалов, силоса цемента, смесительного отделения (включает дозаторы, приемный бункер и бетоносмеситель), помимо этого устанавливается кабина оператора с пультом управления. Такая конструкция позволяет получить бетонные смеси высокого качества, повысить ремонтпригодность узла и минимизировать простои при поломке оборудования. Мобильность узла позволяет изготавливать смеси в непосредственной близости от места укладки. Благодаря этому, в несколько раз снижаются транспортные расходы, обеспечивается своевременная укладка дорожного полотна и главное – сохраняются основные свойства бетона, в том числе выдерживается требуемый температурный режим.

В то же время импортные машины имеют несколько недостатков: высокую стоимость, невозможность установки без предварительной подготовки площадки, нестабильность работы при отрицательных температурах.

Учитывая вышесказанное, современное отечественное оборудование может составить хорошую конкуренцию западным аналогам, как в вопросах стоимости, так и по надежности. Предлагается разработка мобильного бетоносмесительного узла на базе КАМАЗ-63501-52 8x8 и КАМАЗ-65111-50 6x6. Эти машины обладают повышенной проходимостью и надежностью. Для них изготавливается специальная усиленная рама с креплениями для установки и перевозки модулей, а также аутригеры. Базовая машина комплектуется прицепом (НЕФАЗ-8332-01 с г/п 12 т. или НЕФАЗ 8332-04 с

г/п 16 т.) для перевозки смесительного оборудования. Бетоносмесительный узел состоит из нескольких модулей. Смесительный модуль состоит из планетарного смесителя, дозаторов инертных материалов, цемента, воды и жидких добавок, а также приемного бункера. В зависимости от требуемой производительности узла могут устанавливаться бетоносмесители марки СБ138А (загрузка 1500 л.) или СБ146А (загрузка 750 л.). В них предусматривается установка скребков и лопастей из полимерных материалов, стойких к коррозии и налипанию смеси, а также обладающих высокой износостойкостью. Бункеры инертных материалов и цемента также выполняются в виде модулей. Песок и щебень транспортируются скиповым подъемником, цемент – шнековым транспортером. Вода и жидкие добавки накапливаются в баках, оборудованных подогревателями – это позволяет работать при низких температурах. Подача осуществляется насосами, а дозирование – электронными расходомерами, передающими сигнал на пульт управления. Для разгрузки готовой смеси в автобетоносмесители монтируется быстросборная рама порталного типа. Контроль качества смеси и управление оборудованием в режиме реального времени ведется автоматической системой управления, за которой следит оператор [4].

В заключении можно говорить о том, что проблема развития дорожной сети в наши дни наиболее актуальна. В России достаточно качественных инертных материалов и цемента, а благодаря мобильным бетоносмесительным узлам модульной конструкции из отечественных комплектующих появляется возможность строить цементобетонные дороги с улучшенными качествами покрытия.

Библиографический список

1. Белов В.В., Курятникова Ю.Ю., Новиченкова Т.Б. Технология и свойства современных цементов и бетонов: учебное пособие. Тверь: ТвГТУ, 2013, 252 с.
2. ОДМ 218.3.081-2016 Методические рекомендации по подбору составов цементобетонов для дорожного строительства в различных климатических зонах с учетом эксплуатационных условий работы дорожных покрытий
3. ВСН 139-80 Инструкция по строительству цементобетонных покрытий автомобильных дорог
4. Королев К.М., Малинина Л.А. Актуальные вопросы автоматизации процессов приготовления бетонных смесей. М.: НИИЖБ, 1998, 130 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДВУХКАБИННОГО ЛИФТА С НЕЗАВИСИМЫМ ПРИВОДОМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

*Пименов А.А., Галактионов Д.М., студенты 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Густов Д.Ю., доц., к.т.н.*

Лифт-разновидность грузоподъемной машины, предназначенная для вертикального или наклонного перемещения грузов на специальных

платформах, передвигающихся по жёстким направляющим. В настоящее время лифт является неотъемлемым элементом любого многоэтажного сооружения [1].

Существует лифт с двумя независимыми кабинами (рис.1). Обе кабины лифта перемещаются по одним направляющим в одной шахте [2]. Каждая из кабин лифта оснащена собственной лебедкой и противовесом. Лифт хорошо подходит для зданий высотой от 50 до 200 метров, где перемещение пассажиров происходит в том числе и между этажами [3].

Системы лифтов с двумя независимыми кабинами позволяют значительно сократить в больших высотных зданиях пространство, необходимое для лифтов и помещение для ждущих лифт пассажиров. Также такая система лифтов обеспечивает большую пропускную способность с меньшим количеством лифтовых шахт.



Рисунок 1. Лифт с двумя независимыми кабинами.

Так как две кабины перемещаются в шахте по направляющим друг над другом, то существует риск столкновения кабин.

Увеличить безопасность можно с помощью механических и электрических систем [5].

- Установка буфера на крышу нижней кабину смягчит удар при столкновении кабин [4].

- Установка упоров на стену шахты снизу, для предотвращения опускания верхней кабины ниже второго этажа. Установка упоров в шахте сверху, для предотвращения поднятия нижней кабины выше предпоследнего этажа.
 - Установка ультразвуковых датчиков для контроля расстояния между кабинами. При приближении кабин друг к другу скорость будет замедляться. При дальнейшем приближении кабины будут полностью остановлены прерыванием электрической цепи лебедки.
 - Если цепь не разомкнется и кабины дальше будут приближаться друг к другу, то будут срабатывать ловители обеих кабин, таким образом столкновение будет предотвращено.
 - С помощью систем управление движением кабин, за счет определения положения кабины в шахте.
- На рис.2 видно зависимость расстояния кабин между друг другом от их скорости.



Рисунок 2. Обеспечения минимального безопасного расстояния.

- Замедление. Если кабины приближаются друг к другу на расстояние меньше допустимого значения, движения кабины замедляется настолько, что в любой момент лифт может быть остановлен на ближайшем посадочном этаже.
- Аварийная остановка. Происходит прерывание электрической цепи безопасности, и за счет срабатывания электромагнитного тормоза происходит остановка лебедки.
- Срабатывания ловителей. Если движение кабин не прекращается, на обеих кабинах включаются ловители.

Применение предложенных вариантов модернизации лифта с двумя независимыми кабинами позволит увеличить безопасность лифтов и приведет к их развитию.

Библиографический список

1. Проектирование электрического лифта / М.А. Степанов, Е.В. Харламов : метод. указание. – Москва : Издательство МИСИ-МГСУ, 2020.
2. Поиск патентов и изобретений [сайт] <https://patentdb.ru/patent/2552387> (дата обращения 16.02.2022 г.)
3. ООО "ТК Элеватор" [сайт] <https://tkelevator.ru/products/elevators/passenger-elevators/twin/> (дата обращения 16.02.2022 г.)
4. Волков Д.П. Атлас конструкций лифтов / Д.П. Волков, А.А. Ионов, П.И. Чутчиков : учеб. пособие. – Москва : ООО «Издательство АСВ», 2003.
5. Мечиев А. В., Степанов М.А. Анализ неисправностей при эксплуатации лифтов, 2014 г.

ОСОБЕННОСТИ ЛИФТОВ KONE

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

За последние десятилетия небоскребы стали неотъемлемой частью городского ландшафта. В условиях стремительной урбанизации высотная застройка позволяет избежать расползания мегаполисов в ширину и при этом обеспечить высокое качество городской среды. Сейчас по всему миру насчитывается свыше 5 тысяч небоскребов высотой более 150 метров. В этом году, согласно прогнозу Совета по высотным зданиям и городской среде обитания, объем их строительства восстановится до докризисного уровня и достигнет 120–150 объектов. Значительный интерес к строительству высоток, несмотря на пандемию, наблюдается и в России. Так, в Москве на стадии строительства находится около 50 небоскребов выше 100 метров и обсуждается создание еще одного делового центра по аналогии с районом «Москва-Сити». При сохранении существующих темпов высотной застройки к 2050 году в мире будет насчитываться 41 тысяча небоскребов, прогнозируют в Массачусетском технологическом институте.

Преимущество небоскребов состоит в том, что они представляют собой самодостаточную экосистему, способную удовлетворить различные запросы. В высотных зданиях люди могут не только жить и работать, но и проводить свободное время, посещая магазины, рестораны, фитнес-клубы и кинотеатры и не покидая при этом небоскреба. Однако, для того чтобы сохранить свою привлекательность в долгосрочной перспективе, небоскребам необходимо меняться в сторону большей гибкости и функциональности.

Повысить уровень комфорта потребителей позволяют цифровые сервисы, с помощью которых такие функции, как освещение, доступ, видеонаблюдение, парковка и безопасность, увязываются в единую интеллектуальную систему управления зданием. Подобные технологии

можно интегрировать не только в новые здания, но и в существующие высотки, сделав их более комфортным местом для проживания. Кроме того, автоматизация оказывает непосредственное влияние на стоимость недвижимости. Как показало исследование Массачусетского технологического института, стоимость аренды площадей в умном здании будет на 8,2% выше, чем в обычном, а стоимость покупки будет выше на 23,7%.

Ключевым элементом цифрового здания является умный лифт. Именно поэтому компания KONE сосредоточена на производстве лифтов DX-класса. Это первые в мире лифты с возможностью подключения к облачным решениям, которые позволяют осуществить бесконтактный доступ по смартфону, подключать роботов для обслуживания, а также в режиме онлайн отслеживать техническое состояние лифтов.

Лифт — это не только единственный способ перемещения между этажами внутри небоскреба, но и инструмент экономии времени. По данным IBM, только за год офисные работники Нью-Йорка проводят в ожидании лифта в совокупности 16,6 лет, в Чикаго и Лос-Анджелесе — 9 и 8,7 лет, соответственно. Решить эту задачу позволяет разработанная KONE система Office Flow. Она умеет автоматически вызывать лифт, знающий, на какой этаж ему необходимо подняться, сразу после того, как человек прошел через турникет. В качестве цифрового пропуска в этом случае выступает мобильный телефон, который через Bluetooth подключается к турникету, разблокируя его, а затем посылает команду подъемнику. Аналогичное решение существует и для жилых домов.

Еще одной значимой проблемой высотных зданий является выход лифтового оборудования из строя. Согласно мировой статистике, даже хорошо обслуживаемый лифт в коммерческом или жилом здании ломается до двух раз в год, тогда как в России подобные случаи встречаются еще чаще. В результате в ожидании ремонтной бригады люди во всем мире проводят в остановившихся лифтах ежегодно 11,6 миллиона часов (1320 лет). Умные лифты выходят из строя на 30% реже в первые два года эксплуатации за счет выявления проблем на раннем этапе. Как только установленные в кабине датчики фиксируют потенциальные неисправности (повышенный шум или изменение скорости открытия дверей), эта информация сразу же передается в службу поддержки, которая направляет на место механика.

«Лифт перестает быть только средством передвижения и превращается в цифровую платформу, обеспечивающую пассажирам качественно новый пользовательский опыт. Современные технологии позволяют переосмыслить представление о лифте, сделав поездку домой и на работу максимально комфортным, удобным и безопасным процессом», — отмечает генеральный директор «KONE Россия» Кеннет Линдгрэн.

В дополнение к этому умные лифты способны обеспечить более высокий уровень безопасности пассажиров. В их кабине и на панели вызова

установлены бесконтактные сенсорные кнопки, которые нажимаются при поднесении к ним пальца. Для более комфортного входа в здание KONE уже тестирует подключение лифта к системе распознавания лиц, которая после верификации жителя или офисного сотрудника автоматически вызовет ему лифт на нужный этаж. Установленные в подъемнике датчики позволяют собирать информацию о трафике, что в свою очередь позволяет гибко распределять пассажиропоток в здании. Кабина лифта для минимизации рисков заразиться коронавирусом оснащена противомикробными покрытиями, а также современной системой очистки воздуха.

Аббревиатура DX расшифровывается как Digital Experience. Это означает что серия лифтов KONE DX можно обеспечить облачное подключение на любом уровне.

Лифты KONE DX-класса позволяют подключать такие цифровые сервисы, как KONE 24/7 Connected Services. Эти сервисы позволяют в режиме реального времени отслеживать состояние оборудования и предупреждать поломки, обеспечивая бесперебойную работу лифтов, и сокращать затраты на техническое обслуживание, не допуская серьезных поломок.

Умные лифты KONE DX-класса – это совершенно новые впечатления, которые пользователь получает через комбинацию нового дизайна, применяемых технологий, сверхсовременных материалов, приложений и сервисов.

Вы сможете подобрать дизайн под любую концепцию, используя новейшие smart-материалы, способные к восстановлению после повреждений, отпечаткам пальцев и бактериям. Инновационные решения по свету и встроенные мультимедийные экраны для информирования создадут незабываемую атмосферу в лифте.

Лифты KONE DX-класса позволяют просто и безопасно построить интеграцию с необходимым оборудованием и приложениями через API-интерфейс. Также, Вы можете воспользоваться уже готовым решением KONE Residential Flow. Это решение позволяет жителям дома открывать входную дверь здания автоматически и подниматься на этаж, не касаясь ни одной кнопки.

Библиографический список

1. Сайт KONE России – URL: <https://www.kone.ru/>
2. Г.Г.Архангельский, Д.П. Волков, Э.А.Горбунов, А.А.Ионов, В.Я.Ткаченко, П.И.Чутчиков «Лифты», 1999. 488 с.
3. А. Г. Макаров, Г. К. Ломакин, Автоматика скоростных лифтов, 1989. 271 с.
4. Г.Г.Архангельский, «Гидравлические лифты», 2013. 338 с.
5. С.Б.Манухин, И.К.Нелидов, «Устройство, техническое обслуживание и ремонт лифтов», 2004. 324с.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Савичев А.О., аспирант 3 курса 17 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – проф., д.т.н. Шарпов Р.Р.

В настоящее время в мире существует несколько производителей специализированного оборудования для технологии производства теплых асфальтобетонных смесей, например, Wirtgen, Ammann, Astec, NFLG, Lintec. Принцип работы специализированного оборудования разных производителей практически ничем не отличается, но важную роль играют конструктивные особенности данного оборудования. (Рис.1, Рис.2)

Предлагаемое в настоящее время на рынке оборудование для вспенивания битума ведущих мировых производителей имеет довольно высокую цену, порядка 100 тыс. EUR и используется крупными дорожно-строительными компаниями, производящими в смену не менее 2000 т асфальтобетонных смесей. Использование этого оборудования экономически не целесообразно для большинства отечественных дорожно-строительных компаний.



Рисунок 1. Механическое вспенивание битума пеногенератором AMMANN

Разработке инновационной отечественной недорогой технологии производства теплых асфальтобетонных смесей на вспененных битумах и рекомендаций по аппаратному оснащению процесса должны предшествовать обстоятельные теоретические исследования.

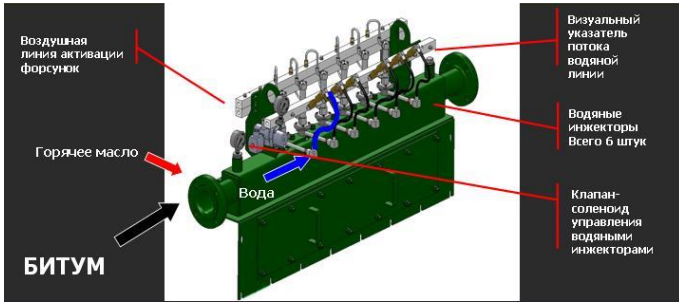


Рисунок 2. Механическое вспенивание битума пеногенератором ASTEC

В настоящее время укладка горячей АБС ведется при температуре не ниже 120°С [1]. Над вопросами пенообразования битума и разработкой технологий их применения в дорожном строительстве работали многие ученые. Значительный вклад в развитие этого направления науки и техники внесли М.Н. Паршин, Е.Н. Баринов, Г.В. Кориневский, Л.Г. Красных С.В. Казначеев, А.П. Матросов и др. [2, 3, 4, 5].

Сегодня более 50% энергии, необходимой для производства асфальтобетонных смесей, расходуется на нагрев и сушку каменных материалов, поддержание требуемой температуры битума. Снижение температуры исходных материалов для производства асфальтобетонных смесей позволяет получить значительную экономию энергоносителей и существенно сократить выбросы CO2 (Рис.3)

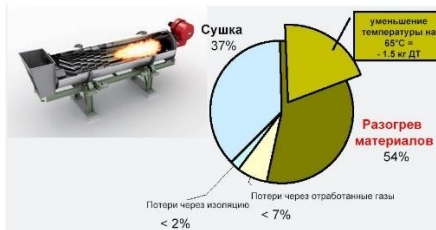


Рисунок 3. Экономия энергоносителей при снижении температуры разогрева минеральных материалов.

Линия вспененного битума включает в себя: электропневматическую задвижку, невозвратную задвижку, устройство впрыска воды, статический смеситель, трубопровод с точками взятия проб, датчики давления, а также распылитель битума.

Вспененный битум образуется при смешивании 2-3 % холодной воды с битумом, нагретым примерно до 180° С (Рис. 4). Вода мгновенно доводится до точки кипения, испаряется и битум охватывает пузырьки водяного пара. Во время вспенивания битум теряет примерно 10° С на

процент распыляемой воды. Полученная смесь подается в смеситель. Образуется пена – то есть вспененный битум. Благодаря вспениванию, вязкость битума будет снижена настолько, что поверхности заполнителя (щебень, песок и минеральный порошок) будут равномерно обволакиваться битумной пленкой заданной толщины, также и при низких температурах. Таким способом можно производить низкотемпературный асфальт, без ухудшения физико-механических свойств теплой асфальтобетонной смеси. [4-5]. При добавлении большего количества воды или при температуре битума ниже 130°C пена не образуется. Причинами являются низкие температуры и высокая вязкость битума.

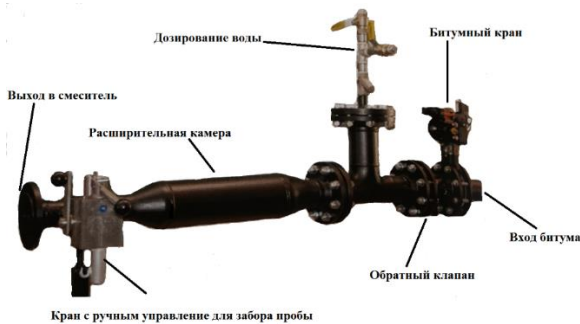


Рисунок 4. Узел вспенивания битума

После прохождения битума через узел впрыска воды (Рис. 5), он попадает в расширительную камеру в котором планируется произвести эксперименты с изменением сечения трубопровода и с использованием перегородок с различными видами отверстий (круглые, овальные, квадратные, треугольные), для обеспечения более равномерного соотношении битумно-водяной смеси. Так же рассматриваются варианты с установкой в расширительную камеру неподвижные обтекаемые элементы - кавитаторы. Принцип действия основан на изменении скорости потока битума и интенсивном перемешивании, во время которого оно становится более однородным, за счет сдвигового течения и за счет разделения и переориентации потоков. На основании этих данных формируется компьютерная и математическая модель процесса течения потока жидкостей.

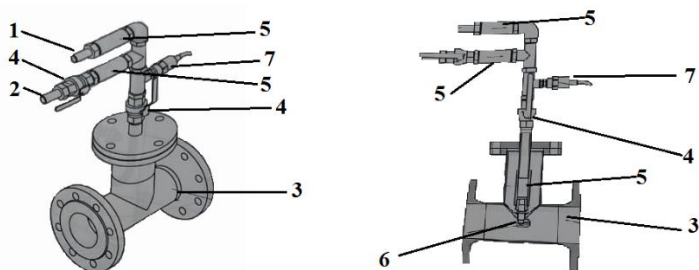


Рисунок 5. Узел впрыска воды в битум. 1- штуцер к водяному насосу; 2- штуцер обратного потока в емкость; 3- трубопровод; 4- шаровой кран; 5- обратный клапан; 6-осевое конусное сопло; 7- датчик давления.

Установка вспененного битума позволяет производить вспененный битум с различным процентным соотношением битумно-водяной смеси, в зависимости от особенностей асфальтовых материалов и объемов партии согласно рецептуре, контролируется процесс автоматически [7]. 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, воды и различных добавок [8-12], позволяющая получать асфальтобетоны с регулируемыми свойствами.

Было выявлено, что физико-механические свойства полученных асфальтобетонных смесей на вспененном битуме удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-2013, что отражено в примере, представленном в таблице 1, а также соответствует европейским и американским требованиям к асфальтобетонным смесям.

Эффект от применения системы вспенивания битума на АБЗ:

1. Температура готового асфальта может быть снижена на 20-40°C. В результате происходит экономия на энергоресурсах на 20-25%.
2. В 2 раза увеличивается расстояние транспортировки готовой смеси.
3. Укладка асфальта со вспененным битумом становится возможна при более низкой температуре, чем у обычного асфальта.
4. Снижение выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Таблица 1. Физико-механические свойства полученных асфальтобетонных смесей

Наименование показателей	Показатели		
	ГОСТ 9128-2013	Горячая асфальтобетонная смесь типа А марки II	Теплая асфальтобетонная смесь типа А марки II
Плотность, гр/см ³	не норм.	2.39	2.39
Водонасыщение, % по объему	от 2.0 до 5.0	2.2	2.1
Предел прочности при сжатии, МПа, 0°С 20°С 50°С	не более 10.0 не менее 2.2	4.9	5.8
	не менее 0.8	2.9	3.0
		1,1	1,3
Водостойкость	не менее 0,95	0,95	0,95
Водостойкость при длительном водонасыщении	не менее 0,90	0,91	0,91
Сдвигустойчивость по коэффициенту внутреннего трения, МПа	не менее 0,80	0,91	0,93
Сдвигустойчивость сцепленно при сдвиге при температуре 50°С, МПа	не менее 0,32	0,32	0,33
Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при 0°С и скорости деформации 50 мм/мин	от 2,5 до 5,5	3,2	2,8

Библиографический список

1. ПНСТ 184-2016 Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Технические условия
2. Паршин М.Н., Баринев Е.Н., Корневский Г.В. Вспененный битум в дорожном строительстве. - М.: Транспорт, 1989. – 80 с.
3. Баринев Е.Н. Основы теории и технологии применения асфальтобетонной на вспененных битумах. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. – 180 с.
4. Гегузин Я.Е. Пузыри. – М.: Наука, 1985. – 173 с.
5. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. – М.:, 1973. – 264 с.
6. Силкин В.В. Приготовление теплых асфальтобетонных смесей / В.В. Силкин, А.П.Лупанов, Э.Ю. Васильев и др. // Строительная техника и технологии. – 2013. – № 5. – С. 120–125.
7. Радовский Б.С, д.т.н., профессор (Internet Laboratories, Inc., США), Журнал «ДорожнаяТехника», 8 выпуск, С. 24–28.
8. Доценко А.И. Комплексная автоматизация производства асфальтобетонной смеси с учётом влияния факторов её транспортировки, укладки и уплотнения: Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук. – М., 2005.
9. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие / Белгород, 2014.
10. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов. Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.
11. 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.
12. Ханин С.И., Шарапов Р.Р., Богданов В.С. Механическое оборудование специального назначения и технологические схемы производственных комплексов предприятий строительных материалов. Атлас конструкций: учебное пособие с грифом УМО

Секция «Общая и прикладная физика»

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АЭРОЗОЛЬНОГО ОБЛАКА, ИСПУСКАЕМОГО ЧЕЛОВЕКОМ ПРИ РАЗГОВОРЕ

Беляева Д.Р., Студентка 1 курса 4 группы ИСА

Научный руководитель – Н.А. Парфентьева, зав. каф. «Общая и прикладная физика»

Всемирная организация здравоохранения объявила пандемию, вызванную распространением коронавируса SARS-CoV-2. На сегодняшний день число заболевших изменяется каждый день, то уменьшается, но, к сожалению, часто увеличивается.

На рис. 1 показаны типичные зависимости числа заражений от времени.



Рисунок 1. Зависимости числа заражений в разных странах

Как видим из рисунков характер всех кривых одинаков и не зависит от страны, есть только некоторое смещение во времени.

Для того, чтобы предотвратить заражение необходимо 1) иметь как можно больше информации о вирусе; 2) понять способы заражения; 3) какие меры надо предпринимать и как должны вести себя люди для минимизации числа новых заражений.

В работе показаны результаты опыта и даются практические рекомендации, направленные на противодействие распространению инфекции.

Одним из важнейших вопросов является «Как происходит распространение вируса? Как избежать заражения?»

Очевидно, что вирусы распространяются воздушно-капельным путем, поэтому целью данной работы является определение безопасного расстояния при общении с человеком, являющегося возможным переносчиком заболевания.

Данной проблеме посвящено множество работ [1-4].

В данной работе использовалась установка для оценки изменяющегося со временем распределения скоростей и изменения формы аэрозольного

облака, возникающего при кашле и чихании [1], которая уже получила в мире широкое признание своей простотой и качеством полученных измерений.



Рисунок 2. Установка для определения распространения аэрозольного облака

При кашле и даже при разговоре происходит распространение воздушного потока, содержащего аэрозольные частицы.

Расстояния фиксируются по отклонению флажков данной установки, которая позволяет получать двумерное распределение относительной скорости в двух плоскостях, расположенных на разном удалении от источника.

Возможна калибровка скорости полученного распределения относительной скорости анемометром, который должен располагаться на близком расстоянии от источника облака.

Интересно отметить, что в случае ламинарного течения отклонение флажка, происходящего под действием силы давления падающего воздуха, отклонение подвешенного флажка от вертикали не зависит от его формы, а зависит только от его размера.

Вообще отклонение вызвано давлением воздуха и разностью давлений на передней и задней поверхностях флажка, что особенно проявляется при большой скорости обтекания и возникновением за флажком турбулентного потока воздуха. Интересно, что не наблюдается прямой пропорциональности импульса силы от площади флажка, что следует из формулы, обычно применяемой в подобных случаях

$$F = C S \rho v^2 / 2,$$

где предполагается прямая пропорциональность. Видимо, поправка находится в коэффициенте C , который, как правило определяется эмпирическим путем.

Турбулентность потока воздуха определяется с помощью числа Рейнольдса

$$Re = \frac{vd}{\nu}, \text{ где } v - \text{ скорость потока, } d - \text{ характерный размер препятствия,}$$

ν - кинематический коэффициент вязкости.

Если число Рейнольдса больше некоторого критического значения, то поток воздуха становится турбулентным. В связи с тем, что коэффициент кинематической вязкости воздуха очень мал, то вероятность турбулизации потока воздуха за флажками очень велика. При турбулентном течении давление уменьшается и флажки отклоняются на большие углы.

Проводилась серия опытов. В первом случае делались опыты и измерялись отклонения флажков при кашле. При этом рассчитывалось на основании уравнения Навье-Стокса распространение аэрозольного облака, считая источник точечным и результаты расчета сравнивались с опытом. Получены формулы для определения изменения радиуса облака со временем. Расчеты по этим формулам и результаты опытов дали совпадение с точностью 15%.

Это можно объяснить тем, что в действительности аэрозольное облако не имеет сферической симметрии, которая предполагалась при теоретическом рассмотрении.

Серия опытов, связанная с изучением распространением аэрозольного облака при кашле

На рисунке 3 показаны расположение установок при опытах.

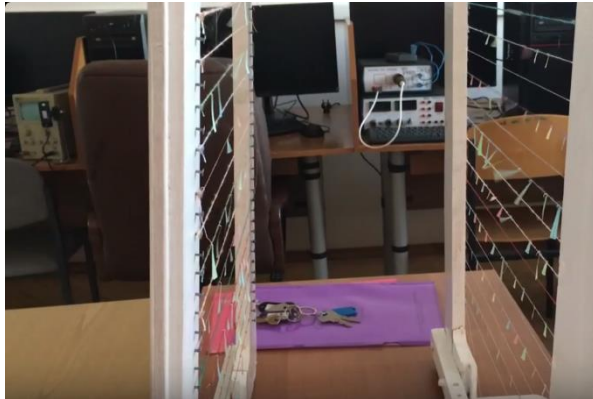


Рисунок 3. Фрагмент эксперимента. Отклонения флажков фиксируется

В первой серии опытов фиксировались отклонения флажков при небольшом кашле в зависимости от расстояния человека до первой рамки. Отметим, что фотографии делались с боку, как показано на рис.3 и сверху, проекция на горизонтальную поверхность.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. на расстоянии 55 см флажки отклоняются на углы порядка 50° ;
2. при расположении первой и второй рамок на расстоянии 1 метра при сильном кашле наблюдалось отклонение на углы 80 и 75 соответственно;
3. при расположении рамки с более инертными флажками на расстоянии 1,2 м можно было наблюдать отклонение в 15 градусов;
4. при расстояниях 1,45 м и 1,65 м отклонений, вызванных испусканием аэрозольного облака при кашле испытуемого, не наблюдалось.

Вывод, безопасное расстояние при разговоре с человеком является 145-150 см. Наибольший риск представляют собой разговоры при расстоянии меньшим 0,55 м между собеседниками, если один из них кашляет.

Серия опытов, связанная с изучением распространением аэрозольного облака при разговоре

Для данной серии экспериментов было выбрано слово «БУДУ». Сочетание звонких согласных букв «Б» и «Д» с гласной буквой «У» создает мощный поток воздуха. Именно поэтому для данных опытов было выбрано слово.

Поток воздуха испускался с высоты 0,33 м.

Рассматривая экспериментальные данные, можно установить следующие:

- На расстоянии 0,2 м флажки, обладающие меньшей инертностью, отклонялись на угол, примерно равный 45 градусам (в диапазоне 40-50 градусов).
- На расстоянии 0,55 м наблюдалось отклонение менее инертных флажков в диапазоне 15-25 градусов.
- При расположении первой рамки на расстоянии 0,67 м отклонение флажков не наблюдалось.

Следовательно, можно сделать вывод, что наиболее безопасным при разговоре с человеком в спокойном тоне можно считать расстояние, превышающее 0,67 м.

Кроме этого, делались опыты при разговоре и кашле человека в маске.

Был сделан вывод, что маска существенно уменьшает расстояние распространения аэрозольного облака и уже при расстоянии до установки 20 см флажки не отклоняются.

Поэтому ношение масок и соблюдение указанных расстояний обеспечивает человеку минимальную возможность заражения.

Библиографический список

1. Парфентьева Н. А., Парфентьев Н.А. Установка для определения направления, скорости и времени прохождения аэрозольного облака.

Российский журнал биомеханики. Том 25 (2021). Стр. 192-2.

2. Терехов В.И., Терехов В.В., Шишкин Н.Е., Би К.Ч. Экспериментальное и численное исследования нестационарного испарения капель жидкости // Инж. физ. журн. – 2010. – №5. – С. 829-836.

3. Оглоблин Г.В., Бревнов Д. Моделирование обтекание тел воздушным потоком с помощью жидкокристаллического детектора // Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/5757> (дата обращения: 28.09.2020).

4. Guo Z-D, Wang Z-Y, Zhang S-F, Li X, Li L, Li C, et al. Aerosol and Surface Distribution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Hospital Wards, Wuhan, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020; 26 (7).

ИОНИЗАЦИЯ ВОЗДУХА. ЛЮСТРА ЧИЖЕВСКОГО

Чижевская А.Д., студентка 1 курса 15 группы ИСА

Научный руководитель – Н.А. Парфентьева, зав. каф. «Общая и прикладная физика»

Проблема качества воздуха является одной из важнейших экологических проблем.

Если посмотреть на эту проблему шире, то есть на биосферу в целом, а не только на воздух, которым мы дышим, то на жизнь оказывает влияние не только качество воздуха, но и солнечная активность [1], которая по теории Чижевского изменяет и даже определяет все жизненные процессы на Земле – физическое и психическое здоровье человека, урожайность, заболеваемость растений и т.д.



Рисунок 1. Чижевский Александр Леонидович (1897 – 1964)

В своей книге, изданной в 1924 г. «Физические факторы исторического процесса» он доказывает, что солнечная активность определяет

исторические события – политико-экономические кризисы, недовольство людей жизнью, определяемую политиками, революции и т.п.

Александр Леонидович Чижевский – это человек, которым может гордиться Россия, современники называли его «русским Леонардо да Винчи», и, действительно, он был гениальным человеком, ученым широчайших взглядов и интересов.

Достаточно сказать, что в 1917 году он защитил две диссертации и стал доктором филологических и исторических наук. В то же самое время он учился на физическом и математическом факультетах Московского Университета. Зная многие иностранные языки (французский, итальянский, немецкий и английский) и читая научную литературу, он был в курсе развития мировой науки. Прекрасно рисовал, писал стихи (издано достаточно много сборников стихов Чижевского). И в стихах и в научных работах Чижевского есть ритм, что делает эти работы очень интересными и легкими для чтения и понимания.

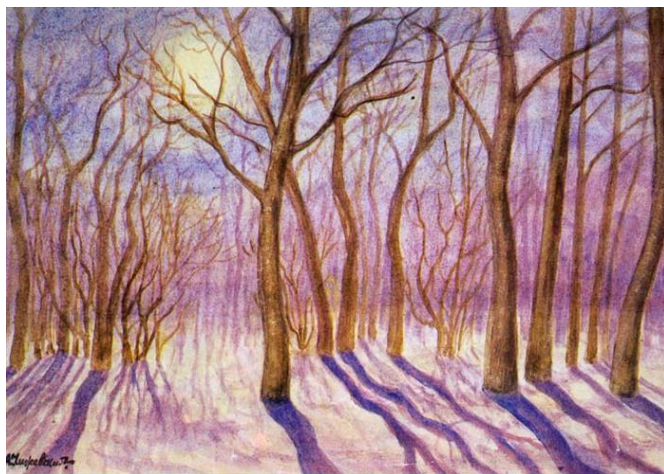


Рисунок 2. А.Л. Чижевский. Пейзаж

Но главным его увлечением в жизни кроме космоса, проблемы которого он обсуждал с К.Э. Циолковским [2], дружбой с которым он гордился, было электричество. Исследованием электричества А.Л. Чижевский занимался всю жизнь, даже в тяжелых условиях, в лагере и ссылке, куда он был направлен по ложному обвинению на 8 лет.

Одной из основных интересующих его проблем – определение влияния электричества, неизбежно существующего в воздухе, на живые организмы.

«Электроны – причина микродинамики в органических системах. Свободные электроны – вот истинные черты невидимого мира, его основных превращений, образований и преобразований»

А.Л. Чижевский был основателем новой науки, которая бурно развивалась в середине XX века – биофизики, биографы называют его биофизиком, таким образом, Чижевский был первым биофизиком в мире ученых.

На основании многочисленных исследований ученый утверждал: «Молекулярного кислорода воздуха для длительного поддержания жизни недостаточно и что для этого известная часть молекул вдыхаемого кислорода должна быть ионизована.» [3-5].

При этом самыми главными являются отрицательные ионы, именно они определяют благоприятное состояние воздуха.

Отметим, что до сих пор точно неясно, какая часть молекул воздуха должна быть ионизирована в полезном воздухе.

Чижевским было установлено, что движущиеся направленно аэроионы способствуют очистке воздуха, т.к. они захватывают частицы пыли и микроорганизмы, в частности вирусы. Так как количество вирусов в мире быстро увеличивается, то это открытие в наши дни играет огромную роль. Кроме этого, при подготовке помещения для создания электронных схем, в операционных и т.д. воздух также должен быть тщательно очищен.

В связи с этими открытиями для образования отрицательных ионов А.Л. Чижевским был предложен прибор, который получил название «Люстра Чижевского».

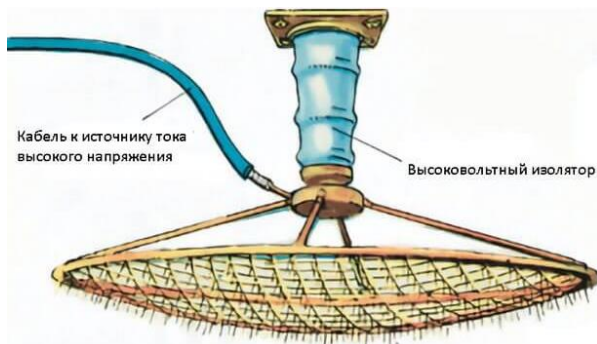


Рисунок 3. Люстра Чижевского

«Построив себе жилище», – говорил профессор А. Л. Чижевский, – человек лишил себя нормального ионизированного воздуха, он извратил естественную для него среду и вступил в конфликт с природой своего организма».

На рис. 3 представлена одна из возможных конструкций люстры Чижевского. Диаметр люстры около 1 м. Ячейки примерно 45-50 мм. В узлы полученной сетки впаивались 372 стальные булавки. Подаваемое напряжение должно быть не менее

25 кВ. Это очень большое напряжение, поэтому не рекомендуется делать такой прибор самостоятельно.

Конструкция действительно похожа на люстру.

Люстра не излучает достаточно света для освещения помещения, но у нее другая задача – ионизация молекул воздуха. Люстра подключается к отрицательному полюсу источника высокого напряжения, положительный электрод – сетевой провод.

Электрод под напряжением ускоряет создание свободных электронов. Под действием сильного электрического поля они стекают с острия и ускоряются полем.

Электроны сталкиваются с молекулами кислорода воздуха. В результате образуется аэроион O_2 с лишним свободным электроном. Человек вдыхает аэроионы, которые отдают свой заряд эритроцитам крови. А эритроциты, как мы знаем, положительно влияют на обменные процессы. Заметим, что Чижевский вообще очень много изучал структуру крови.

Он доказал существование в крови симметричных, кольцевых элементов, форма которых опять же определяется электромагнитным взаимодействием.

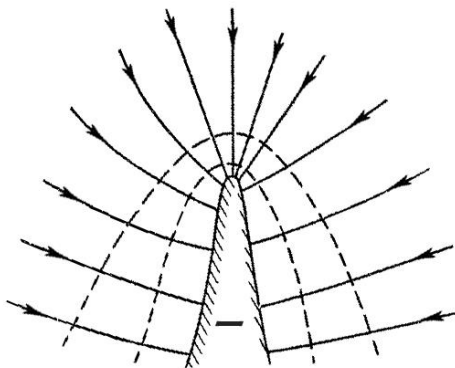


Рисунок 4. Электрическое поле заряженного острия

Зададимся вопросом, почему Чижевский для люстры взял булавки? На рис. 4 показана структура поля около булавки (острия). Очевидно, что напряженность поля около острия максимальна. Именно отсюда происходит стекание заряда.

Ионизация молекул происходит в результате электронного удара (ударная ионизация). Чтобы молекула превратилась в ион, кинетическая энергия электрона должна быть больше работы ионизации. Работа ионизации – это минимальная энергия, которую нужно сообщить молекуле для образования иона. Работа ионизации молекулы кислорода меньше энергии ионизации атома.

На электрон в сильном электрическом поле действует сила

$$m_e a = qE,$$

Если среднее время свободного движения электрона τ , то скорость электрона равна

$$v = \frac{qE}{m_e} \tau.$$

Энергия электрона перед взаимодействием с молекулой воздуха вычисляется по формуле:

$$W = \frac{(qE)^2 \tau^2}{2m_e}$$

В воздухе около люстры появляются положительные и отрицательные ионы. Вокруг люстры Чижевского наблюдается газовый разряд. Электроны стекают с электрода, отрицательные ионы идут в том же направлении, что и электроны, а положительные ионы, наоборот, движутся к нему.

Ток направлен к булавкам люстры.

Возникает «тихий» разряд. Движущиеся электроны, имеющие недостаточно энергии для ионизации молекул, сталкиваясь с молекулами воздуха вызывают возбуждение атомов.

В возбужденном состоянии атом находится в среднем 10^{-8} с, затем он переходит в основное состояние, при этом происходит излучение. В темноте можно увидеть слабое свечение около булавки – это коронный разряд.

Такое свечение наблюдается вокруг острых мачт кораблей, антенн и подобных строений при большой напряженности электрического поля в атмосфере – тихий коронный разряд. Эти огни получили название «огни святого Эльма». Считалось, что, если такие огни возникают, то плавание корабля будет удачным.

Судьба люстры Чижевского удачна, создаются новые конструкции этого изобретения, хотя до сих пор не существует твердого убеждения о разумности и стопроцентном успехе его использования.

Однако есть бесспорные примеры улучшения здоровья людей благодаря работе люстры. Время работы, напряжение, подаваемое на люстру для эффективной ионизации, еще требуют тщательного изучения и проведения множества экспериментов.

Напишем план дальнейшего исследования ионизации воздуха.

1) Создание установок для ионизации молекул воздуха и определение оптимального значения напряжения, подаваемого на острие.

2) Определение концентрации ионов полезной для здоровья человека.

3) Дальнейшие исследования влияния на выздоровление человека, какие болезни протекают легче при помещении больного в воздух, насыщенный отрицательными ионами.

4) Влияние положительных ионов на здоровье человека.

5) Теоретическое обоснование пользы и вреда ионизаторов, продолжение исследования движения аэроионов в воздушной среде.

В конце статьи хочется привести стихотворение А.Л. Чижевского, характеризующего его к себе как человека, являющегося частью общего мира.

Мы дети Космоса. И наш родимый дом
Так спаян общностью и неразрывно прочен,
Что чувствуем себя мы слитными в одном,
Что в каждой точке мир - весь мир сосредоточен...
И жизнь - повсюду жизнь в материи самой,
В глубинах вещества - от края и до края
Торжественно течет в борьбе с великой тьмой,
Страдает и горит, нигде не умолкая.

Библиографический список

1. Чижевский А. Л. Солнце и мы. – М., 1963.
2. Чижевский А. Л. Аэроионы и жизнь. Беседы с Циолковским / Сост., вступ. ст., комментарии, подбор илл. Л. В. Голованова. – М.: Мысль, 1994. – 735 с.
3. Проблемы ионификации: Труды ЦНИЛИ. Т. 1 / Под ред. А. Л. Чижевского. – Воронеж, 1933.
4. Чижевский А. Л. Руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и в медицине. – М.: Госпланиздат, 1959. – 56 с., ил.
5. Чижевский А. Л. Биофизические механизмы реакции оседания эритроцитов. – Новосибирск: Наука, 1980.
6. Парфентьева Н.А. Решение задач по физике. Лаборатория знаний. 2018.- стр. 280.

КОМПОЗИТНЫЕ РАСТВОРЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ НАНОДОБАВОК

*Самойлов А.Т., студент 1-го курса 18 группы ИСА
Научный руководитель – Панфилова М.И., доц., к.х.н.*

В поисках компонентов, способных улучшить качество композитных растворов специалисты обратили внимание на такие добавки как алюмосиликатные микросферы и бемит. Основной причиной их выбора стала экономическая доступность, простота производства, а так же стремление к очистке окружающей среды путем переработки отходов, коими являются обе добавки. Так, алюмосиликатные микросферы служат остатком от сгорания твердых пород на ТЭС, а бемит является продуктом отхода на предприятиях, связанных с металлообработкой. Таким образом, для улучшения физико-механических свойств композитных растворов, в состав растворов были включены представленные нанодобавки.

Визуальный образ вышеперечисленных добавок представлен на рис. 1 и рис. 2 соответственно.

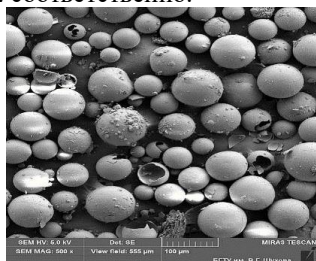


Рисунок 1. Алюмосиликатные микросферы



Рисунок 2. Бемит

Для изучения влияния алюмосиликатных микросфер на свойства композитных растворов изготавливались образцы на извести пушонке первого сорта с активностью 84,4%. Для сравнения использовались добавки – диатомит и метакеолинит. Содержание алюмосиликатных микросфер, диатомита и метакеолинита составляло 3-30% от массы заполнителя. Составы готовились с водоизвестковым соотношением равным 1,25. Образцы отвердевали в воздушно-сухих условиях при окружающей температуре 18-20⁰С и относительной влажности воздуха 60-70%.

Таблица 1. Зависимость прочности от процентного содержания добавок

Добавка	Процентное содержание, %				
	3	5	10	20	30
	Прочность при сжатии, МПа				
Контрольный (известь:вода)	1,48±0,075				
Диатомит	0,952±0,039	1,23±0,04	1,39±0,06	2,46±0,15	2,76±0,17
Метакеолинит	2,325±0,134	2,45±0,14	3,35±0,19	3,85±0,19	4,5±0,2
Синтезированные алюмосиликаты	2,275±0,128	2,48±0,16	2,875±0,168	3,1±0,2	3,54±0,19

Кинетика набора прочности раствора при добавке диатомита и алюмосиликатных микросфер представлена на рис.3. Кинетика набора прочности раствора при добавке разного процентного содержания алюмосиликатных микросфер представлена на рис.4.

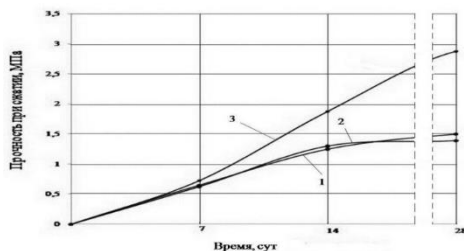


Рисунок 3. Кинетика набора прочности: 1) Контрольный образец (заполнитель; вода); 2) Добавление диатомита 10%; 3) Добавление алумосиликатных микросфер 10%.

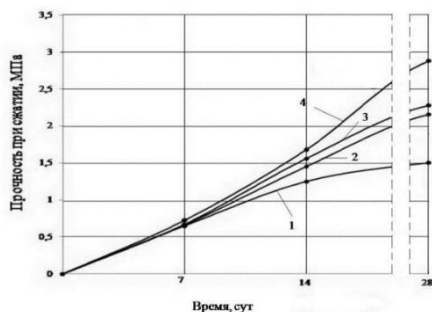


Рисунок 4. Кинетика набора прочности: 1) Контрольный образец (заполнитель; вода); 2) Алумосиликатные микросферы 1%; 3) Алумосиликатные микросферы 3%; 4) Алумосиликатные микросферы 10%.

Обработка экспериментальных данных свидетельствует, что введение метакаолинита в количестве 10% приводит к повышению прочности растворов на 14,2% по сравнению с алумосиликатными микросферами, однако производство метакаолинита является энергозатратным, поэтому, рациональнее использовать алумосиликатные микросферы, являющиеся субпродуктом отходов ТЭС.

Для изучения влияния бемита на свойства композитных растворов изготавливались образцы, основными составляющими которых стали: бентонит ПТ1, портландцемент М500, жидкое стекло (универсал, марка ТЕКС) и бемит. Водоцементное соотношение равно 2. Образцы набирали прочность в воздушно-сухих условиях при окружающей температуре 18-20⁰С и относительной влажности воздуха 60-70%.

Кинетика набора прочности композитного раствора в зависимости от процентного содержания бемита представлена на рис.5.

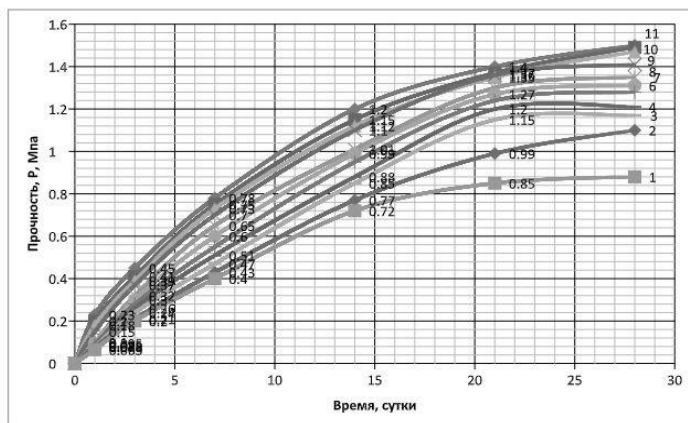


Рисунок 5. Кинетика набора прочности 3: 1) 0,208%; 2) 0,133%; 3) 0,249%; 4) 0,100%; 5) 0,041%; 6) 0,306%; 7) 0,352%; 8) 0,600%; 9) 0,000%; 10) 0,700%; 11) 1,000%

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что наибольшая скорость структурообразования достигается при концентрации бемита 0,208% к массе цемента. По сравнению с контрольным образцом скорость структурообразования возрастает в 1,3раза.

Использование представленных нанодобавок не только улучшает физико-механические свойства строительных растворов, но и создает более комфортную экономическую среду в сфере строительства. Возвращаясь в начало статьи, стоит упомянуть, что использование данных добавок благоприятно сказывается на окружающей среде, являясь продуктом переработки отходов.

Библиографический список

1. В.Э. Самороков, Е.В. Зелинская – использование микросфер в композиционных материалах. 2012. С. 3 – 5 .
2. Садовникова Мария Анатольевна – сухие строительные смеси с применением синтезированных алюмосиликатов. Пенза, 2015. С. 51 – 65.
3. Е. В. Фоменко, Н. Н. Аншиц, Н. Г. Васильева, Е. С. Роговенко, О. А. Михайлова, Е. В. Мазурова, Л. А. Соловьёв, А. Г. Аншиц – состав и строение оболочки алюмосиликатных микросфер золы уноса, образующихся от сжигания экибастузского угля. 2015. С. 6-7.
4. Иноземцев А.С., Королев Е.В. Прочность наномодифицированных высокопрочных легких бетонов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2013, Том 5, № 1. С. 24–38.
5. М.И. Панфилова, Н.И. Зубрев, Д.А. Леонова, В.В. Медведев, А.В. Берш, А.И. Сороковиков - Использование 3D-НКМ – нанокристаллического модификатора для улучшения свойств композитных растворов на основе цемента. Москва, 2014.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ В КОНСТРУКЦИИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

Киселева Т.А., студентка 2 курса 10 группы ИСА

Научный руководитель - М.И. Панфилова доц., канд. хим. наук

В наше время существует много видов ветрогенераторов. Данный способ добычи электроэнергии не теряет свою актуальность и является важной частью энергетической отрасли, ведь ветряные станции могут питать электричеством целые промышленные комплексы и города. Все эти устройства являются достаточно дорогими и недоступными для обычных граждан, поэтому хочу предложить более выгодное устройство ветряка, которое также можно использовать в промышленных целях, если увеличить его размеры. Ветрогенератор на основе пьезоэлементов может быть использован, когда не требуется большое количество электроэнергии, но его всегда можно усовершенствовать путем добавления или же замены звена.

Итак, давайте рассмотрим возможности применения пьезоэлектриков в конструкциях ветряков. Пьезоэлектричество - это эффект продуцирования веществом электричества при деформировании под действием механической энергии (Рис. 1). Само понятие открыли братья Жак и ПьероКюри в 1880—1881 гг.

Пьезоэлемент представляет из себя пьезокерамический материал с нанесенными на поверхность электродами. По своей природе данные материалы являются анизотропными кристаллами.

Существуют однослойные, двухслойные и многослойные пьезокристаллы.

Однослойные — под воздействием электричества изменяются в ширину, длину и толщину. Если их растянуть или сжать, они генерируют электричество.

Двухслойные — как и однослойные, так же умеют сгибаться и удлиняться. «Сгибатели» создают наибольшую величину перемещения относительно других видов, а «расширители», будучи более упругими, развивают гораздо большее усилие при гораздо меньшем перемещении.

Многослойные — развивают наибольшую силу при минимальном перемещении (изменении формы).

Элементы также могут быть разнообразной формы: в виде дисков, колец, трубок, пластин, сфер и др.

Связь между приложенной силой и результирующим ответом пьезоэлемента зависит от: пьезоэлектрических свойств пьезокерамики, размера и форм образца, направления электрического и механического давления.

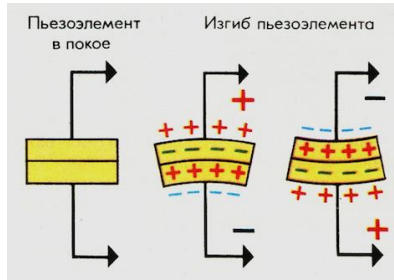


Рисунок 1. Работа пьезоэлектриков

Ветроэлектрическая установка — устройство преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую при помощи вращения ротора с последующим её преобразованием в электричество (с помощью электрогенератора).

Ветрогенератор был изобретен более полутора веков назад. Ветровые колеса приводили в движение мельничные жернова еще с давних времен. Сейчас же их устройство усложнилось при помощи мощных электрогенераторов. Также изменения затронули и саму конструкцию.

Современный ветряк состоит из: мачты, фундамента, лопастей, вала, “головы”, хвоста и электрогенератора внутри конструкции (Рис. 2)

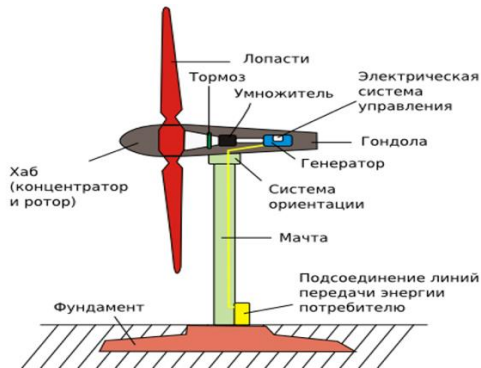


Рисунок 2. Конструкция ВЭУ

Для получения мощного ветрогенератора необходимо изучить, от чего зависит мощность того или иного ветряка. (Рис. 3)

Итак, на производительность ВЭУ влияют:

1. скорость ветра
2. площадь охватываемой поверхности
3. высота мачты ветрогенератора
4. форма и количество лопастей

- 5. легкость материала
- 6. угол атаки
- 7. мощность электрогенератора(в данном случае от мощности пьезоэлементов)

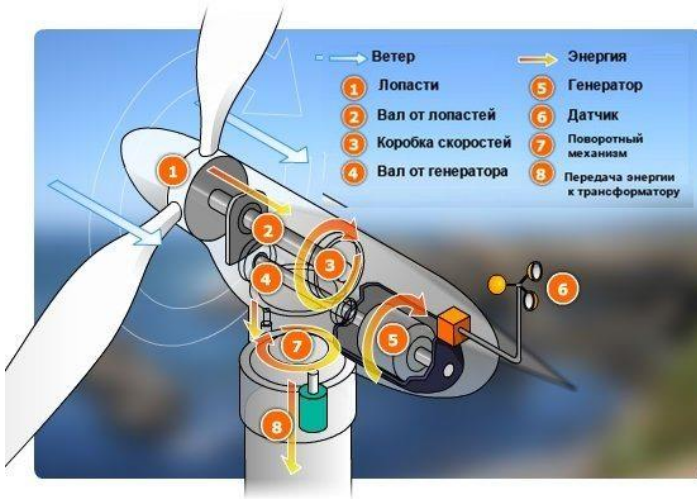


Рисунок 3. Работа ВЭУ

Также стоит добавить, что различные модели ветряков на основе пьезоэлектриков уже широко используются по всему миру. Например, в Объединенных Арабских Эмиратах существует проект «Windstalk», представляющий из себя совокупность стеблей, армированных резиной. Каждый такой стебель содержит слои электродов и дисков, вырабатывающих ток. (Рис. 4) Для преобразования силы волн в электроэнергию был предложен альтернативный проект «Wavestalk». У ветряка отсутствуют лопасти и по своей форме он напоминает большую спутниковую тарелку, которая наклоняется вперед-назад, создавая колебания в системе. (Рис. 5)



Рисунок 4. Проект «Windstalk».



Рисунок 5. Проект «Wavestalk»

Данные ветряки не так широко используются из-за сложности их конструкций. Мой проект был создан с целью показать, что можно использовать упрощенную конструкцию для ветряков с использованием пьезоэлементов, созданную на основе вертикальных ВЭУ, и модернизировать ее, что будет гораздо проще и обойдется дешевле.

Для воплощения проекта можно использовать корпус вертикального ветрогенератора, а во внутреннюю часть поместить пьезоэлектрики. Они будут расположены по внутреннему периметру конструкции "ноги" и внутри "головы" ВЭУ. (Рис. 6)

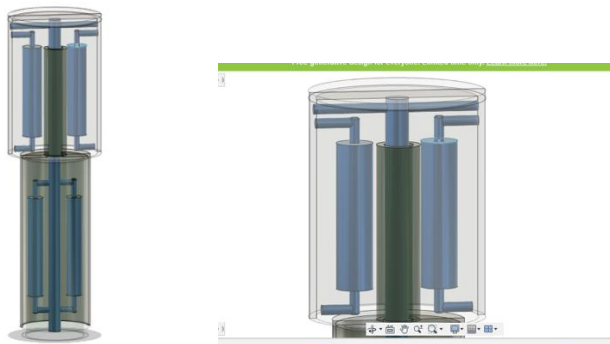


Рисунок 6. Конструкция

Встроенные пьезоэлементы будут преобразовывать механическую энергию, полученную от внутреннего вала лопастей в электричество. Сам же вал будет вращаться за счет движения "крыльев", от потока ветра. Электричество будет выводиться через мачту ветрогенератора к фундаменту.

Весь проект и нужные для модели детали будут выполнены в программе для 3D моделирования Autodesk Fusion 360 и распечатаны на 3D принтере. Данный ветряк сможет собрать любой человек, который хоть немного разбирается в электричестве.

Итак, в среднем электрогенераторы стоят от 220 тысяч рублей. Это достаточно дорого и не очень подходит для работы небольшого ветряка. Поэтому вместо генератора будут использованы пьезоэлементы. В наше время они являются довольно распространенными, их можно найти даже в обычном магазине электрики. Очень часто на основе простых пьезоэлектриков можно встретить даже зажигалки. В среднем цена таких элементов будет около 20 рублей за штуку. Проблема состоит только в том, что у них не очень высокая мощность. Но объем полученного электричества можно регулировать с помощью расширения количества пьезоэлектриков.

Единицы измерения прямого пьезоэффекта- кулон/ньютон (К/Н). При воздействии силы в 1 ньютон, на электродах будет образовываться

одинаковый заряд. Приложенная сила и размеры элемента на него не влияют.

Существует формула: $U = q/C$, в которой $q = F \cdot d/33$, которая используется для определения напряжения на электродах. Из данной формулы видно, что напряжение напрямую зависит от размеров пьезоэлемента, так как емкость C связана с площадью электродов и расстоянием между ними. Возьмем в качестве примера емкость обычной зажигалки, равной 40 пикофарадам (пф), тогда прикладываемая сила в 1 Н даст напряжение 6 В. Если механическое

воздействие увеличить до 1000 Н (100 кг), то полученное напряжение будет составлять уже 6 кВ.

Саму конструкцию, как уже было сказано, можно выполнить, напечатать такой ветряк на промышленном 3Д принтере и поместить внутрь пьезоэлементы. Выбрать можно пьезоэлектрики любого вида. Главное- чтобы они “продавливались” внутренними лопастями.

Библиографический список

1. <http://engineering-solutions.ru/ultrasound/piezomaterials/>
2. http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/01_01/stat-48.htm
3. <https://electric-220.ru/news/pezoehlement/2018-01-06-1425>
4. Е.В. Глушко, Д.К. Егоров, С.А. Гурова, М.М. Котов. Ветрогенератор с вертикальной осью

УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Васильев В.А., Куренкова Е.А., студенты 1-ого курса 11 группы ИИЭС,
Научный руководитель – В.Л. Кашинцева, доц., канд.физ.-мат. наук*

Тела, находясь под воздействием окружающей среды, получают отклонения от положения равновесия. Главные условия нахождения равновесного состояния тела: главный вектор и момент системы равны нулю.

Различают три вида равновесия:

Устойчивое равновесие-при отклонении от положения равновесия тело возвращается в свое начальное положение

Неустойчивое равновесие-тело отклоняется от положения равновесия

Безразличное равновесие-при отклонении новое положение тела становится равновесным

Равновесие тела зависит от центра тяжести системы. Равновесие устойчиво, когда центр масс системы находится в самом нижнем положении. В противном случае равновесие неустойчиво или безразлично.

Также различают 2 понятия: устойчивость положения и устойчивость формы.

Конструкция, не изменяющая свое положение под действием определенной нагрузки, обладает устойчивостью положения

Рассмотрим пример. На сооружение массой m действует нагрузка Z . (рис.1)

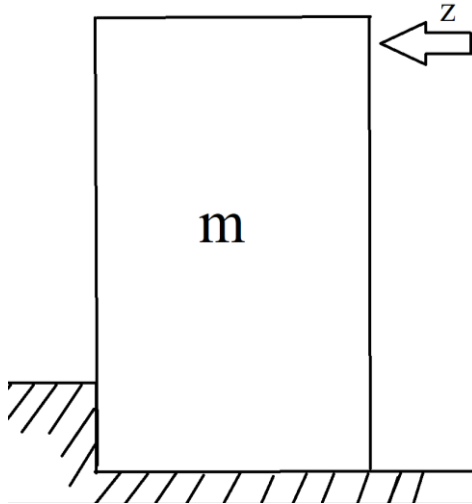


Рисунок 1. Приложение нагрузки

Относительно опоры создается опрокидывающий момент:

$$M = \frac{zh^2}{2}, \text{ где } h - \text{ высота сооружения.}$$

Масса m не дает сооружению перевернуться, создавая удерживающий момент M_m :

$$M_m = ml, \text{ где } l - \text{ половина длины сооружения.}$$

Если $M < M_m$, то сооружение находится в положении устойчивого равновесия

Если $M > M_m$, то сооружение находится в положении неустойчивого равновесия.

$M = M_m$ – сооружение находится в безразличном состоянии.

Можно ввести коэффициент $s = M_m/M$

Тогда устойчивость равновесия будет достигаться при $s > 1$

На этом примере объясняется понятие устойчивость положения.

Конструкция, не изменяющая свою первоначальную форму, обладает устойчивостью формы

Эти выражения применимы для систем с одной степенью свободы. Устойчивость системы с несколькими степенями свободы неоднозначна, всё зависит от выбранного направления.

Потеря устойчивости первого рода предполагает нарушение баланса между внешними и внутренними силами и характеризуется возникновением новой формы деформации, возникающей практически сразу. Существуют следующие типы потери устойчивости первого рода:

1. Потеря устойчивости центрального сжатия;
2. Потеря устойчивости симметричной формы деформации
3. Потеря устойчивости плоской формы деформации.

Рассмотрим рамку, изображенную на рисунке 2. Она симметрично деформируется под действием силы P . Однако, при определенной величине $P_{кр}$ рамка теряет свою устойчивость и ее деформация становится хаотичной (рисунок 3).

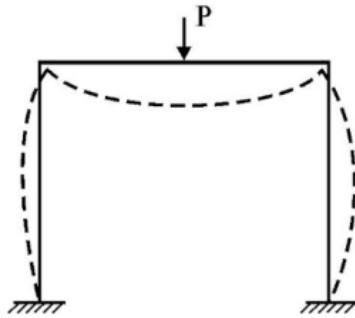


Рисунок 2. Схема деформации

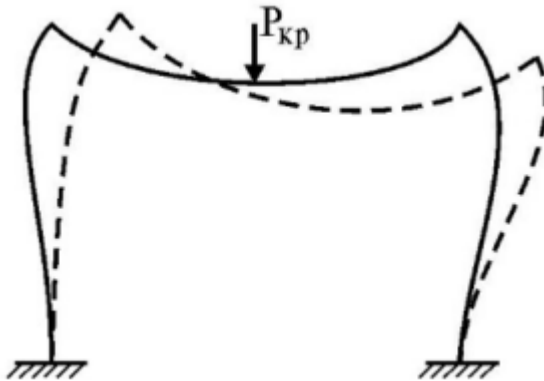


Рисунок 3. Хаотичная деформация

Второй тип потери устойчивости характеризуется снижением несущей способности всей конструкции и может наблюдаться как значительное увеличение предшествующей деформации. Тогда баланс между нагрузкой и внутренней силой будет нарушен даже при отсутствии новой деформации.

Например, сила P , действующая на стержень, не только деформирует его, но и изгибает (рисунок 4). Увеличивая силу, в некоторый момент времени мы заметим, что при действии определенной силы деформация будет увеличиваться при отсутствии возрастания нагрузки.



Рисунок 4. Изгиб стержня

Устанавливая равновесие системы, применяют следующие методы:

1. Принцип возможных перемещений: если система находится в равновесии, то сумма работ всех внешних и внутренних сил на любых бесконечно малых перемещениях равна нулю;
2. Свойство потенциальной энергии системы: если система находится в равновесии, ее потенциальная энергия имеет экстремальное значение.

Также для определения, является ли система устойчиво равновесной или нет, существует принцип Лагранжа-Дирихле: если полная потенциальная энергия системы равна нулю по сравнению со всеми достаточно близкими положениями системы, то система равновесна устойчиво. Этот принцип в математической форме записывается так:

$$\delta U = 0$$

где U – полная потенциальная энергия системы.

Для повышения устойчивости сооружений предпринимают следующие действия:

- 1) Уменьшают суммарные активные воздействия на конструкции, которые могут вызвать нарушение их устойчивости
- 2) Увеличивают прочность грунтов

Стоит упомянуть всемирно известную “падающую” Пизанскую башню, которая до сих пор удивляет людей. Многим интересно, почему она до сих пор находится в равновесии. Учитывая вышесказанное, вспомним про коэффициент s . В случае нашей башни центр тяжести не вышел за пределы основания башни. Поэтому опрокидывающий момент всё же меньше, чем удерживающий, а значит, она находится в устойчивом равновесии.



Рисунок 5. Эйфелева башня

Для наглядности мы соорудили конструкцию Эйфелевой башни (рисунок 5). Причиной ее устойчивости служит близкое к земле расположение центра масс, значит, удерживающий момент больше, чем опрокидывающий при действии малых нагрузок.

Библиографический список

1. Шакирзянов Р.А., Шакирзянов Ф.Р. Динамика и устойчивость сооружений: Учебное пособие. – 2-е перераб. изд. / Р.А. Шакирзянов, Ф.Р. Шакирзянов. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2015. – 120 с.
2. Динамический расчет специальных инженерных сооружений и конструкций / Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1986. – 461 с.
3. Леденёв, В. В. Строительство и механика : краткий справочник / В. В. Леденёв. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 244 с.
4. Киселев, В. А. Строительная механика: Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений: учебник. 3-е изд. / В. А. Киселев. – М.: Стройиздат, 1980. – 616 с.
5. Клаф, Р. Динамика сооружений / Р. Клаф, Дж. Пензиен. – М.: Стройиздат, 1979. – 319 с.
6. Леонтьев, Н. Н. Основы строительной механики стержневых систем / Н. Н. Леонтьев, Д. Н. Соболев, А. А. Амосов. – М.: АСВ, 1996. – 541 с.

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ: ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОПРОПУСКАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ, РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

Воробьева А.В., студентка 1 курса 62 группы ИСА

Научный руководитель – **В.Л. Кашинцева**, доц., канд. физ.-мат. наук

В современном строительстве большое внимание уделяется теплозащите сооружений. Неудивительно, ведь от этого зависит не только сбережение тепла, а, следовательно, и расход средств жильцов на отопление, но и влажностной режим, температура воздуха помещения, т.е. параметры, влияющие на здоровье людей и долговечность постройки. Важным элементом зданий являются светопропускающие конструкции: именно они обеспечивают необходимую естественную освещенность помещения и защищают от атмосферных явлений и шума. Чтобы эти конструкции не стали источниками значительных теплопотерь, нужно знать их характеристики и параметры, влияющие на степень теплозащиты.

Различают внутренние и наружные светопропускающие конструкции. Первые используются для разделения объема помещения (к примеру, межкомнатные двери, элементы лестничных площадок). Последние же ограничивают внутреннее пространство сооружения от внешней среды, к ним относятся окна, стеклянные двери (например, балконные), зимние сады, теплицы и прочее. Рассмотрим более подробно устройство окон.

Тепловые потери определяют следующие параметры [1]:

- Теплопередача стеклопакета окна. Эту величину характеризует коэффициент стеклопакета;
- Теплопередача оконной рамы и места примыкания стекла к ней. Характеризуются коэффициентом оконного переплета и отношением площади светопрозрачной части к общей площади окна;
- Теплопотери на нагрев воздуха, инфильтрующегося через уплотнители.

Кроме вышеуказанных величин, на приведенное сопротивление теплопередаче, одну из главных характеристик светопропускающих конструкций, влияют такие параметры, как количество и местоположение уплотнителей в системе рама-створка, тип остекления, наполнитель межстекольного пространства, а также размер самого окна.

Важнейшими элементами, с точки зрения теплозащиты, считаются [2]:

- Рама – основная часть окна, занимающая весь его периметр и неподвижно закрепленная в проеме;
- Стеклопакет - светопропускающая конструкция из двух и более листов стекла, которые герметично соединены по периметру и образуют камеры, внутри которых находится какой-либо инертный газ или воздух.

- Уплотнитель - прокладка из силикона, каучука или термопластика рельефного или губчатого строения; используется для герметизации стыков.



Рисунок 1. устройство окна

Рассчитаем расход теплотерь 16-этажного жилого здания за период отопительного сезона г.Москвы через светопропускающие конструкции следующих типов:

1. Окна с двойным остеклением в спаренных деревянных переплетах;
2. Окна с однокамерным стеклопакетом в отдельных ПВХ переплетах;
3. Окна с двухкамерным стеклопакетом с межстекольным расстоянием 8 мм в ПВХ переплетах.

Климатические и теплоэнергетические показатели сооружения, которые использовались для расчетов в климатических условиях Москвы, приняты по СНиП 23-01-99 [3] и представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатель	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
Расчетная температура наружного воздуха	t_n	°C	-28
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°C	-3,1
Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	сут/год	214
Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°C•сут/год	4943
Расчетная температура внутреннего воздуха	t_b	°C	20

Произведем расчеты для 16-этажного жилого здания общей площадью 12100 м² и площадью светопропускающих конструкций 2178 м² ($A_{ок}$) (при

условии, что суммарная площадь окон для жилых зданий не должна превышать 18% [4]). Фактические значения приведенного сопротивления теплопередаче выбранных типов светопропускающих конструкций представлены в таблице 2 [5].

Таблица 2

Тип светопрозрачной конструкции	Фактические значения приведенного сопротивления теплопередаче $R_o, \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$
Двойное остекление в спаренных деревянных переплетах	0,4
Однокамерный стеклопакет в раздельных ПВХ переплетах	0,56
Двухкамерный стеклопакет с межстекольным расстоянием 8 мм в ПВХ переплетах	0,51

Потери тепловой энергии рассчитываются по формуле [6]:

$$Q = 0,024 \cdot \text{ГСОП} \cdot \frac{A_{\text{ок}}}{R_i}, \text{ где } \text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}};$$

Теплопотери окна с двойным остеклением в спаренных деревянных переплетах:

$$Q = 0,024 \cdot 4943 \cdot \frac{2178}{0,4} = 645951,24 \text{ (кВт} \cdot \text{ч/год)}$$

Теплопотери окна с однокамерным стеклопакетом в раздельных ПВХ переплетах:

$$Q = 0,24 \cdot 4943 \cdot \frac{2178}{0,56} = 461393,743 \text{ (кВт} \cdot \text{ч/год)}$$

Теплопотери окна с двухкамерным стеклопакетом с межстекольным расстоянием 8 мм в ПВХ переплетах:

$$Q = 0,024 \cdot 4943 \cdot \frac{2178}{0,51} = 506628,424 \text{ (кВт} \cdot \text{ч/год)}$$

Таким образом, проведенные расчеты показали, что наименьшие тепловые потери достигаются при установке окон с однокамерным стеклопакетом в раздельных ПВХ переплетах, что объясняется наибольшим среди сравниваемых приведенным сопротивлением теплопередаче.

Библиографический список

1. Теплосопротивление стеклопакетов и расчёт окон [Электронный ресурс]. URL: <https://www.project-house.by/win>
2. Конструкция пластиковых окон: названия, схема и описание деталей, устройство и состав ПВХ окна [Электронный ресурс]. URL: <https://www.labrador-spb.ru/articles/konstruktziya-plastikovyykh-okon>

3. СНиП 23-01-99 Строительная климатология.
4. Шихов А.Н. Архитектурная и строительная физика: учеб. пособие / А.Н. Шихов, Д.А. Шихов; ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013. 377 с.
5. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий.
6. Ватин Н.И., Немова Д.В., Рымкевич П.П., Горшков А.С. Влияние уровня тепловой защиты ограждающих конструкций на величину потерь тепловой энергии в здании // Инженерно-строительный журнал. 2012. №8. С.4-14.

ПРОБЛЕМЫ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В ПЕРИОД СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ТЕМПЕРАТУР

*Павлова Е.А., студентка 1-го курса 62 группы ИСА
Научный руководитель – Кашинцева В.Л., доц., к.ф.-м.н.*

В современном мире существует множество проблем, возникающих в результате увлажнения наружных ограждающих конструкций жилых зданий, с которыми сталкиваются не только специалисты, но и потребители.

Рассмотрим причины данного явления и меры по его предотвращению, которые должны предусматриваться при проектировании указанных выше элементов жилого здания для сохранения их теплозащитных свойств в процессе эксплуатации.

В проекте [1] о разработке теплоизоляционной и вентиляционной систем загородного дома, я анализировала вопросы устройства наружной системы теплоизоляции, также были решены проблемы воздухообмена в помещениях, с целью исключения накопления влаги в конструкциях. Проект был представлен на открытой городской научно-практической конференции «Инженеры будущего» в номинации «Строительство, дизайн, архитектура» при НИТУ МИСиС в 2021 г.

Существует несколько различных причин увлажнения ограждающих конструкций, которые обозначены в учебнике под редакцией А.В. Захарова [2]. Необходимо выделить несколько типов влаги:

- 1) строительная (техническая) влага;
- 2) эксплуатационная влага;
- 3) грунтовая влага;
- 4) атмосферная влага;
- 5) гигроскопическая влага;
- 6) конденсационная влага.

Строительная влага образуется на этапе производства строительных работ и обуславливается мокрыми процессами (например, кладка стен из мелкоформатных изделий на строительных растворах). При отсутствии ошибок со стороны проектировщиков, количество данного вида влаги не

превышает допустимых значений и стабилизируется в течении первых лет эксплуатации здания.

Стоит отметить, что любая влага – следствие воздействия природных или антропогенных явлений. Ярким примером влияния человека на увлажнение участков стен, соприкасающихся с конструкциями полов, является эксплуатационная влага - предположим, что хозяин квартиры решил вымыть полы, или же жильцы забыли закрыть кран с водой на кухне.

Для учета влияния природных факторов на теплозащитные свойства сооружения вводятся такие понятия как грунтовая влага, которая возникает в результате капиллярного подсоса из-за нарушения гидроизоляции в основании фундамента и проникает в толщу конструкций, а также атмосферная влага, которая образуется по причине косых дождей в теплое время года, или же из-за инея в холодный период при повышении температуры до нуля. Нужно отметить, что капиллярное поднятие грунтовой влаги может достигать высоты третьего этажа здания, а атмосферная влага, в свою очередь, увлажняет конструкцию до нескольких сантиметров в глубину.

Накопление эксплуатационной, грунтовой и атмосферной влаги в конструкциях можно сократить конструктивными методами.

Рассмотрим другие виды влаги, влияние которых на элементы здания можно стабилизировать рациональным конструированием при опоре на теплотехнические расчеты.

Так, гигроскопическая влага – результат поглощения капиллярно-пористыми материалами влаги из воздуха, проявление гигроскопического сорбционного свойства, которое предопределяется температурно-влажностным режимом окружающего воздуха.

Отдельное внимание заслуживает конденсационная влага, в большинстве случаев, являющаяся причиной переувлажнения наружного ограждения. Данное явление возникает в результате отклонений параметров воздушной среды помещений, что тесно связано с температурным режимом ограждения. Конденсат может образовываться как внутри конструкции, так и на ее поверхности.

С точки зрения здоровья жильцов, влажная конструкция – источник повышенной влажности воздуха в помещениях, что является хорошей средой для развития возбудителей различных болезней. Так, например, туберкулезная палочка, о которой говорят даже в школьном учебнике по биологии [3] – возбудитель туберкулеза, капельно-пылевой инфекции, поражающей органы дыхания - наилучшим образом сохраняет свою жизнеспособность в сырых местах, не освещаемых солнечным светом. Также, влажность воздуха свыше 70% неблагоприятно влияет на теплообмен человека. Исходя из информации, представленной в статье [4], посвященной гигиенической оценке микроклимата, можно сделать следующий вывод: при температуре воздуха в помещении более 30°C (т.е. при высокой температуре) большая влажность затрудняет испарение пота, что, в свою

очередь, приводит к перегреванию организма. Соответственно, при низкой температуре она способствует более сильному охлаждению. Это обуславливается усилением потери тепла конвекцией.

С точки зрения надежности конструкции, влажный элемент может привести к снижению длительности эксплуатации сооружения из-за физических, химических, биологических или же эстетических повреждений, поэтому требуется регулярное техническое обслуживание зданий и сооружений. В книге К.Ф. Фокина [5] подробно изложено значение влажностного режима наружных ограждений. При одинаковых условиях, сырые ограждения значительно уступают сухим по теплозащитным свойствам из-за повышения теплопроводности строительных материалов, также они менее морозостойки, что ускоряет процесс их разрушения.

Обратимся к СП 50.13330 [6], в котором дается определение точки росы – это температура, при которой начинается образование конденсата в воздухе с определенной температурой и относительной влажностью. Она играет большую роль при оценке влажностного режима ограждения.

В период сезонных колебаний температур, например, при резком понижении температуры окружающей среды в осенне-зимний период, наблюдается явление конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения.

В статьях [7-10] д.т.н. Гагарина В.Г. на тему теплофизических расчетов стеновых ограждающих конструкций и температурно-влажностных воздействий, описываются различия образования капельной влаги в утепленных и неутепленных конструкциях.

Допустим, разность температур внутреннего и наружного воздуха составляет 40°C при температуре окружающей среды -20°C .

При отсутствии утепления, уличная поверхность стены будет иметь температуру около -15°C , а температура внутренней грани составит приблизительно $+10^{\circ}\text{C}$. Точка росы (0°C) будет находиться внутри несущей стены. При резком понижении температуры наружного воздуха, например, до -37°C , точка росы сместится по толщине стены в сторону помещения. Будет наблюдаться явление увлажнения внутренней поверхности. При длительном воздействии пониженных температур, данное проявление капельной влаги в помещении будет способствовать образованию плесени (рис. 1). Также, резкие перепады температур в зимний период приводят к преждевременному повреждению несущих конструкций из-за размораживания материалов. Кроме того, сильные потери тепла будут требовать больших энергозатрат.



Рисунок 1. Промерзание угла. Черная плесень [11].

Применение наружной системы теплоизоляции, например, с тонким штукатурным слоем (рис. 2), позволяет повысить теплотехнические характеристики ограждающих конструкций и снизить перепады температуры в несущих конструкциях здания.



Рисунок 2. Наружная система теплоизоляции с тонким штукатурным слоем. «Мокрый фасад» [12].

Стена с наружным утеплением, помимо функции удерживания тепла в помещении, будет надежно защищать конструкцию от атмосферных явлений. Из-за слоя утеплителя, точка росы сместится в слой теплоизоляции, либо на его наружную поверхность, а значит, несущая стена будет находиться в теплой зоне при положительных температурах, без контакта с образующейся влагой.

Как было сказано выше, при наружной системе теплоизоляции, образование капельной влаги происходит в слоях утеплителя, что, в свою очередь, продлевает срок эксплуатации несущих конструкций. Замена слоя утеплителя, который менее долговечен - т.е. согласно ГОСТ 27751 [13], в меньшей степени сохраняет прочностные, физические и другие свойства,

устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы - потребует меньшее количество ресурсов.

Рассмотрим более подробно случай образования конденсационной влаги на конкретном частном загородном четырехэтажном доме в Средней полосе России. Фасадная система здания содержит слой наружной теплоизоляции.

В помещении, где установлены окна с двойным стеклопакетом, поддерживается нормальный температурно-влажностный режим, без конденсации влаги на элементах ограждающих конструкций.

В помещении с окнами в одно стекло, нарушен температурный баланс, который рассчитывается при проектировании здания, в результате, на рис. 3 наблюдается замерзшая на окнах влага из воздуха.

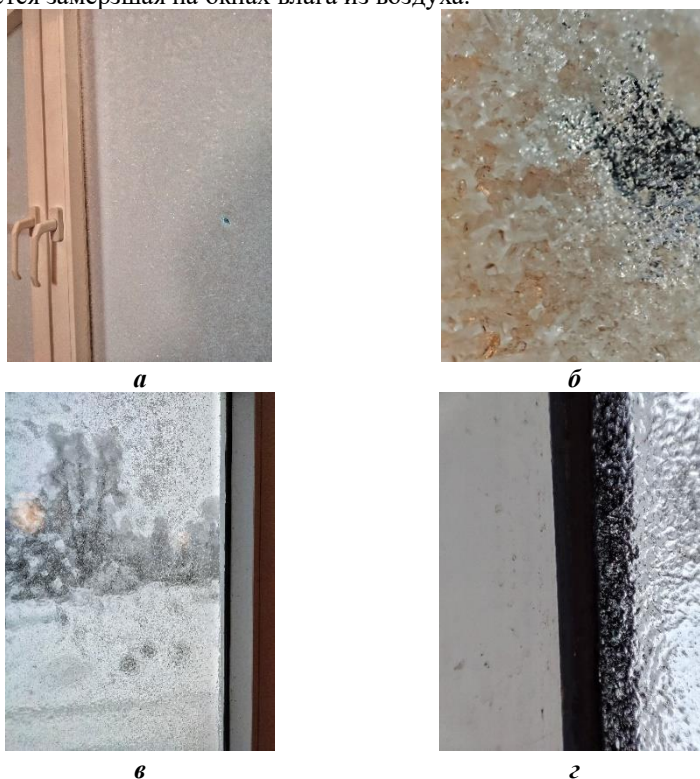


Рисунок 3. Январь, 2022. Окно в одно стекло. Конденсация влаги на окнах: а) иней, общий вид; б) иней, крупный план; в) лед, общий вид; г) лед, крупный план.

Данную проблему можно решить переустановкой двойного, или тройного - в зависимости от климатического района – стеклопакета, вместо

одинарного. Воздушная прослойка будет выполнять роль слоя теплоизоляции с низким расчетным коэффициентом теплопроводности. Согласно [5], расчетный коэффициент теплопроводности неподвижного воздуха, заключенного в малом объеме, т.е. способность материала в той или иной степени проводить теплоту через свою массу, составляет от 0,024 до 0,028 Вт/(м×°С).

Предположим, что установлен двойной стеклопакет, однако в период сезонных колебаний температур он покрывается инеем или льдом. Можно сделать вывод, что была произведена неправильная установка окон – либо стеклопакет установлен в «холодной зоне», либо в зоне монтажных швов есть сквозные отверстия на улицу. В случае установки оконного блока в «холодной зоне» (т.е. ближе к наружной грани стены, так, чтобы точка росы располагалась после него, в помещении), водяной пар, находящийся в составе воздуха в помещении, при изобарном охлаждении у поверхности холодного стекла достигнет состояния насыщения и будет конденсироваться в росу.

Подводя итоги, необходимо отметить, что проблемы температурно-влажностного режима в период сезонных колебаний температур носят технический характер (т.е. влияют на надежность и долговечность конструкций), экономический характер (т.к. возникает необходимость затрат большого количества денежных и энергетических ресурсов), а также потребительский характер – проблемы влияют на комфорт, гигиену и здоровье жильцов. Их решение необходимо для обеспечения комфортных условий проживания людей в надежных, с точки зрения эксплуатации, зданиях и сооружениях, безопасных для их жизнедеятельности

Библиографический список

1. Павлова Е.А. под ред. Пономарева О.И. Визуализация модели загородного дома в разработке теплоизоляционной и вентиляционной систем. // Открытая городская научно-практическая конференция «Инженеры будущего» в номинации «Строительство, дизайн, архитектура». Москва, НИТУ МИСиС, 2021.
2. Захаров А.В., Маклакова Т.Г., Ильяшев А.С., Объедков В.А., Степанов В.К., Ушков Ф.В., Холщевников В.В., Шевцов К.К. под общ. ред. Захарова А.В. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Гражданские здания: Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1993. 509 с.
3. Цузмер А.М., Петришина О.Л. под ред. Загорской В. Н., Любимовой З.В., Поповой Н.П. Биология: Человек и его здоровье: Учебник для 9 класса средней школы. М.: Просвещение, 1990. 240 с.
4. Мануева Р.С. Гигиеническая оценка микроклимата: учебное пособие; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра общей гигиены. – Иркутск: ИГМУ, 2020. 68 с.
5. Фокин К.Ф. под ред. Табунщикова Ю.А., Гагарина В.Г. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – 5-е изд., пересмотр. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 256 с.
6. СП 50.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: Минрегион России, 2012. 96 с.

7. Гагарин В.Г. Теплоизоляционные фасады с тонким штукатурным слоем: Температурно-влажностные воздействия и долговечность систем теплоизоляционных фасадов с тонким штукатурным слоем // Журнал «АВОК» №6, 2007.
8. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Крышов С.И., Пономарев О.И. Теплозащита стен с облицовкой из кирпичной кладки. // Журнал «АВОК» №5, №6, 2009.
9. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Методика проверки выпадения конденсата в воздушном зазоре вентилируемого фасада. // В кн. «Строительная физика в XXI веке». Научно-техническая конференция, посвященная 50-летию НИИСФ РААСН. Москва, НИИСФ, 25-27 сентября 2006 г. с. 73-80.
10. Гагарин В.Г. Теплофизические требования к стеновым материалам: Теплофизические расчеты стеновых ограждающих конструкций: Особенности и недостатки многослойных наружных стен зданий. Москва, 2009.
11. URL: <https://dezinfector43.ru/tpost/7f0dijgct1-otkuda-poyavyaetsya-pleesen-v-kvartire> (22.06.2021)
12. Bathmate: Just add water - URL: <https://bathmate.su/categories/svoimi-rukami/6692-pljusy-i-minusy-mokrogo-metoda-otdelki-v-otlichie.html>
13. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. М.: Стандартинформ, 2019.

АРХИТЕКТУРНАЯ АКУСТИКА В ХРАМАХ

Тырина У.С., Студентка 1 курса 61 группы ИСА
Чумаченко М.А., Студентка 1 курса 63 группы ИСА
Научный руководитель – Кашинцева В.Л., доц., к.ф.-м.н.

Целью исследования является изучение способов улучшения звучания источников звука (священнослужителей, хора, чтецов) на богослужении в храмах.

Задача проекта: разработать такие формы внутреннего пространства сооружения, которые будут отвечать требованиям хорошего звучания, выбрать отделочные материалы, которые уменьшат появление нежелательных шумов.

Актуальность решения проблемы велика: благодаря качественному звучанию в храмах, слова, произнесённые священнослужителями, будут осознанно восприниматься верующими, для которых их смысл важен.

Основой акустического проектирования является грамотный расчет времени реверберации. Реверберация – это акустический эффект, представляющий постепенное затухание звука при его частых отражениях от различных предметов, а также – это время, за которое уменьшается уровень шума на 60 дБ, после завершения звучания источника [1]. Важно отметить, что благодаря ему внутри помещения происходит постепенный спад энергии звука, что делает его насыщенным и продолжительным. Время реверберации T , с можно рассчитать по формуле Эйринга:

$$T = \frac{0,163V}{S_{\text{общ}}\varphi(\bar{\alpha}) + nV} \quad [1]$$

V – общий воздушный объем помещения, m^3 ; $S_{\text{общ}}$ – общая площадь внутренних ограждений, m^2 ; $\varphi(\bar{\alpha}) = \ln(1 - \bar{\alpha})$ [1], $\bar{\alpha}$ – коэффициент звукопоглощения помещения, определяемый в диапазоне 125— 4000 Гц; n – коэффициент, учитывающий поглощение звука в воздухе помещения (обычно вводится в расчет только для частот 2000 и 4000 Гц). КЗП в каждом диапазоне частот определяется по формуле:

$$\bar{\alpha} = \frac{A_{\text{общ}}}{S_{\text{общ}}} \quad [1]$$

$A_{\text{общ}} = \sum_i \alpha_i S_i + \sum_k A_k + \alpha_{\text{доб}} S_{\text{общ}}$ [1], $\sum_i \alpha_i S_i$ – сумма произведений площадей отдельных поверхностей S_i, m^2 на их КЗП – α_i ; $\sum_k A_k$ – сумма эквивалентных площадей звукопоглощения (ЭПЗ), m^2 , штучных звукопоглотителей, а также ЭПЗ; $\alpha_{\text{доб}}$ – коэффициент добавочного звукопоглощения, учитывающий звукопоглощение мебели; $S_{\text{общ}}$ – общий фонд звукопоглощения храма;

Зависимость оптимальных значений времени реверберации от объема помещения исследована институтом НИИСФ и приведена на графике (рис. 1)

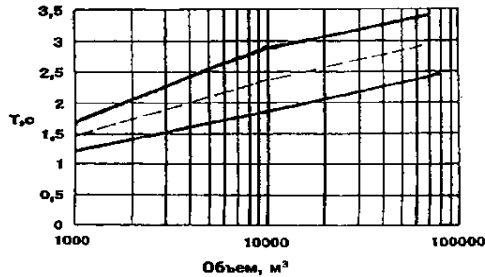


Рисунок 1. Рекомендуемое время реверберации в зависимости от времени оптимальной реверберации и объема храма

Также для хорошей акустики необходимо правильно определить форму внутренних поверхностей храма и грамотно рассчитать его объем, так как именно от этого зависит время реверберации [2].

При проектировании следует учитывать, что отношения длины храма к его ширине, средней ширины храма к его средней высоте должны принимать значения от 1 до 2. Иначе звук, отражаясь от боковых стен, станет запаздывать, вследствие этого ухудшится его слышимость в уголках храма.

Далее стоит обратить внимание на то что, певчие обычно располагаются на антресоли. Вследствие этого для равномерного распределения отраженного звука можно придать ей наклон в сторону средней части храма и изготовить отражатель, расположив его под потолком, из торкрет-бетона.

Также следует сказать, что на предотвращение концентрации отраженного звука центры кривизны арок, куполов, сводов должны быть от пола на расстоянии не менее 3-х метров. Данные геометрические отражатели направляют звук внутрь храма.

Столбы, ниши, пилястры в свою очередь препятствуют прямолинейному движению звука. Важно отметить, что они способствуют его диффузному распространению по залу. Проектировщикам необходимо учитывать, что звуковые волны, длина которых близка к размерам внутренних элементов храма, рассеиваются так, что звучание источников становится лучше. [3].

Для понимания распространения звука введем такое понятие как «порхающее эхо», возникающее в результате гладкой поверхности стен и их параллельности. Данное явление вследствие многократного отражения звука от поверхностей представляет собой его «метание» между стенами, благодаря которому громкость сигнала в разных местах внутреннего пространства усиливается, и поэтому возникает резонанс. Следовательно, необходимо избежать его, учитывая, что между конструктивными элементами должен быть угол не менее 5° [4].

Известно, что звучание равносильно зависит как от выбора отделочных материалов, преимущественно специальной акустической штукатурки, так и от проектирования внутреннего пространства храма. Можно сказать, что наиболее пригодным материалом для отделки помещений является специальная акустическая штукатурка и что другие строительные материалы, например, бетон, не пригодны для строительства храмов.

Для богатого и насыщенного звука стены храма с мелкой неровностью рекомендуется покрывать акустической штукатуркой. В итоге благодаря этому он сможет отражаться от поверхностей под разными углами, что способствует его равномерному распределению [5].

Данная штукатурка состоит из отделочных смесей на основе минеральных и полимерных компонентов, содержит особые гранулы размером до 5 мм, обладающие полой структурой, способной облегчить вес, также в состав обычно добавляют алюминиевый порошок, выделяющий газ в ходе высыхания, что позволяет сделать раствор более пористым. Таким образом, уникальность состава штукатурки позволяет избавиться от «порхающего эхо» и заглушить неподходящие звуки [7].

В наше время, несмотря на проектирование внутреннего пространства, согласно требованиям хорошего звучания и использования акустической штукатурки залы храма, дополнительно оснащают звукоусилителями. Благодаря развитию технологий изобретают новые способы, которые смогут обогатить звук и распространить его равномерно в помещении. Наглядным примером модернизированного акустического изобретения может послужить полупроводниковый прибор (микросхема, транзистор), являющийся хорошим генератором тока. Такие звукоусиливающие приборы уже активно используются, например, в храме Ризоположения в Леоново в

Москве, храмах Спасо-Евфросиниевского монастыря в Полоцке, Свято-Елизаветинского монастыря в Минске [8].

В нашем докладе мы рассмотрели и изучили наилучшие методы по естественному усилению звука, однако в наше время нельзя не воспользоваться технологиями, упрощающими жизнь. Именно поэтому в храмах помимо акустического проектирования также используют модернизированные комплексы по усилению звука. Все данные способы дают возможность более точно воспринимать смысл слов священнослужителей.

Библиографический список

1. Толковый словарь *Даля*.
2. Сооружения, здания православных храмов: СП 31-103-99.
3. Акустическое проектирование православных храмов. Статья архитектора *Михаила Кеслера*.
4. Каким образом внутренние поверхности храмов, покрытые специальной шумоизолирующей штукатуркой, влияют на акустику в православных храмах / *Н. А. Иванников*.
5. Статья *Анисимова А. А.* на тему: строение храма, его акустика и место для хора.
6. Декоративно-отделочные работы в храмостроительстве: статья архитектора *Михаила Кеслера*.
7. Штукатурка для звукоизоляции.
8. От чего зависит акустика в храме: *Церковный строитель*, №65 – 2018.

СНИЖЕНИЕ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

*Наумов К.Д., студент 1-го курса 61 группы ИСА
Научный руководитель - Кашинцева В.Л. к.ф.-м.н., доц.*

Современная урбанистическая среда подразумевает высокую обеспеченность городской среды высотными зданиями как промышленного, так и гражданского профиля. Недостаточность знаний о действии ветра на сооружения приводила к обрушению мостов, высоких зданий, опор линии электропередачи, радиомачт [1]. Поэтому строительство высотных сооружений требует немалого внимания к расчету ветровой нагрузки на их конструкции. В данной работе представлены и проанализированы существующие способы решения проблемы чрезмерной ветровой нагрузки на сооружения, а также предложен и оценен новый вариант решения этой проблемы.

Существующие способы решения проблемы ветровой нагрузки

Заложение дополнительного фундамента, как это реализовано в большинстве высотных домов гражданского строительства типа Москва

Сити [2]. Перенос основного веса сооружения в нижнюю часть конструкции, в тех сооружениях, которые позволяют использовать этот способ. К примеру, Останкинская телебашня (35т из 55т приходится на нижнюю конусообразную часть сооружения и фундамент [3]).

Смотря на существующие методы снижения ветровой нагрузки, кажется, что мы просто убегаем от данной проблемы, а не решаем ее. Но ведь очень скоро обычные жилые здания превратятся в настоящие небоскребы, и мы уже не сможем так просто перенести их вес в нижнюю часть, а плотность застройки в мегаполисах будет такой, что сделать для этих зданий подходящий фундамент тоже окажется серьезной проблемой [4]. Рассудив таким образом, я решил, что нужен новый способ снижения ветровой нагрузки на здания.

Новый способ снижения ветровой нагрузки

На рисунке 1 схематично представлено перекрытие, задача которого – снижение ветровой нагрузки на конструкцию. Суть нового способа заключается в сквозной вставке в перекрытия полых трубок, куда должен устремляться воздух. Надо сказать, что такой подход поможет снять значительную часть ветровой нагрузки не только с площади ограниченной трубкой, но и со всей площади конструкции, так как туда (в трубки) за счет разницы в давлении будет устремляться воздух со всех районов с большим давлением, то есть со всей площади конструкции.

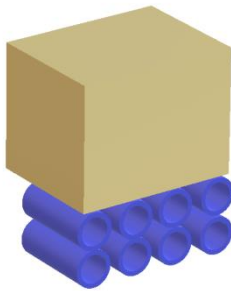


Рисунок 1. Ветроулавливающее» перекрытие

Подсчеты

Выберем для примера башню “Федерация Восток”. С помощью специального калькулятора получаем, что ветровая нагрузка на некоторых участках достигает 300 кг/м². [4]

По аналогии с жидкостью и следствием из уравнения Бернулли [5] мною было примерно просчитано давление, которое могут “поглотить” отверстия.

$$\frac{\rho \cdot u_1^2}{2} + P_1 = \frac{\rho \cdot u_2^2}{2} + P_2$$
 (где P -давление; ρ- плотность воздуха; u- скорость ветра)

$$S_1 * u_1 = S_2 * u_2$$

$S_2=4.1 \text{ м}^2$ -общая площадь окна с перекрытием

$S_1=0.4 \text{ м}^2$ -общая площадь трубок

$u_1=5 \text{ м/с}$ -средняя скорость ветра

Решая эту систему уравнений получаем что на участках с большой ветровой нагрузкой (при P_1 равном около 200 кг/м^2) отверстия способны “поглотить” около 20% ветровой нагрузки, что очень немало.

Высота h = 380000 мм

Участок	Коеф. к	Коеф. с	Расч. ветровое давление, кг/м2
1-ый	1.67	0.8	136.54
2-ой	2.84	0.8	232.2
3-ий	2.98	0.8	243.64
4-ый	1.67	-1	-170.67
5-ый	1.67	-0.8	-136.54
6-ой	1.67	-0.5	-85.34
7-ой	2.84	-1	-290.25
8-ой	2.84	-0.8	-232.2
9-ый	2.84	-0.5	-145.12
10-ый	2.98	-1	-304.56
11-ый	2.98	-0.8	-243.64
12-ый	2.98	-0.5	-152.28
13-ый	1.67	-0.5	-85.34
14-ый	2.84	-0.5	-145.12
15-ый	2.98	-0.5	-152.28

РАСЧЕТ

Рисунок 2. Расчеты

Выводы из практической работы

Ветровая нагрузка действительно является достаточно серьезной проблемой в современном мире, и с течением времени ее значение будет только усиливаться.

Новый способ снижения ветровой нагрузки действительно эффективен, и с его помощью можно добиться значимых результатов в решении этой проблемы.

Библиографический список

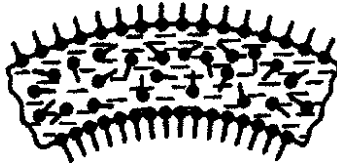
1. Ветровая нагрузка на сооружения. Савицкий Г.А. 1972. Введение.
2. Башня Федерация Восток [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_\(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D0%BD%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BA%D1%80%D1%91%D0%B1%D0%BE%D0%B2\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D0%BD%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BA%D1%80%D1%91%D0%B1%D0%BE%D0%B2)) (Дата обращения 01.01.2022)

3. Повзун Анастасия Олеговна, Бузун Никита Иванович, Зимин Сергей Сергеевич. Журнал: Строительство уникальных зданий и сооружений 2015. с. 73
4. Калькулятор ветровой нагрузки [Электронный ресурс] URL: <https://prostobuild.ru/onlainraschet/252-kalkulyator-vetrovoy-nagruzki.html> (Дата обращения 01.01.2022)
5. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. — М., 1984. с. 99

МЫЛЬНЫЕ ПЛЁНКИ. ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

*Мельник Т.С. Татарников В.Д., студенты 1-го курса 63 группы ИСА
Научный руководитель – Кашинцева В.Л., доц., к.ф.-м.н.*

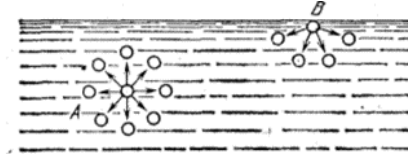
1. Мыльная пленка - это объект, представляющий собой 3 слоя из мыльного раствора воды. В двух наружных слоях мы имеем воду, насыщенную молекулами веществ, входящих в состав мыла, одна часть которых является гидрофильной, а другая - гидрофобной, а центральная состоит из почти чистой воды. Гидрофильная часть притягивается тонким слоем воды, в то время как гидрофобная, наоборот, выталкивается. В результате эти наружные слои защищают воду от быстрого испарения, а также уменьшают поверхностное натяжение.



Мыло — продукт, содержащий ПАВ (поверхностно-активные вещества), в соединении с водой используемый либо как косметический продукт, либо как средство бытовой химии. Основными компонентами мыла являются растворимые соли насыщенных жирных кислот, например, стеарат калия.

Мыльная пленка может быть плоской, однако при сравнительно малой величине контура может принимать сферическую форму, т.к. система стремится к минимуму потенциальной энергии. В рамках данной работы мы будем рассматривать только плоские мыльные пленки, опирающиеся на горизонтальный контур.

2. В данном случае важным параметром для исследования является поверхностное натяжение пленки, возникающие в следствие возникающих между молекулами сил притяжения (сил Ван-дер-Ваальса)

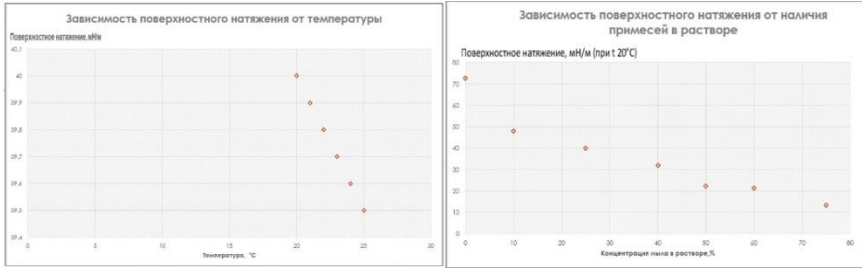


Предлагаю рассмотреть 2 молекулы жидкости: одна находится в толще, вторая - на поверхности. Для молекулы А притяжение со стороны всех окружающих молекул уравнивается. В случае же молекулы В сложение всех действующих на эту молекулу сил со стороны других по второму закону Ньютона дает равнодействующую, направленную вглубь жидкости. Именно поэтому для перемещения молекулы из внутренних слоев жидкости к поверхности необходимо совершить работу против данной равнодействующей силы, а это значит, что молекулы, находящиеся во внешнем слое, обладают некоторым избытком потенциальной энергии относительно других молекул этой жидкости. Эта потенциальная энергия пропорциональна площади поверхности жидкости и называется поверхностной энергией жидкости или энергией поверхностного натяжения. Так как любая система стремится к минимуму своей потенциальной энергии, молекулы поверхностного слоя стремятся “уйти” внутрь жидкости, и тогда жидкость принимает форму, в которой при максимальном объеме она обладает минимальной площадью поверхности.

Если жидкость стремится к минимуму своей площади, то для увеличения ее площади на S единиц без изменения состояния жидкости, необходимо совершить работу, равную σS , где σ - коэффициент поверхностного натяжения, зависящий от свойств жидкости.

В “Элементарном учебнике физики” Григорий Самуилович Ландсберг приводит эксперимент с мыльной пленкой на проволочном контуре, в результате которого мы, приравняв приращение поверхностной энергии к работе, совершенной для перемещения перемычки в контуре, получим $F = 2\sigma l$, где F - сила поверхностного натяжения жидкости, l - длина контура, “2” означает, что поверхностный слой имеется с обеих сторон пленки. Также мы можем сделать вывод, что размерность коэффициента поверхностного натяжения - $\left[\frac{\text{Н}}{\text{м}}\right]$ или $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}\right]$.

При изменении коэффициента поверхностного натяжения его сила и энергия соответственно изменяются. Рассмотрим зависимость коэффициента поверхностного натяжения от некоторых существенных параметров, таких как род жидкости (концентрация мыла в мыльном растворе) и температура.



Графики построены с помощью экспериментальных значений, концентрация мыла в растворе объемная.

Измерения проводились сталагмометрическим методом, который заключается в измерении веса капли жидкости, что медленно отрывается от кончика капилляра. В момент отрыва сила ее тяжести капли уравнивается силой поверхностного натяжения. Для расчетов используют формулу, связывающую коэффициент поверхностного натяжения известной жидкости и исследуемой (за исследуемую жидкость примем чистую воду температурой 20 С): $\sigma_{ж} = \sigma_{в} \cdot \frac{\rho n_{в}}{\rho_{в} n}$, где $\sigma_{ж}$ - коэффициент поверхностного натяжения исследуемой нами жидкости, $\sigma_{в}$ - коэффициент поверхностного натяжения известной нам жидкости (в данном случае воды), ρ и $\rho_{в}$ - плотности исследуемой жидкости и воды, n и $n_{в}$ - количество капель исследуемой жидкости и чистой воды соответственно. Примем плотности чистой воды и мыльного раствора примерно равными, тогда: $\sigma_{ж} = \sigma_{в} \cdot \frac{n_{в}}{n}$. Исходя из приведенных графиков, мы можем сделать вывод, что при увеличении концентрации мыла и температуры - поверхностное натяжение жидкости уменьшается.

3. На практике мыльную пленку можно использовать в качестве фильтра, который задерживает сравнительно мелкие частицы, а сравнительно крупные пропускает.

Почему так происходит?

1) Любая падающая на пленку частица обладает некоторой механической энергией, которая при столкновении с пленкой стремится пробить ее, и в случае, когда поверхностная энергия пленки больше, чем энергия частицы, последняя остается на поверхности, не разрывая пленку. Так происходит с относительно малыми частицами (на фотографии и видеофрагменте представлены чайники черного чая, которые задерживаются на пленке)

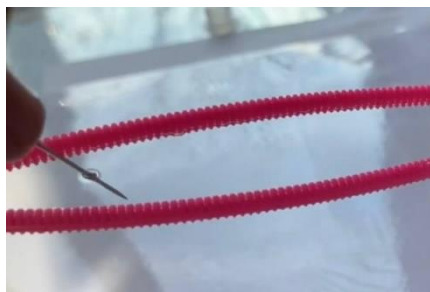
$E_{пов} \geq E_q$ - условие задерживания частиц на пленке, где $E_{пов} = \sigma S$ - поверхностная энергия пленки, E_q - механическая энергия падающей частицы

Порваться же плёнка может если суммарная сила тяжести всех частиц, лежащих на пленке, становится больше, чем сила поверхностного натяжения.

$Mg > \sigma l$, где M - суммарная масса всех частиц



2) В случае, когда летящая частица обладает большей механической энергией, чем поверхностная энергия пленки – происходит разрыв. Тогда пленка либо разорвется, либо, после прохождения частицы сквозь нее, восстановится. Это зависит от площади частицы и свойств жидкости, когда расстояние между молекулами в месте разрыва настолько велико, что сила притяжения между молекулами жидкости больше не действует.



4. В настоящее время существует два наиболее перспективных варианта развития использования мыльных пленок.

Первый - в медицине: предлагают добавлять в мыльный раствор антибактериальные примеси и использовать пленку в хирургических операциях, покрывая пленкой с антибактериальными свойствами открытые участки тканей для проведения операции на них, при этом инструменты врача могут беспрепятственно проходить сквозь пленку, а нестерильная среда с другой стороны пленки не взаимодействует с предметом операции.

Второй - в технологии сбора мусора: если покрыть контейнеры пленкой из жидкости с добавками, нейтрализующими запах - мусор будет проходить сквозь нее в контейнер, при этом неприятный запах от отходов не будет распространяться.

Библиографический список

1. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018, 618 с.
2. S. S. Chawla, S. Gupta, F. M. Onchiri, E. B. Habermann, A. L. Kushner, B. T.

Stewart, J. Surg. Water availability at hospitals in low- and middle-income countries: implications for improving access to safe surgical care [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804\(16\)30161-5/fulltext#secsectitle0125](https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804(16)30161-5/fulltext#secsectitle0125), свободный.

3. P. Yager, T. Edwards, E. Fu, K. Helton, K. Nelson, M. R. Tam, B. H. Weigl, Microfluidic diagnostic technologies for global public health. *Nature* **442**, 412–418 (2006)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОТРУБКАМИ

Частова В.Ю., студентка 1-го курса 4 группы ИГЭС

Научные руководители - Д.А. Леонова, ст. преп. Каф. ОПФ, М.И.

Панфилова, канд. хим. наук, доц.каф. ОПФ

При строительстве в сложных природных условиях важной проблемой являются водоносные трещины, рыхлые отложения в верхней трещиноватой части коренных пород. Гидроизоляция туннелей, стволов, заполнение пространства между креплением выработки и породой обеспечит безопасность, высокую надежность, безопасную эксплуатацию и долговечность построенных объектов. Для этих целей применяют тампонажные растворы.

Углеродные наночастицы нанотрубок (НТ) применяются для снижения деформационных свойств, увеличения прочности и долговечности. Они обладают свободными химическими связями. [1-3].

Закрытая углеродная нанотрубка (УНТ) имеет форму цилиндра (рис.1). Диаметр УНТ – несколько нанометров, а длина – несколько сантиметров.

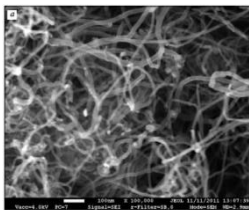


Рисунок 1. Многослойные углеродные нанотрубки: а – в гранулах после синтеза

У разных исследователей не сходятся результаты из-за недостаточной степени диспергации УНТ. Гранулы и клубки образуются при введении УНТ [4,3]. Чтобы наомодификаторы (НМ) равномерно распределялись, исследователи используют ультразвуковое воздействие. Так они не объединяются в одну систему осаждения.[1]. НТ подвергли диспергации. Для этой цели была изобретена и далее сделана специальная установка (рис.2) [4-8].

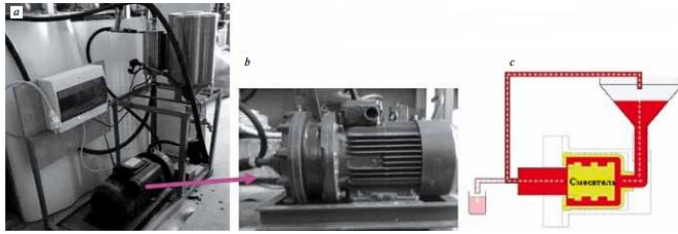


Рисунок 2. а – общий вид установки для диспергирования углеродных нанотрубок; б – вихревой теплогенератор «ВТГ 2,2 кВт» компании ООО «ВТГ-Сервис»; с – схема- точное изображение применяемого циркуляционного метода диспергирования

В табл. 1 представлены экспериментальные данные о физических и механических свойствах газосиликата (УНТ подвергли модификации вместе с гидроксидом алюминия). Проанализируем данные табл.1. можно сделать вывод, что газосиликат в присутствии УНТ и гидроксида алюминия изменяет свои свойства, что позволяет уменьшить теплопроводность материалов и изделий данного материала. Одновременно уменьшается средняя плотность и прочность [5].

Таблица 1. Данные о физических свойствах модифицированного газосиликата в сухом состоянии

Наименование изделия	Плотность в сухом состоянии, кг/м ³		Прочность, МПа		Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ⁰ С)	
	Изделие модифицированное нанотрубками	На заводе по производству ячеистого бетона	Изделие модифицированное нанотрубками	На заводе по производству ячеистого бетона	Изделие модифицированное нанотрубками	На заводе по производству ячеистого бетона
Н15.14т-8т №1	574	580	3,5	3,6	0,1011	0,1288
Н15.14т-8т №2	582	580	3,1	3,6	0,1089	0,1288

НМ выполняет функции армирующего материала, преобразуя цементный камень в прочную композитную систему. Такой эффект определяется характеристиками, которыми обладают УНТ, среди них геометрические параметры, наличие на поверхности УНТ функциональных групп. Впоследствии это улучшит деформативные свойства изделий из бетона [7].

Благодаря УНТ в бетоне происходит самозарастание трещин (рис.3) [6, 7]. Предел прочности цементного камня со временем уменьшается (рис.4 и табл.2)[5]. Если использовать добавку, которая увеличивает водородный показатель, действие УНС становится эффективнее.

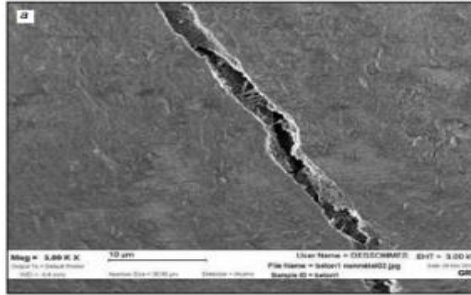


Рисунок 3. Зарастающая трещина в структуре цементной матрицы, модифицированной нанотрубками

Таблица 2. Данные составов и предела прочности при сжатии наномодифицированного камня

Состав	Расход материалов, масс. % (цемент 100, СП-1)	Предел прочности при сжатии, МПа			
		УНТ	3 сут.	14 сут.	28 сут.
1	0		48,27	63,88	111,60
2	0,00005		71,20	79,69	112,86
3	0,00025		80,27	99,06	119,02
4	0,0005		93,03	108,10	143,29
5	0,0025		84,72	96,75	137,23
6	0,005		78,22	88,46	135,50
7	0,025		71,46	83,34	133,96
8	0,05		70,00	80,72	133,79

Установлено, что добавки УНТ в газосиликат позволяют [6-7]. уменьшить вес строительного материала, по сравнению с применением обычного бетона, что приводит к уменьшению расхода цемента, а значит уменьшает стоимость строительства.

Библиографический список

1. Толчков Ю.Н. Применение нанотехнологий в строительстве // Нанотехнологии в строительстве. 2012. №5. С. 53-55.
2. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Корженко А., Бурьянов А.Ф., Пудов И.А.,

Лушникова А.А. Модификация цементных бетонов многослойными углеродными нанотрубками // Строительные материалы. 2011. №2. С. 47-50.

3. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Керене Я., Полянских И.С., Пудов И.А., Хазеев Д.Р., Сеньков С.А. Комплексная добавка на основе углеродных нанотрубок и микрокремнезема для модификации газосиликата автоклавного твердения // Строительные материалы. 2014. №2. С. 3-6.

4. Токарев Ю.В., Головин Д.В., Курьянов А.Ф., Хуйганг Тшяо О механизме влияния активных добавок на основе магнезита и углеродных нанотрубок на структуру и свойства ангидритового вяжущего // Строительные материалы. 2015. №2. С. 56-62.

5. Иноземцев А.С. Поиск эффективных методов повышения конструкционных свойств высокопрочных легких бетонов // Молодой ученый. 2015. №17. С. 133-137.

6. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Пудов И.А., Дулесова И.Г., Бурьянов А.Ф., Сабер М. Структуризация цементных вяжущих матриц многослойными углеродными нанотрубками // Строительные материалы. 2011. №11. С. 22-24.

7. Гордина А.Ф., Токарев Ю.В., Яковлев Г.И., Керене Я., Спудулис Э. Различия в формировании структуры гипсового вяжущего, модифицированного углеродными нанотрубками и известью // Строительные материалы. 2013. №2. С. 34-37.

**Секция «Отопление, вентиляция,
кондиционирование воздуха и тепловая защита
здания»**

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА СИСТЕМ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО РАЗЛИЧНЫМ МЕТОДИКАМ

*Савенко Г.А., студент магистратуры 2-го курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Бусахин А.В., доц., к.т.н.*

Аннотация

Среди специалистов по разработке противодымной вентиляции долгое время стоит нерешенный вопрос – как подобрать параметры вентилятора (напор и расход), которые будут обеспечиваться в режиме пожарной опасности в здании.

Существует две методики расчета: разработанные специалистами НП АВОК [1] и специалистами ВНИИПО [2]. Различия в них заставляют даже опытных инженеров задаваться вопросами о правильности выбора тех или данных для расчета.

На момент написания статьи, а именно февраль 2022 года, был разработан третий, альтернативный метод расчета, который будет представлен в рекомендациях по проектированию систем противодымной вентиляции от НП АВОК. Поскольку документ еще не выпущен, то ссылка на него указана не будет. Являясь одним из разработчиков данного документа все данные по сравнению материалов методических рекомендаций получены в ходе работы с новыми методическими рекомендациями от НП АВОК.

Введение

Противодымная вентиляция в здании является одним из основных аспектов проектирования. Во время разработки проектов ставятся следующие условия:

1. обеспечение зоны видимости и безопасных путей эвакуации людей во время пожара;
2. создание безопасных зон для пребывания маломобильных групп населения (МГН) во время пожара;
3. обеспечение работы пожарных подразделений;
4. сохранение в целостности и минимизация ущерба для строительных зданий и сооружений.

Далее рассмотрим за счет чего можно обеспечить данные пункты.

Основная часть

Системы противодымной вентиляции (далее ПДВ) подразделяются на приточные (создающие избыточное давление в защищаемых пространствах и поступление чистового воздуха в зоны нахождения МГН) и вытяжные (обеспечивающие высоту незадымляемой зоны для эвакуации людей). ВНИИПО и НП АВОК, а также новый раздел, который называется система перепада давления (далее СПД), направлены на определения параметров для всех этих систем [3].

Тогда рассмотрим все расчетные системы в зданиях жилого и общественного назначения:

- вытяжные системы:

1. дымоудаление (далее ДУ) из коридоров

- приточные системы:

1. подпор в лестничные клетки (далее ЛК) типа Н2, Н3

2. подпор в лифтовые шахты [4]

3. подача в тамбур-шлюзы и лифтовые холлы при открытой двери

4. подача в лифтовые холлы при наличии МГН на закрытую дверь

5. компенсация ДУ

Подробно рассмотрев и изучив все особенности расчета методик [5], представленных в вышеуказанных методических рекомендациях, были получены следующие результаты.

Таблица 1. Результаты расчета систем по различным методикам

Система ПДВ	Методика расчета		
	АВОК	ВНИИПО	СПД
	Расход, м ³ /ч		
Подпор в ЛК Н2	25737	17671	10116
Подпор в шахту пассажирского лифта	9792	20844	29124
Подпор воздуха в тамбур-шлюз на открытую дверь	10115	9841	9360
Подпор воздуха в ПБЗ на открытую дверь	11660	11281	10800
Подпор воздуха в тамбур-шлюз закрытую дверь	281	535	принимается по расчетам АВОК 281
Подпор воздуха в ПБЗ закрытую дверь	281	535	принимается по расчетам АВОК 281
ДУ из коридора	25062	22580	принимается по расчетам АВОК 25062

Выводы

1. По полученным результатам можно выяснить, что выбор расчетной методики значительно влияет на подбираемое оборудование и мощность систем.

2. Принципиальные отличия и способствующие для этого параметры являются темой для продолжения данного исследования.

3. Изменения в нормативных документах и требования к проектированию систем ПДВ меняются раз в 2-3 года, что способствует осмыслению и анализу предыдущих вариантов.

4. Разница в расчетах заставляет задуматься и при невозможности обеспечить требуемые параметры для системы обратиться к другой

методике расчета, что влечет за собой возможность трагических последствий.

5. Развитие данной темы среди специалистов и рассмотрение вариантов расчета способствует нахождению наиболее оптимального и обоснованного для создания всех условий безопасности эвакуации и доступа пожарных бригад к очагу пожара.

Библиографический список

1. МР НП АВОК №5.5.1 «Проектирование систем противодымной вентиляции жилых и общественных зданий» 2021 г.
2. МР к СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности (с изменениями № 1, № 2)»
3. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности (с изменениями № 1, № 2)»
4. ГОСТ Р 53307-2009 Конструкции строительные. Противопожарные двери и ворота. Метод испытаний на огнестойкость
5. Пособие 14.91 к СНИП 2.04.05-91 Баркалова В.Б.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НОМИНАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ БАШЕННОГО ТИПА ОТ КОЛИЧЕСТВА СЕКЦИЙ

*Гулканов А.Г., студент магистратуры 1-го курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Саргсян С.В., доц., к.т.н.*

Номинальное функционирование системы отопления, где в качестве теплоносителя применяется вода или пар, во многом определяется корректным выбором типа и мощности отопительных приборов. Отопительный прибор является одним из основных элементов системы водяного или парового отопления и предназначена для теплопередачи от теплоносителя (вода или пар) в отапливаемое помещение расчетного количества теплоты в зависимости от мощности системы отопления помещений зданий различного назначения. Факторы, которые прямо или косвенно влияют на коэффициент теплопередачи $k_{пр}$ через стенку отопительного прибора разделяются на основные и второстепенные [1].

Количество секций в отопительном приборе систем водяного или парового отопления, являются одним из второстепенных факторов, которые влияют на коэффициент теплопередачи, а, следовательно, и на его плотность теплового потока.

Аналитические расчеты для выявления зависимости влияния количества секций отопительного прибора на ее номинальный тепловой поток, не дают точного результата [1,2]. Подробное изучение влияния второстепенного фактора (количества секций в приборе) на теплоотдачу

конструкции отопительного прибора и на формирования его номинального теплового потока, необходимо проводить инструментальным методом в изотермической камере испытательного стенда.

Инструментальные обследование влияния количества секций, рассматриваемого в работе отопительных приборов на его теплопередачу и на формирования его номинального теплового потока, проводились в соответствии с нормативной литературой [4,5], в аккредитованной в Федеральной Системе Аккредитации (Аттестат аккредитации № RA.RU.21HM43 от «17» февраля 2020г.) изотермической камере лаборатории Научно-образовательного центра «Теплогасоснабжение и вентиляция» НИУ МГСУ [3,4,5].

Коэффициент теплоотдачи $k_{пр}$ (Вт/м²·°С) отопительного прибора, характеризуется плотностью теплового потока на наружной поверхности стенки, отнесенную к разности перепада температур между теплоносителем (вода или пар) и воздухом отапливаемого помещения.

Коэффициент теплопередачи, является обратно пропорциональной величиной сопротивлению теплопередаче $R_{пр}$ (м²·°С /Вт) отопительного прибора и определяется как

$$k_{пр} = \frac{1}{R_{пр}}, \quad (1)$$

где $R_{пр}$ – сопротивление теплопередачи отопительного прибора.

Сопротивление теплопередаче $R_{пр}$, определяется как сумма сопротивлений теплопередач на внутренней поверхности стенки отопительного прибора ($R_{в}$), термического сопротивления разделяющей стенки ($R_{ст}$) и на внешней поверхности отопительного прибора ($R_{н}$) площадью $A_{пр}$.

$$R_{пр} = R_{вп} + R_{ст} + R_{нп}, \quad (2)$$

Процесс переноса теплоты от теплоносителя к внутренней поверхности стенки отопительного прибора происходит конвекцией, далее через разделительную стенку прибора теплота передается теплопроводностью, а в отапливаемое помещение теплота от наружной поверхности стенки отопительного прибора передается радиацией, конвекцией и теплопроводностью. Коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к стенке, на внутренней поверхности прибора значительно превышает величину коэффициента в слое воздуха на наружной поверхности стенки отопительного прибора, влияя на эффективность функционирования отопительного прибора в сторону его уменьшения. Исходя из вышеизложенного, для увеличения эффективности функционирования отопительного прибора следует развивать наружную поверхность. Как следствие увеличивается поверхностная плотность теплового потока, при этом уменьшается величина коэффициента теплопередачи прибора в целом. При увеличении площади наружной поверхности отопительного прибора, одновременно увеличивает влияние цвета, окраски, толщины и состава

окраски поверхности отопительного прибора на коэффициент теплопередачи [Сканави].

Исходя из вышеизложенного задача инструментальное обследование зависимости цвета, состава и толщины окраски поверхности отопительного прибора на коэффициент теплопередачи представляется актуальным.

Поверхностная плотность теплового потока для теплоносителя пар, определяется по формуле:

$$q = k_{\text{пр}} \cdot \Delta t_{\text{н}} = (m \cdot \Delta t_{\text{н}}^n) \cdot \Delta t_{\text{н}} = m \cdot \Delta t_{\text{н}}^{n+1}, \quad (3)$$

Поверхностная плотность теплового потока для теплоносителя вода, определяется как:

$$q = k_{\text{пр}} \cdot \Delta t_{\text{ср}} = (m \cdot \Delta t_{\text{ср}}^n \cdot G_{\text{отн}}^p) \cdot \Delta t_{\text{ср}} = m \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{n+1} \cdot G_{\text{отн}}^p, \quad (4)$$

здесь m , n , p – экспериментальные показатели, определяющие влияние характерных особенностей отопительного прибора (конструктивных и гидравлических) на его величину коэффициента теплопередачи; $\Delta t_{\text{н}}$ – средний температурный напор (теплоноситель пар); $\Delta t_{\text{ср}}$ – средний температурный напор (теплоноситель вода); $G_{\text{отн}}$ – относительная величина расхода теплоносителя (теплоноситель вода) в отопительном приборе.

Для каждого вновь разрабатываемого отопительного прибора коэффициент теплоотдачи определяется опытным, а не аналитическим методом [1,2,3,4,5]. При этом тепловой поток не разделяются на части, выражающую теплоотдачу отопительного прибора излучением, конвекцией или теплопроводностью. Факторы, прямо или косвенно влияющих на коэффициент теплопередачи $k_{\text{пр}}$ отопительного прибора, которые затрудняют вычисление этой величины расчетным путем принято разделять на две группы, основные и второстепенные [1,2,3,4,5,6,7]. Основные факторы, влияющие на величину коэффициента теплопередачи ($k_{\text{пр}}$) определяются в более широком, а второстепенные в сравнительно узком диапазоне.

Основными факторами, которые влияют на величину коэффициента теплопередачи отопительного прибора, являются: конструктивные особенности; внешний вид; средний температурный напор при заданном режиме его эксплуатации.

Второстепенные факторы, влияющие на коэффициент теплопередачи отопительного прибора следующие: расход теплоносителя (вода или пар) через отопительный прибор, принципиальная схема соединения отопительного прибора к теплопроводам («сверху-вниз»; «снизу - вниз», «снизу-вверх»); скорость и направление движения воздушных потоков возникающая у внешней поверхности отопительного прибора; барометрическое (атмосферное) давление в эксплуатационном режиме; цвет, состав и толщина окраски покрытия отопительного прибора.

Основные и второстепенные факторы влияют на величину коэффициента теплопередачи отопительного прибора, а, следовательно, на величину плотности теплового потока. Определение номинального

теплового потока отопительного прибора экспериментальным способом в изотермической камере, проводится учитывая все факторы (основные и второстепенные), при этом коэффициент теплопередачи отдельно не вычисляется. Цвет, толщина и состав краски покрытия также способны изменить коэффициент теплопередачи, а, следовательно, плотность теплового потока отопительного прибора. Обладающие способностью высокой излучающей способностью состава и цвета краски увеличивает коэффициент теплоотдачи отопительного прибора и наоборот с уменьшением излучающей способности состава и цвета окраски уменьшает величину теплового потока.

Изотермическая камера для определения номинального теплового потока отопительного прибора (испытательный стенд), представлена как замкнутое пространство (невентилируемый объем), ограниченное внутренними поверхностями, четыре из которых (кроме пола и противоположной стены) охлаждаются водой поглощая выделенную теплоту испытуемого отопительного прибора обеспечивая заданные температурные условия в камере. Испытательный стенд состоит также из холодильной установки обеспечивающая охлаждение и циркуляцию холодоносителя (воды) внутри стен и отопительного контура оснащенными средствами измерения, управления и контроля.

Внутренние размеры испытательной камеры следующие: длина - 4,0 м; ширина - 4,0 м; высота - 3,0 м. Испытательная камера не имеет наружных ограждающих конструкций, так как расположена внутри здания где функционирует система отопления.

Система охлаждения в конструкции стен поддерживает постоянную температуру ($20+1,5$ °С) при теплоступлении в изотермическую камеру теплоты от испытываемого отопительного прибора до 3кВт.

Существуют два метода определения номинального теплового потока отопительного прибора: водяной (рисунок 1); электрический (рисунок 2). При водяном методе последовательно определяется расход теплоносителя (вода) через отопительный прибор, вычисляется разность теплосодержания теплоносителя (воды) на входе в отопительный прибор и на выходе из него. При электрическом методе измеряется электрическая мощность, которая подается к отопительному контуру испытательного стенда.

Температура воздуха при проведении испытаний и при первом и при втором методе определяется на двух высотах от уровня пола 0,05 м ($t_{0,05}$) и 1,5 м ($t_{1,5}$) по вертикальной оси. Система охлаждения обеспечивает температуру около 20 °С.

На рисунке 2 показан график зависимости величины теплоотдачи отопительного прибора «Convex-500» от количества секций. Фото фиксация установленного отопительного прибора в изотермической камере представлена на рисунке 3.

Приборы обследовались на испытательном стенде и для каждого из них были определены: массогабаритные показатели номинального теплового

потока с учетом поправки на атмосферное давление при трех значениях среднего температурного напора. Полученные результаты были занесены в таблицу №1.

С увеличением количества секций уменьшается номинальная мощность теплового потока секции радиатора.

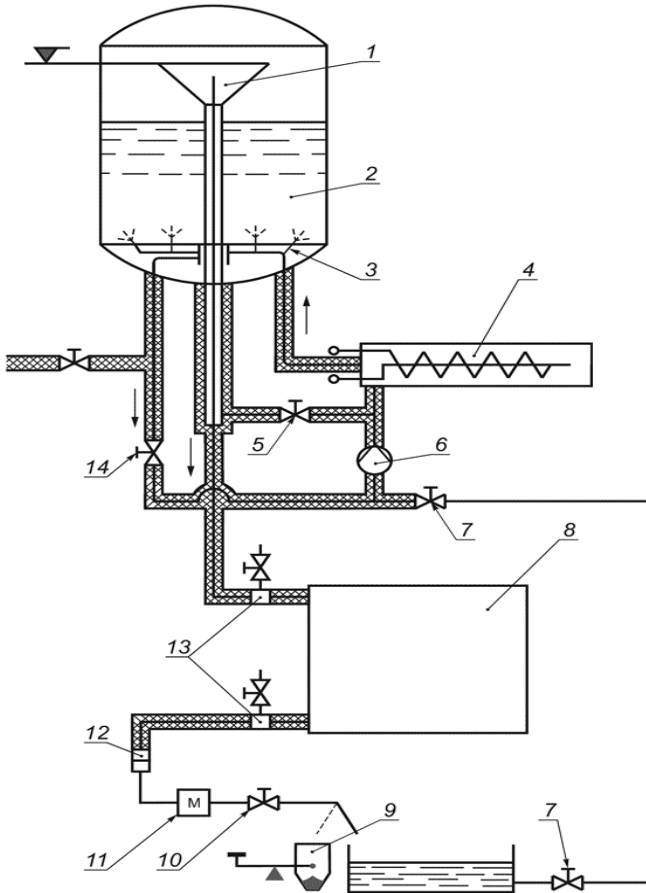


Рисунок 1. Принципиальная схема установки определения номинального теплового потока отопительного прибора водяным методом: 1- переливная воронка; 2 - бак где обеспечивается постоянный уровень воды; 3 – устройство для смешивания воды; 4 - котел (электрический); 5 – клапан отсекающий; 6 – насос для циркуляции теплоносителя; 7 – клапан отсекающий; 8 - отопительный прибор для определения номинального теплового потока; 9 – сосуд для измерения теплоносителя; 10 – отсекающий клапан; 11 – теплообменный аппарат; 12 - фильтр; 13 – бобышки для термометров; 14 – отсекающий клапан

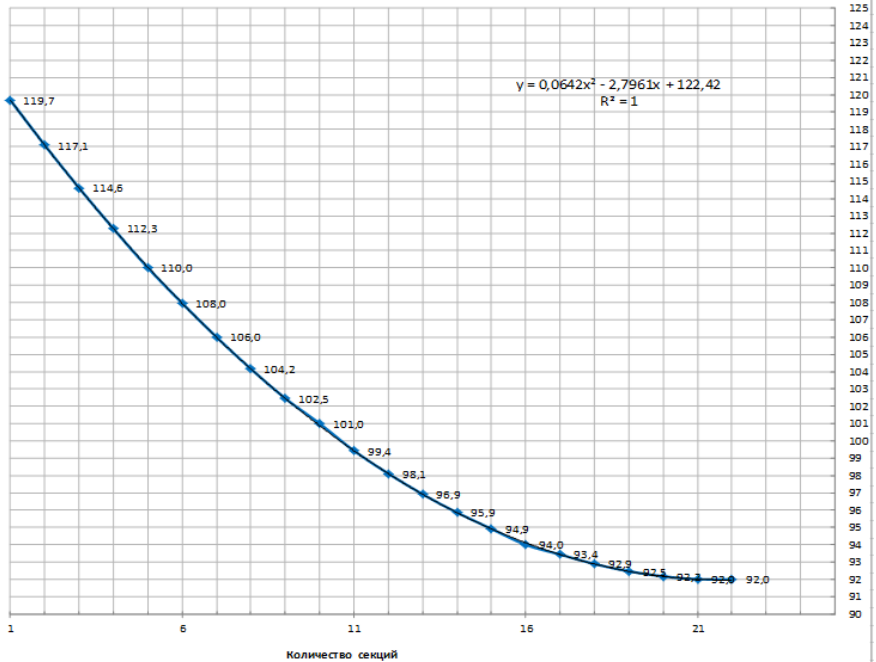


Рисунок 2. Зависимость величины теплоотдачи отопительного прибора от количества секций Вт для радиатора «Convex-500»



Рисунок 3. Отопительный прибор «Convex-500», установленный в изотермической камере испытательного стенда для определения номинального теплового потока

Таблица 1. Номинальный тепловой поток секции отопительного прибора в зависимости от их количества

Количества секций, шт.	Теплоотдача, Вт/секция
1	119,7
2	117,1
3	114,6
4	112,3
5	110,0
6	108,0

Количества секций, шт.	Теплоотдача, Вт/секция
7	106,0
8	104,2
9	102,5
10	101,0
11	99,4
12	98,1
13	96,9
14	95,9
15	94,9
16	94,0
17	93,4
18	92,9
19	92,5
20	92,2
21	92,0
22	92,0

Количество секций отопительного прибора систем водяного или парового отопления, являются одним из второстепенных факторов, которые влияют на коэффициент теплопередачи, а, следовательно, и на плотность теплового потока.

С увеличением количества секций в отопительном приборе, уменьшается его тепловой поток в пределах от 0,22 % до 2, 17%.

Библиографический список

1. Сканава А.Н, Махов Л.М. Отопление. М.: МГСУ – Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 576 с.
2. Хаванов П.А., Жила В.А., Саргсян С.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Теплогазоснабжение и вентиляция. Академия. 2014г.
3. Крупнов Б.А. Отопительные приборы, производимые в России и ближнем зарубежье. Учебное пособие. М.: ИАСВ, 2002. 64 с.
4. Саргсян С.В. Исследование способов организации воздухообмена и систем воздухораспределения на физических моделях в лабораторных условиях // Научное обозрение. – 2015. – № 16. – С. 68-71.
5. Саргсян С.В. Методика лабораторных испытаний способов организации воздухообмена на физических моделях // Научное обозрение. – 2015. – № 16. – С. 76-79.
6. Сасин В.И. Оптимизация количества тепловых испытаний отопительных приборов при их сертификации// Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. – 2019.
7. Сасин В. И. О некоторых проблемах испытания отопительных приборов // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. – 2017. – №1.

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛЫХ ПОЛОВ

*Лексакова О.С., студент 3-го курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Зубарев К.П., ст. преп., к.т.н.*

Введение

На сегодняшний день современное качество жизни требует наиболее комфортного пребывания человека. Одним из способов чтобы добиться этого является применение системы «тёплый пол». Её можно использовать как дополнительный источник тепла, так и основной, то есть она является универсальной системой [1-12].

Обзор литературы

Статья, написанная Ю.Н. Казаковым, К.А. Новиковой, Г.Д. Макаридзе, освещает тему оптимизации выбора и усовершенствования технологии устройства тёплых полов. Авторы для конкретного здания разобрали различные виды устройства тёплых полов, чтобы в дальнейшем понять какой из них наиболее оптимальный по безопасности, комфорту и минимальным затратам. Для сравнения были выбраны водяной и электрический вид тёплого пола. В свою очередь данные виды делятся на подвиды. Сначала рассматриваются виды электрического тёплого пола [13].

Первая система, представляет собой электрический провод с большим сопротивлением. Она подразделяется на одножильный кабельный пол, в котором второй конец тонкопроводящей жилы должен присоединяться к начальной точке подключения, что усложняет такую систему, и на двухжильный кабельный пол, в котором данного условия нет, что даёт простоту монтажа этого вида теплого пола. Схема раскладки такой системы представлена на рис. 1 [13].

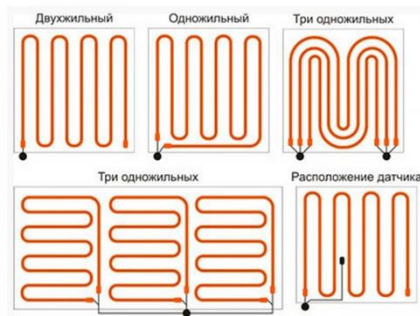


Рисунок 1. Схема, изображающая особенности раскладки двухжильного и одножильного кабелей [13]

Также существуют саморегулирующийся кабель, благодаря которому происходит экономия электроэнергии, но он увы не долговечен. Чаще

используют нагревательные маты, представляющие из себя, те же описанные выше кабельные системы, закреплённые на полимерной сетке с определённым шагом. Для такой системы часто используют кабели маленького диаметра, что позволяет экономить объём помещения, путём монтирования их в клей, а не в стяжку, пример монтажа которых показан на рис. 2 [14].

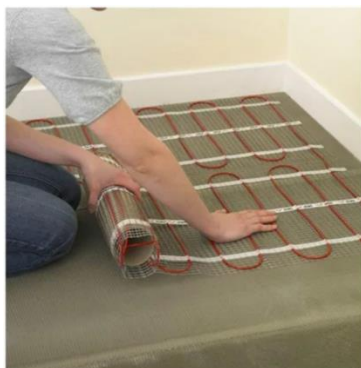


Рисунок 2. Пример монтажа матов тёплого пола [13]

Ещё к электрическим системам теплого пола относят инфракрасные плёночные системы и нагревательные инфракрасные стержни, пример модели показан на рис. 3 [13].

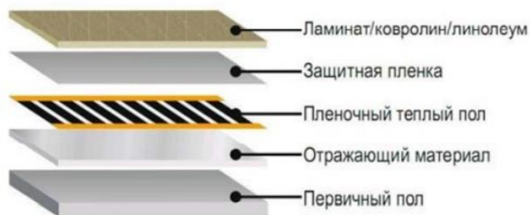


Рисунок 3. Пример модели теплого пола с инфракрасными панелями [13]

Инфракрасная плёночная система быстро нагревается и остывает, её можно нагревать при необходимости, что позволяет экономить электроэнергию. Она не занимает много места, так как является очень тонкой. Система инфракрасных нагревательных стержней новая, удобная и безопаснее выше рассмотренной, но при этом так же эффективна. Система работает даже при выходе из строя некоторых стержней, а при монтаже её заливают стяжкой. [13,15].

Так же существует система водяного тёплого пола. Укладка труб может производиться на профилированные листы пенополистирола и на утеплитель. Сейчас очень много придумывают видов листов, на которые

укладываются трубы, а также приспособления для его ремонта. Устройство рассматриваемой системы показано на рис. 4 [16-22].

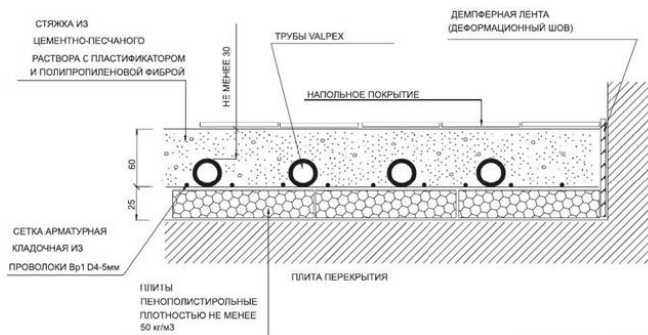


Рисунок 4. Устройство тёплого водяного пола [13]

В результате было проведено сравнение по таким критериям, как комфорт, безопасность и минимальные затраты, составили таблицы с результатами затрат на монтаж и эксплуатацию. Далее пришли к выводам, что, во-первых, водяной пол является экономичной, комфортной и экологической системой, во-вторых, в данной системе можно заменить воду на глицерин, что позволит сократить затраты на нагревание жидкости и повысит безопасность системы, в-третьих, при невозможности установки водяного тёплого пола целесообразно использовать электрическую систему, так это будет более выгодно и удобно, в-четвёртых электрический тёплый пол целесообразнее использовать в маленьких помещениях [13, 23-25]

Библиографический список

1. Zubarev K.P., Gagarin V.G. Heat and moisture transfer in building enclosing structures // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022. Vol. 247. P. 257-266.
2. Zubarev K.P., Gagarin V.G. Heat and moisture regimes in the facade thermal insulation composite system with polystyrene insulation // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022. Vol. 247. P. 247-255.
3. Zubarev K.P., Gagarin V.G. Mathematical modeling of heat and moisture regimes of building for the facade thermal insulation composite system with mineral wool insulation // *Smart Innovation, Systems and Technologies*. 2022. Vol. 247. P. 625-634.
4. Zubarev K.P. Derivation of the equation of unsteady-state moisture behaviour in the enclosing structures of buildings using a discrete-continuous approach // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 83-90.
5. Zhou Z., Zubarev K.P. The use of sorption and excess sorption isotherm in the mathematical modeling of the unsteady-state heat and humidity regime of the building envelope // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 2131. № 052072.
6. Zhou Z., Zubarev K.P. The comparison of a discrete-continuous approach and a method of finite differences in solving the problem of unsteady-state heat and moisture transfer in the building envelope // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 2131. № 052073.

7. Zubarev K.P. Using discrete-continuous approach for the solution of unsteady-state moisture transfer equation for multilayer building walls // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2021. Vol. 17. No. 2. P. 50-57.

8. 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.

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. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 022023.

11. 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.

12. И.Ю. Шелехов, И.В. Алтухов, В.Д. Очиров. Анализ использования саморегулируемых нагревательных элементов для систем «Тёплый пол» в сельской местности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 2. 2021. С. 113-120.

13. Ю. Н. Казаков, К. А. Новикова, Г. Д. Макаридзе. Оптимизация выбора и усовершенствование технологии устройства тёплых полов // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 2. С. 109-116.

14. А. А. Кузнецов, К. А. Миндров. Система отопления пола жилых и производственных помещений // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4.

16. Патент на полезную модель Российская Федерация. Панель для теплого водяного пола / Стамиков О. А.; заявитель и патентообладатель Стамиков О. А. - № 2020119327; заявл. 10.06.2020; опубл. 13.01.2021 Бюл. № 2.

17. Патент на полезную модель Российская Федерация. Устройство для ремонта жидкостного электрического пола / Ким С. Г.; заявители и патентообладатели Общество с ограниченной ответственностью "ДЭУ ЭНЕРТЕК ГРУПП"- № 2016113090/12; заявл. 05.04.2016; опубл. 20.11.2016.

18. Программ для ЭВМ 2018614679 Российская Федерация. Программа для расчёта тёплого пола / Шарапов Р. В.; заявители и патентообладатели Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» - № 2018611668; заявл. 20.02.2018; опубл. 13.04.2018 Бюл. № 4.

19. Патент на полезную модель Российская Федерация. Плита для системы отопления / Шеллер Вальдемар; заявители и патентообладатели Общество с ограниченной ответственностью "Автопласт"- № 2016103523; заявл. 04.02.2016; опубл. 17.03.2017 Бюл. № 8.

20. Густав Райш. Секрет «Тёплого пола», или роль актуатора в обогреве Северной Европы и России // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2017. № 7-8. С. 14-16.

21. Густав Райш. Насосно-смесительный узел – сердце тёплого пола // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2017. № 11-12. С. 27-29.

22. 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.

23. Базунов Е.П., Кравчук В.Ю. Экономическое сравнение электрических и водяных теплых полов // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11. Вып. 1. Ст. 2. URL: <http://nso-journal.ru> DOI: 10.22227/2305- 5502.2021.1.2

24. И. В. Юдаев, А. Н. Токарева, Н. Н. Грачева, С. В. Панченко, Ю. В. Даус. Обоснование геометрических параметров системы отопления «тёплый пол» в детских дошкольных учреждениях сельских территорий // Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса. 2019. №4 С. 1-11.

25. Е. Б. Митькина, И. Н. Фурсова. Исследование распределения температуры на поверхности системы панельно-лучистого отопления во влажных помещениях // Инженерный вестник Дона. 2017. № 4.

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ПОМЕЩЕНИЮ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, ФОРМИРУЮЩЕЙСЯ В ПРОЦЕССЕ ЛУЧИСТО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ

*Ахвердашвили Р.Г., студент магистратуры 1 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

Важность проверки при проектировании зданий результирующей температуры на границе обслуживаемой зоны помещения отмечается в [1, 2]. В указанных работах рассматривается, по сути, только распределение по помещению одной составляющей результирующей температуры – радиационной температуры. Для ее расчета авторами указанных статей предложен метод расчета. Однако прием одинаковой температуры воздуха в помещении, как это делается в указанных статьях, не совсем правомерно. Если в помещении имеется отопительный прибор, то движение воздуха в помещении вызывается как минимум конвективной струей, формирующейся над отопительным прибором.

Поэтому целью представляемой работы была попытка расчета распределения температуры воздуха в помещении. Затем рассчитывалось распределение радиационной температуры по упомянутому выше методу. По температурам воздуха и радиационной вычислялась результирующая температура.

Инструментом исследования распределения температуры воздуха по помещению является вычислительный комплекс по решению задач гидродинамики – ANSYS Fluent, основанный на численном решении трехмерных дифференциальных уравнений в частных производных [3]. В программе ANSYS Fluent реализованы модели лучистого и конвективного теплообмена, которые были использованы для расчета выбранного помещения.

В качестве исследуемого помещения принято помещение лечебной палаты. Здание находится в городе Белгороде с расчетной температурой

наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 равной -24 °С. Длина наружной стены между осями боковых перегородок равна 6 м, а глубина помещения от внутренней грани наружной стены до оси противоположной перегородки 5,4 м. Высота помещения в чистоте принята 3,3 м. Симметрично по ширине помещения расположено в наружной стене окно размером 3,8 x 1,8 м при высоте низа окна от пола 1 м. Площадь окна составляет 35% от общей площади вертикального наружного ограждения помещения. Сопротивление теплопередаче наружной стены в соответствии с [4] равно 1,785 (м²·°С)/Вт, а окна 0,457 (м²·°С)/Вт.

Также симметрично расположен в помещениях с водяной системой отопления отопительный прибор, фронтальная проекция которого во всех случаях равна 1,4 x 0,6 м. Обращается внимание на то, что ширина отопительного прибора меньше ширины окна, поэтому часть окна не перекрыта отопительным прибором. Температура отопительного прибора 75 °С. В помещении поддерживается температура воздуха, равная 20 °С с точностью до 0,01 °С.

На рисунках 1, 2, 3 показаны распределения по поперечным разрезам помещения на границе обслуживаемой зоны указанных выше параметров внутренней среды помещения. К сожалению, в программу ANSYS Fluent невозможно встроить расчет радиационной температуры в определенных точках, поэтому приходится прибегать к вспомогательному расчету этой температуры по методике [1, 2].

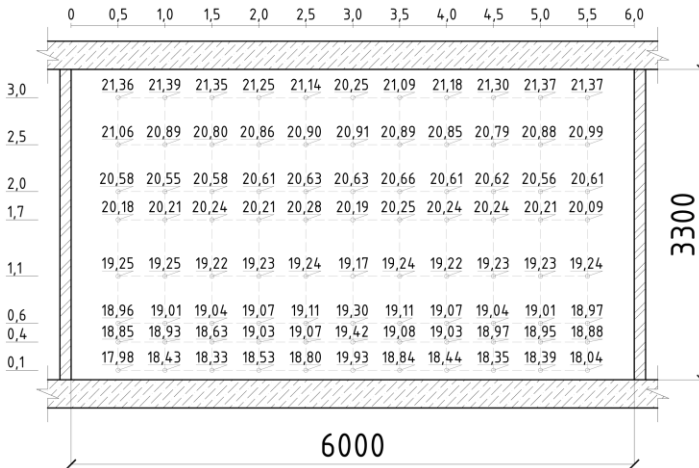


Рисунок 1. Распределение по поперечному разрезу помещения на границе обслуживаемой зоны температуры воздуха

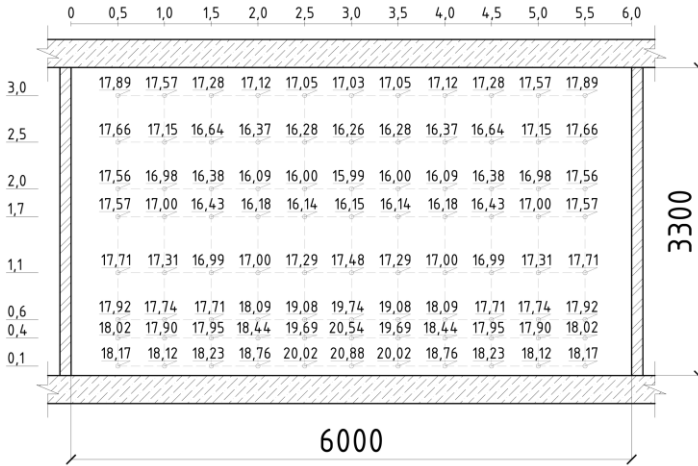


Рисунок 2. Распределение по поперечному разрезу помещения на границе обслуживаемой зоны радиационной температуры

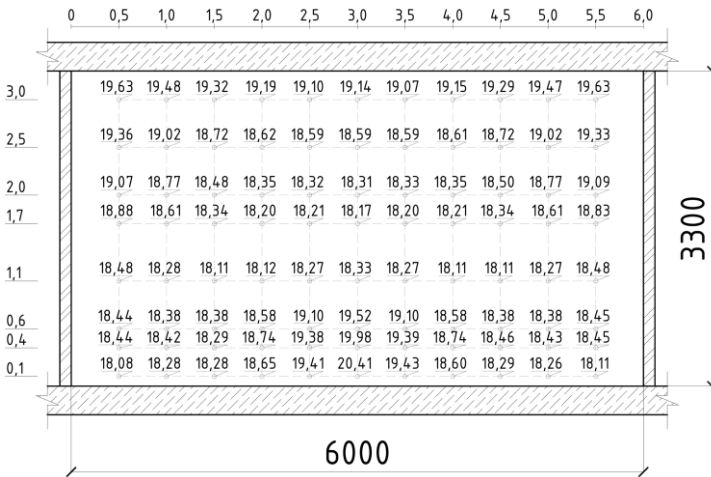


Рисунок 3. Распределение по поперечному разрезу помещения на границе обслуживаемой зоны результирующей температуры

Диапазоны температуры воздуха и результирующей температуры нормируются ГОСТ 30494-2011 (далее ГОСТ) [4]. В ГОСТ для помещений с температурой внутреннего воздуха по оптимальным условиям 20 °С – 22 °С нормируемая результирующая температура для жилых комнат интернатов и палат больницы ограничивается диапазоном 19 °С – 20 °С, а для спален ясельных и младших групп детских дошкольных учреждений диапазоном 19 °С – 21 °С.

Приведенные распределения температур свидетельствуют о том, что разброс температуры воздуха по помещению существует и его желательно учитывать. При средней по объему помещения температуре воздуха 20,0 °С более высокая температура формируется в верхней части помещения. В нижней части обслуживаемой зоны более высокая температура воздуха наблюдается посередине её границы из-за конвективной струи от отопительного прибора.

Радиационная температура в этих условиях имеет приемлемые значения в нижней части помещения до высоты 0,6 м от пола. Выше радиационная температура занижена.

Результирующая температура из-за низкой радиационной температуры не вписывается в нормативные для нее диапазоны.

Вывод: При проектировании зданий следует поддерживать результирующую температуру, а не температуру воздуха.

Библиографический список

1. Малявина Е.Г., Ландырев С.С. Проверка выполнения требований ГОСТ 30494-2011 к параметрам внутренней среды на границе обслуживаемой зоны// АВОК. 2022. №2. С.14 – 16.
2. Малявина Е.Г., Фролова А.А., Ландырев С.С. Распределение локальной асимметрии результирующей температуры по помещению // С.О.К. – Сантехника, отопление, кондиционирование. 2021. №10. С. 36–39.
3. Федорова Н.Н., Вальгер С.А., Данилов М.Н., Захарова Ю.В. Основы работы в Ansys 17. – М.: ДМК-Пресс, 2017 г. 210 с.
4. СП 50.13330.2012 с изм. №1. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, М.: Стандартинформ. 2018.
5. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, М.: Стандартинформ. 2013.

НАТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ПОМЕЩЕНИЮ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА В МОСКВЕ

*Урядов М.И., студент магистратуры 2 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Ландырев С.С., аспирант кафедры ТГВ*

О необходимости проверки результирующей температуры на границе обслуживаемой зоны помещения говорится в [1, 2].

В соответствии с ГОСТ 30494-2011 (далее ГОСТ) на границе обслуживаемой зоны должна проверяться результирующая температура помещения [3]. По ГОСТ измерение нормируемых показателей внутренней среды помещений следует выполнять шаровым термометром [4]. В соответствии с ГОСТ «шаровой термометр для определения результирующей температуры представляет собой зачерненную снаружи (степень черноты поверхности не ниже 0,95) полую сферу, изготовленную

из меди или другого теплопроводного материала, внутри которой помещен либо стеклянный термометр, либо термоэлектрический преобразователь». На используемый в натурном эксперименте шаровой термометр имеются документы о поверке, которая была выполнена 17 декабря 2020 года и действительна до 16 декабря 2022 года.

Результирующая температура помещения - это комплексный показатель радиационной температуры помещения и температуры воздуха помещения. Причем при подвижности воздуха 0,2 м/с и меньше результирующая температура равна полусумме указанных составляющих.

Понятно, что самые низкие значения результирующей температуры формируются в помещении в расчетный зимний период, то есть при температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92. В Москве эта температура равна -26°C [5].

В то же время в п. 6.1 ГОСТ говорится, что в холодный период года измерение показателей микроклимата следует выполнять при температуре наружного воздуха не выше минус 5°C . Не допускается проведение измерений при безоблачном небе в светлое время суток.

Целью представленной ниже работы было натурное исследование температуры и влажности внутреннего воздуха и результирующей температуры помещения. Исследование проводилось 5 февраля 2022 года в помещении учебного класса ООО «Институт пассивного дома». Площадь помещения равна $42,96\text{ м}^2$. В наружной стене имеется окно размером $3,84 \times 2,06\text{ м}$. Низ окна отстоит от пола на $0,9\text{ м}$. Окно смещено ближе к левой перегородке, что видно на планах помещения, приведенных ниже. Окно оснащено двухкамерным стеклопакетом с двумя И-стеклами (то есть покрытыми низкоэмиссионными пленками) и заполнением аргоном обоих межстекольных пространств (6TopN-14AR-4M-12AR-4TopN).

Сопrotивление теплопередаче наружной стены равно $3,2\text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, окна - $1,2\text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

Под окном находится отопительный прибор – стальной колончатый радиатор. Передняя панель радиатора имеет размеры $0,72 \times 0,56\text{ м}$.

Измерения шаровым термометром осуществлялась в точках, отстоящих от наружной стены и друг от друга на $0,5\text{ м}$ на расстояниях от пола $0,1\text{ м}$; $0,4\text{ м}$; $0,6\text{ м}$; $1,1\text{ м}$; $1,7\text{ м}$, как это предписано в ГОСТ 30494 [3] для сидящих и стоящих людей.

К сожалению, 5 февраля был последним днем, когда температура наружного воздуха держалась около -5°C . Однако, небо в середине дня очистилось от облаков и на некоторое время выглянуло солнце, что потребовало сделать перерыв в измерениях.

Результаты измерений показаны ниже на рисунках 1 и 2. Так как наиболее информативными в исследуемом помещении являются планы на высоте $1,7\text{ м}$ от пола и $0,4\text{ м}$ от пола, результаты приведены именно для этих высот. Уровень $1,7\text{ м}$ от пола выбран, так как эта высота находится ближе

всего к середине окна по высоте, именно на ней результирующая температура должна быть самой низкой. Уровень 0,4 м от пола интересен тем, что он находится приблизительно напротив середины по высоте отопительного прибора. Средняя температура отопительного прибора во время эксперимента была равна 28 °С.

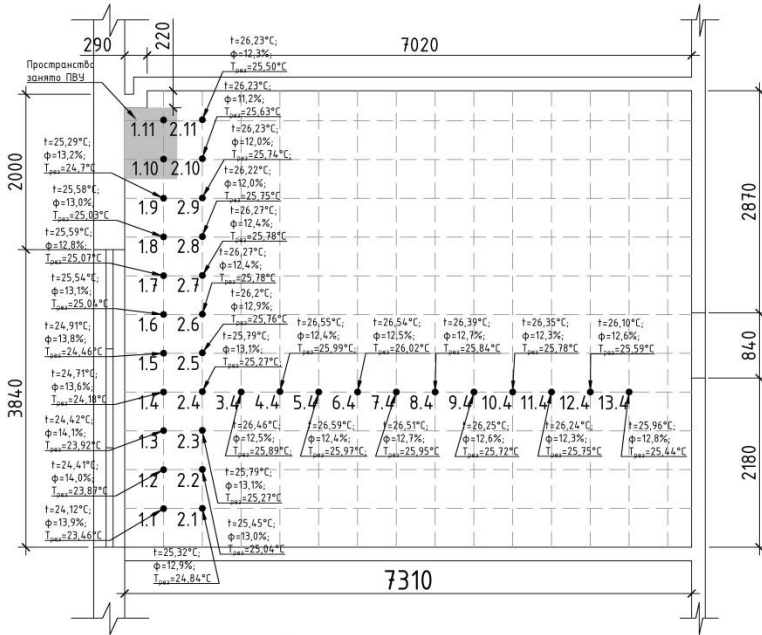


Рисунок 1. Значения температуры воздуха и относительной влажности помещения, а также результирующие температуры на высоте от пола 1,7 м

Прежде всего, обращает на себя внимание то, что относительная влажность воздуха приняла довольно низкие значения: 13% - 14%. Это объясняется тем, что в большом объеме помещения всю ночь никого не было, кроме того, подача и удаление воздуха в помещении осуществляется приточно-вытяжной установкой с роторным теплообменником, при работе которой происходит нагрев воздуха, а во время эксперимента присутствовало только 2 человека, которые при дыхании выделяют относительно мало водяного пара.

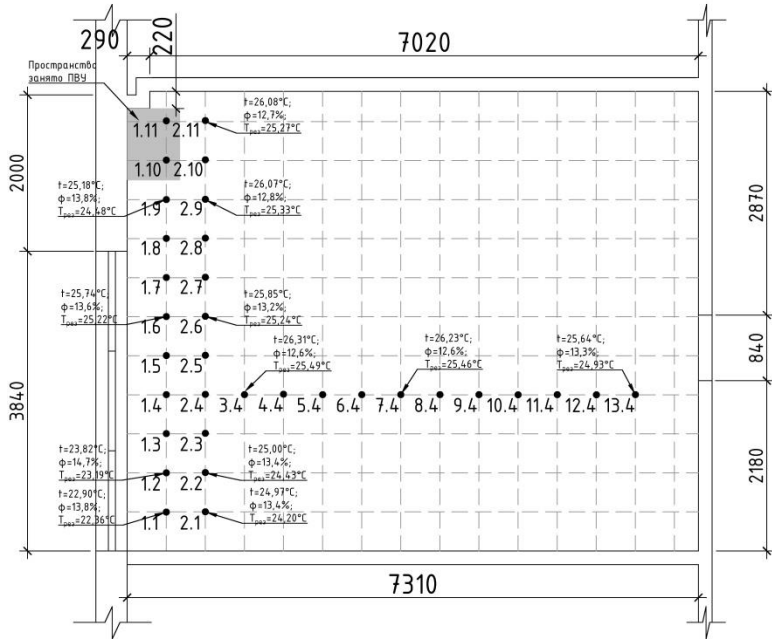


Рисунок 2. Значения температуры воздуха и относительной влажности помещения, а также результирующие температуры на высоте от пола 0,4 м

Интересно, что температура воздуха везде превышает результирующую температуру. Это означает, что радиационная температура, которая не измерялась, была значительно ниже температуры воздуха.

Результирующая температура на высоте 0,4 м практически равнялась температуре на высоте 1,7 м. Это объясняется низкой температурой отопительного прибора из-за небольших теплотерь и довольно высокой температурой внутренней поверхности окна из-за высокого его сопротивления теплопередаче.

Естественно, ожидать, что результирующая температура окажется ниже нормируемой ГОСТ не приходится, так как, во-первых, температура наружного воздуха близка не к расчетному периоду для холодного времени года, а к его окончанию, а, во-вторых, сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций превосходят минимальные требуемые по СП 50.13330.2012 [6].

Выводы: 1. Несмотря на то, что эксперимент проводился в относительно теплое время, польза от его проведения состоит в том, что этот эксперимент можно считать предварительным. Он показал, как правильно

размещать датчики для измерения температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций.

2. Для сравнения полученных экспериментальных данных с расчетными, следует принимать среднюю температуру внутренних поверхностей ограждающих конструкций за предыдущие 12 часов перед экспериментом, так как на нее влияет теплоустойчивость наружных ограждений.

Библиографический список

1. Малявина Е.Г., Ландырев С.С. Проверка выполнения требований ГОСТ 30494-2011 к параметрам внутренней среды на границе обслуживаемой зоны// АВОК. 2022. №2. С.14 – 16.
2. Малявина Е.Г., Фролова А.А., Ландырев С.С. Распределение локальной асимметрии результирующей температуры по помещению // С.О.К. – Сантехника, отопление, кондиционирование. 2021. №10. С. 36–39.
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, М.: Стандартинформ. 2013.
4. Измеритель параметров микроклимата Метеоскоп-М. Руководство по эксплуатации. 2020.
5. СП 131.13330.2020. «СНиП 23-01-99* Строительная технология». М.:Минстрой России. 2020.
6. СП50.13330.2012 с изм. №1. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, М.: Стандартинформ. 2018.

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК

Мухин А.М., студент 4-го курса 13 группы ИИЭСМ

Воинова Е.М., студентка 2-го курса 15 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Тихомиров С.А., доц., к.т.н.

Сегодня для решения задач снижения затрат на эксплуатацию зданий в отопительный период принято использовать инженерные способы минимизации расходов тепла на отопление и вентиляцию. Известно [1-5], что для достижения поставленной цели реализуются мероприятия по повышению класса тепловой защиты зданий, автоматизации управления подачей тепла на отопление и теплоснабжение приточных установок, рекуперации тепла удаляемого воздуха. Вместе с этим, решение таких задач невозможно без учета особенностей архитектурных, конструктивных и планировочных решений, которые могут повлиять на энергоэффективность здания наиболее серьезным образом. При решении задач определения тепловых нагрузок [6] застройщики зачастую сталкиваются и с проблемой несоответствия результатов тепловых потерь, полученных по различным

утвержденным методикам, за счет заложенного в них «запаса» мощности систем отопления [7].

При расчете тепловых потерь и определении тепловых нагрузок детских образовательных учреждений приходится учитывать требования по естественному освещению и, соответственно, большей площади светопрозрачных конструкций в контуре тепловой защиты [8]. Так же здесь увеличивается температура внутреннего воздуха и продолжительность отопительного периода [9], по сравнению с другими объектами. Использование систем отопления со встроенными в конструкцию пола трубопроводами, требования к температурам теплоносителя этих систем и температурам поверхностей нагревательных приборов также определено влияют на картину теплопереноса через наружные ограждающие конструкции зданий [10].

Целью данного исследования являлось изучение существующих методик расчета тепловых потерь зданий дошкольных образовательных организаций, сравнение результатов расчетов по предложенным методикам, анализ расчетных величин тепловых потерь и их оптимизация за счет комплексного подхода к конструированию тепловой защиты здания.

В предложенном примере рассмотрено здание детского сада, «Г»-образное, состоящее из единого объема с максимальными размерами в плане по длинным сторонам 46,35x45,75 м, расположенное в г. Ростове-на-Дону, ул. Богданова, л.30. Здание двухэтажное с подвалом. Высота 1-го и 2-го этажей 3,32 м, в чистоте от уровня пола до низа перекрытия 3,0 м. Высота подвала 3,43 м, в чистоте – 3,11 м. Детский сад предназначен для размещения восьми групповых ячеек по 20 детей в каждой ячейке. На первом этаже размещены две групповые ячейки для детей младшего дошкольного возраста и две группы для детей среднего дошкольного возраста. Так же, на первом этаже размещены производственные и складские помещения кухни, медпункта, охраны, столярная мастерская, а также необходимые санитарные и бытовые помещения для работающих. Помещения групповых ячеек ориентированы на южную и западную сторону и отделены коридором шириной 2,60 м от остальных помещений вспомогательного и обслуживающего назначения. На втором этаже размещены четыре групповые ячейки для детей старшего дошкольного возраста. Так же, на втором этаже размещены залы для проведения музыкальных ($S=98,9 \text{ м}^2$) и физкультурных занятий ($S=141,1 \text{ м}^2$), кладовые, административные кабинеты, необходимые санитарно-бытовые помещения для обслуживающего персонала. Помещения групповых ячеек также, как и на первом этаже ориентированы окнами на южную и западную сторону горизонта и отделены от остальных помещений коридором шириной 2,60 м. Планировка первого и второго этажа выполнена по коридорной схеме (с центральным коридором). Каждая групповая ячейка имеет в своем составе раздевальную, групповую (игровую), спальню, буфетную, умывальную и туалетную комнату. Для детей среднего и старшего дошкольного возраста

туалетные выполнены отдельными для девочек и мальчиков. Все групповые ячейки (8 ячеек) изолированы в плане друг от друга, входы в них располагаются в непосредственной близости (не более 10 м) от лестничных клеток. Вторые выходы из групповых ячеек организованы непосредственно на улицу (на первом этаже и на открытую лестницу 3-го типа – на втором этаже).

Здание детского сада состоит из двух блоков, разделенных температурно-осадочным швом 50 мм по оси «К», с размерами в плане по осям блока 1 – 18х22,8 м и блока 2 – 27,75х45,75 м. Конструктивно здание выполнено следующим образом. Фундамент выполнен в виде монолитной железобетонной плиты. Расчетная схема – плита на упругом основании. Расчетная схема плиты с жесткими узлами на опорах (фундамент, плита перекрытия), воспринимающая нагрузку от бокового давления грунта. Конструктивная схема здания – безригельный каркас с ядрами жесткости (монолитные железобетонные лестнично-лифтовые блоки), состоящий из монолитных железобетонных колонн и плит перекрытия. Ригели выполняются только по периметру наружных стен.

Кровля чердачная скатная (чердак не отапливается) с покрытием из кровельного профилированного настила с полимерным окрашенным покрытием, водосток внутренний. Цоколь здания – кирпичная стена на растворе марки М 100, армированный сеткой через 700 мм по высоте, толщиной 250 мм, высотой 0,5 м с утеплением. Стены подвала монолитные железобетонные толщиной 250 мм.

Конструкция наружной стены: раствор цементно - песчаный $\delta=20\text{мм}$, $\rho=1800\text{кг/м}^3$, кирпичная кладка $\delta=250\text{мм}$, $\rho=1800\text{кг/м}^3$, утеплитель минераловатные плиты «ВЕНТИ БАТТС Д» $\delta=120\text{мм}$, $\rho=62\text{кг/м}^3$, вентилируемый фасад ВФ МП КВ с плитками из керамогранитных панелей. Конструкция чердачного перекрытия: монолитный железобетон перекрытия $\delta=220\text{мм}$, $\rho=2500\text{кг/м}^3$, пароизоляция, утеплитель минераловатные плиты Технофлор Стандарт $\delta=160\text{мм}$, $\rho=110\text{кг/м}^3$, стяжка из цементно-песчаного раствора $\delta=50\text{мм}$, $\rho=1800\text{кг/м}^3$. Конструкция перекрытия над подвалом: монолитный железобетон перекрытия $\delta=220\text{мм}$, $\rho=2500\text{кг/м}^3$, пароизоляция, утеплитель минераловатные плиты Технофлор Стандарт $\delta=80\text{мм}$, $\rho=110\text{кг/м}^3$, стяжка из цементно-песчаного раствора $\delta=45\text{мм}$, $\rho=1800\text{кг/м}^3$. Окна – из поливинилхлоридных профилей с заполнением однокамерными стеклопакетами. Двери в здании приняты утепленными стальными.

Источник теплоснабжения – местная газовая котельная. Теплоноситель – вода. Параметры теплоносителя: на отопление и вентиляцию 80-60⁰С; на горячее водоснабжение 65⁰С. Система отопления двухтрубная горизонтальная, регулируемая, тупиковая. Отопление помещений здания выполнено местными отопительными приборами – стальными радиаторами KERMI Therm X2 Profil-V. Нагревательные приборы снабжены встроенными терморегуляторами. Вентиляция в здании приточно-вытяжная с механическим побуждением. Подача приточного воздуха предусмотрена в

обслуживаемую зону помещений воздухораспределительными решетками и потолочными диффузорами. Удаление воздуха осуществляется из верхней зоны помещений. В установках приточных систем предусмотрено управление электродвигателями вентиляторов, регулирование температуры приточного воздуха или воздуха помещения, контроль параметров теплоносителя. В соответствии с заданием на проектирование тепловые нагрузки здания для техприсоединения к тепловым сетям местной котельной определены по известной Методике [11] и приведены в табл.1.

Таблица 1. Расчетные тепловые потоки

Расчетный тепловой поток, Гкал/ч				
Отопление	Вентиляция	Горячее водоснабжение	Технологические нужды	Всего
0,1875	0,0965	0,1500	-	0,4340

Если учесть требования [12], то расчетные тепловые нагрузки здания можно привести в соответствие с требованиями по энергосбережению.

Таблица 2. Тепловые нагрузки здания в соответствии с требованиями по энергосбережению

Расчетный тепловой поток, Гкал/ч				
Отопление	Вентиляция	Горячее водоснабжение	Технологические нужды	Всего
0,1096	0,0457	0,1360	-	0,2913

Здесь для определения приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или любой выделенной ограждающей конструкции, можно более точно рассчитать величину тепловых потерь через теплозащитную оболочку здания, учитывая в том числе и теплопотери через линейные и точечные неоднородности:

$$R_o^{np} = \frac{1}{\frac{1}{R_o^{усл}} + \sum l_j \cdot \psi_j + \sum n_k \cdot \chi_k} = \frac{1}{\sum a_i \cdot U_i + \sum l_j \cdot \psi_j + \sum n_k \cdot \chi_k}$$

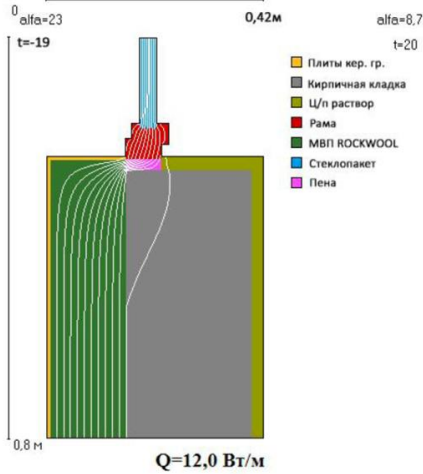


Рисунок 1. Двумерное температурное поле узла конструкции, содержащего линейный элемент

По Приложению А [13], для системы наружной теплоизоляции с вентилируемой воздушной прослойкой учитывается крепеж утеплителя (тарельчатый анкер), кронштейны (включая крепление к несущему основанию), металлические противопожарные рассечки, сопряжение с плитой перекрытия балкона, места примыкания окон и самонесущих ограждающих конструкций, примыкание цоколя и прочее. Некоторые элементы оказывают несущественное влияние, например уравновешенное количество наружных и внутренних углов. Тепловые потери при этом практически полностью компенсируются. К расчету приняты плоский элемент: кирпичная кладка, утепленная снаружи слоем минераловатных плит с вентилируемой воздушной прослойкой, облицованная керамогранитными панелями; линейный элемент: стыки с оконными блоками; точечный элемент: крепеж утеплителя (тарельчатый анкер).

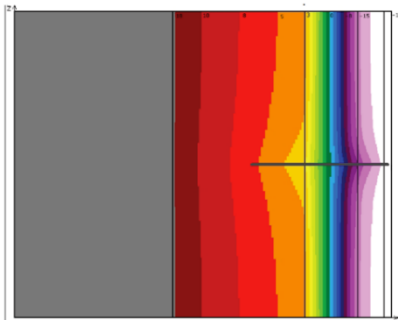


Рисунок 2. Температурное поле узла конструкции, содержащего точечный элемент

(1 – Сэндвич-панель, 2 – Крепеж сэндвич-панели)

Результаты расчетов приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Расчеты удельных характеристик элементов

Элемент фрагмента	Потери теплоты через участок однородной стены, Вт/м	Потери теплоты через неоднородный участок, Вт/м	Удельные потери теплоты, Вт/(м ² ·°C)	Удельный геометрический показатель, м ⁻¹
Линейный элемент	$Q_1=3,18$	$Q_1^L = 8,84$	$\Psi_1=0,0815$	0,28
Точечный элемент	$Q_1=1,518$	$Q_1=1,424$	$\chi=0,0024$ Вт/°C	12

Таблица 4. Данные для расчета приведённого сопротивления теплопередачи стены

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент	$a=1 \text{ м}^2/\text{м}^2$	$U=0,31 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	$a \cdot U=0,31 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	85,6
Линейный элемент	$l_{12} = 0,28 \text{ м}^{-1}$	$\Psi=0,081 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	$l \cdot \Psi=0,023 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	6,4
Точечный элемент	$n_1=12 \text{ м}^{-1}$	$\chi=0,0024 \text{ Вт}/\text{°C}$	$n \cdot \chi=0,0288 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	8
Итого			$\frac{1}{R_{np}} = 0,36$	100

Процесс оптимизации (минимизации) тепловых потерь заключался в нахождении возможности выравнивания температурных полей на поверхностях при дополнительной изоляции теплопроводных включений и уменьшения таким образом влияния теплотехнических неоднородностей. Полученное значение наиболее оптимальной величины коэффициента теплотехнической однородности для данного проекта составило 0,86

Снижение тепловых потерь здания за счет повышения теплотехнической однородности позволило снизить удельные расходы тепла на отопление и повысить класс энергосбережения здания.

Таблица 5. Коэффициенты и удельные характеристики

Приведенный коэффициент теплопередачи здания	1,08
Кратность воздухообмена здания за отопительный период	0,49
Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплотери за счет инфильтрации и вентиляции	0,41
Общий коэффициент теплопередачи здания	0,98
Удельная теплозащитная характеристика здания	0,234

Удельные бытовые тепловыделения в здании	6,3
Удельная вентиляционная характеристика здания	0,14
Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	0,14
Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	0,118

Таблица 6. Комплексные показатели и энергетические нагрузки

Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	Вт/(м ³ ·°С)	0,23
Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	Вт/(м ³ ·°С)	0,521
Класс энергосбережения		Очень высокий (A++)
Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	кВт·ч/(м ³ ·год)	18,8
		39,9
Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	Q _{год} ^{от}	151664,7
Общие теплопотери здания за отопительный период	Q _{год} ^{общ}	299855,4

Библиографический список

1. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Об оценке энергетической эффективности энергосберегающих мероприятий // Инженерные системы. 2014. № 2. С. 26—29.
2. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания и инновационные инженерные системы // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2014. № 1. С. 6—11.
3. Гагарин, В. Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий / В. Г. Гагарин // Строительные материалы. – 2010. – № 3. – С. 8-16.
4. Гагарин, В. Г. Количественная оценка энергоэффективности энергосберегающих мероприятий / В. Г. Гагарин, П. П. Пастушков // Строительные материалы. – 2013. – № 6. – С. 7-9.
5. Гагарин, В. Г. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России / В. Г. Гагарин, В. В. Козлов // Вестник МГСУ. – 2011. – № 3-1. – С. 192-200.
6. Дютин, В. В. Сравнение различных методик определения тепловой нагрузки на отопление жилого здания / В. В. Дютин // Дни студенческой науки : Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации. Электронный ресурс, Москва, 12–16 марта 2018 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2018. – С. 206-210.
7. Здоронок А.В., Озерчук Д.С. Нагрузки на отопление для зданий различного функционального назначения: сравнение полученных данных и методик / Здоронок

А.В., Озерчук Д.С. // Дни студенческой науки : Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации. Электронный ресурс, Москва, 12–16 марта 2021 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2021. – С. 228-236.

8. СП 252.1325800.2016 Здания дошкольных образовательных организаций. Правила проектирования (с Изменением N 1). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 год

9. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха СНиП 41-01-2003 (с Поправкой). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2021.

10. Иванов, В. В. Нестационарные процессы теплопереноса через ограждающие конструкции / В. В. Иванов, С. А. Тихомиров. – Ростов-на-Дону : ФГБОУ ВПО Ростовский государственный строительный университет, 2014. – 117 с.

11. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 (с Изменением N 1). Официальное издание М.: Минрегион России, 2012 год.

12. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1). Официальное издание М.: Минрегион России, 2012 год.

13. СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей (с Изменением N 1). Официальное издание. М.: Минстрой России, 2015 год

14. Малявина, Е. Г. Влияние теплового режима наружных ограждающих конструкций на нагрузку системы отопления при прерывистой подаче теплоты / Е. Г. Малявина, Р. Р. Асатов // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 324-327.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГВС И КОМПЕНСАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ЗА СЧЕТ ПЛОСКИХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ ШКОЛЫ НА 1100 МЕСТ В Г. РОСТОВЕ-НА-ДОНУ

Щукин Д.А., студент 4-го курса 13 группы ИИЭСМ

Гришкина Д.А., студентка 2-го курса 15 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Соловьева Е.Б., доц., к.т.н.

В России широко распространены системы централизованного теплоснабжения, однако в последние годы все чаще встречаются системы автономного теплоснабжения. К ним можно отнести когенерационные установки, блочно-модульные, крышные, чердачные, пристроенные котельные, применяемые при строительстве многоквартирных жилых домов (МКД), а также распространенные в частном жилом секторе – системы местного теплоснабжения [1]. Многие в развитии систем автономного теплоснабжения объясняется тем, что современное состояние централизованных систем характеризуется высокой степенью износа трубопроводов и низким уровнем управления подачей тепла на отопление в зимний период, так как за всю современную историю теплоснабжения темпы

реконструкции не успевают за нормативными значениями плановых ремонтов [2]. Заметны также и колебания коэффициента полезного использования топлива на тепловых электростанциях с 56,9% до 53,8%, в связи с падением тепловой нагрузки.

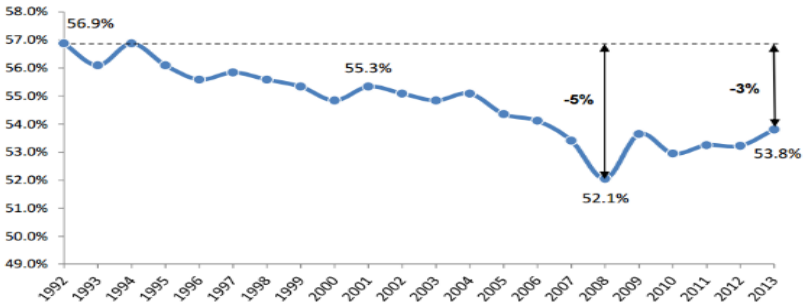


Рисунок 1. Динамика коэффициента полезного использования топлива на тепловых электростанциях

Несомненно, централизованные системы обладают рядом преимуществ по сравнению с автономными, но эти преимущества нивелируются величиной сверхнормативных тепловых потерь через изоляционные конструкции теплопроводов. А с учетом тех фактов, что при автономном теплоснабжении действительно достигается эффективное экономичное потребление топлива и отсутствуют затраты на строительство теплотрасс, можно с уверенностью считать такие решения более перспективными [3].

Еще одним путем развития систем автономного теплоснабжения являются системы, работающие на возобновляемых источниках. К ним обязательно следует отнести гелиоколлекторы и теплонасосные установки. Для их широкого использования еще требуется решить несколько вопросов: нормативное снижение температуры ГВС при оптимизации расходов тепла на подогрев воды при использовании солнца и переход на электрический обогрев и охлаждение зданий при использовании ТНУ.

При проведении данного исследования предпринята попытка решить несколько важных задач:

1. Провести оптимизацию потребления горячей воды в системе ГВС образовательного учреждения за счет организационных мероприятий и использования смесителей с автоматическим отключением. При работе системы обязательна линия рециркуляции.
2. Выполнить замещение источника тепла для системы ГВС образовательного учреждения в расчете на май-июнь, при этом оставить резервный подогрев в ИТП от системы теплоснабжения в теплоаккумуляторе.
3. Выполнить расчет и провести оптимизацию теплового аккумулятора для системы ГВС по суточные расходы горячей воды. При возможности

использования большего объема и незначительном удорожании системы определить объем на двое или трое суток.

4. Выполнить расчет площади поверхности плоского солнечного коллектора для стационарного положения и изменяемого угла наклона в зависимости от времени года.

5. Определить оптимальную конфигурацию оборудования систем солнечного подогрева горячей воды образовательного учреждения.

В течение годового срока эксплуатации системы ГВС с учетом климатических данных [4] учитывается неравномерность обеспечения солнечной тепловой энергией на горизонтальную поверхность (табл. 1), МДж/м². Этот факт вызывает определенные трудности обеспечения тепловой энергией в те периоды, когда она остро необходима – в наиболее холодные месяцы года. При этом, например, за январь месяц 40⁰ с.ш. на горизонтальную поверхность при безоблачном небе может поступить 322 МДж/м², а на вертикальную за тот же период при ее южной ориентации – 687 МДж/м². Отсюда возникает возможность оптимизации площади поверхности коллектора путем регулирования угла наклона и ориентации поверхности плоских солнечных коллекторов при их использовании на специальной системе управления его положением. Но здесь ключевым понятием является термин «безоблачное небо», а по факту при реальной работе системы плоских солнечных коллекторов зачастую основным «вкладом» в подогрев воды будет доля рассеянной радиации, а не прямой. Это можно проследить и при изучении экспериментальных данных работы плоских солнечных коллекторов в вечернее время после захода солнца и продолжении нагрева воды в системе [5]. При проведении испытаний плоских солнечных коллекторов в реальных условиях различных городов в Российской Федерации установлено, что использование доли рассеянной солнечной радиации может составить существенную часть при компенсации тепловой нагрузки.

Таблица 1. Суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе на территории РФ, МДж/м².

Месяц	Географическая широта, град. с.ш.							
	40	44	48	52	56	60	64	68
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Январь	322	261	207	164	113	68	35	-
Февраль	417	365	324	270	220	169	134	112
Март	639	603	565	528	467	406	405	282
Апрель	757	724	702	678	650	612	585	567
Май	893	872	862	850	840	825	824	809
Июнь	897	889	881	880	873	877	864	865
Июль	891	886	877	882	875	856	855	889
Август	803	768	736	719	695	660	641	639
Сентябрь	654	619	589	540	486	454	400	355
Октябрь	510	465	406	344	267	208	173	122

Ноябрь	358	308	254	194	127	84	56	34
Декабрь	298	234	184	126	84	47	-	-

В качестве примера использования плоских солнечных коллекторов использован объект, представляющий собой общеобразовательное учреждение школы на 1100 мест, реализующее программы начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования и осуществляет образовательный процесс в соответствии с уровнями общеобразовательных программ трех ступеней общего образования:

I ступень - начальное общее образование (1-4 классы);

II ступень - основное общее образование (5-9 классы);

III ступень - среднее (полное) общее образование (10-11 или 8,9,10,11 классы).

Школа выполняет социальную функцию центра учебно-воспитательной работы в жилой среде. Для управления, организации, проведения и контроля учебно-воспитательного процесса предусматривается широкое применение технических средств обучения, электронно-вычислительной техники, в том числе на уровне системы обслуживания сети учебно-воспитательных зданий. Соотношение параллелей учащихся начальной, основной и старшей школ принято – 5:5:5. Работа школы предусмотрена в одну смену. Наполняемость класса – 25 человек. Численность персонала составляет 119 человек, в том числе 15 человек по столовой.

Расчет нагрузок здания, выполненный по требованиям [6], представлен в таблице 2.

Таблица 2. Показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании школы.

Наименование	Объем, м ³	Периоды года при t _н , °С	Расход тепла, Вт (Гкал/ч)				Расход холода, кВт	Установленная мощность эл. двигателей, кВт
			на отопление	на вентиляцию	на горячее водоснабжение	общий		
1,2 блок		-19	525870 (0,45216)	517360 (0,44485)	154000 (0,13242)	1197230 (1,02943)		107,61*
1,2 блок		30					36,7	
3 блок		-19	178780 (0,15372)	156320 (0,13441)	91000 (0,07824)	426100 (0,36638)		59,43*
3 блок		30						
4 блок		-19	287520 (0,24722)	579030 (0,49788)	444500 (0,3822)	1311050 (1,1273)		191,8*
4 блок		30						
Итого			992170 (0,85311)	1252710 (1,07714)	689500 (0,59286)	2934380 (2,52311)	68,57	515,9*

Расчету и оптимизации подлежали расходы тепла на ГВС на каждый блок здания школы. При этом учитывался суммарный поток тепла горизонтальную поверхность для г. Ростова-на-Дону, представленный на рис. 2.

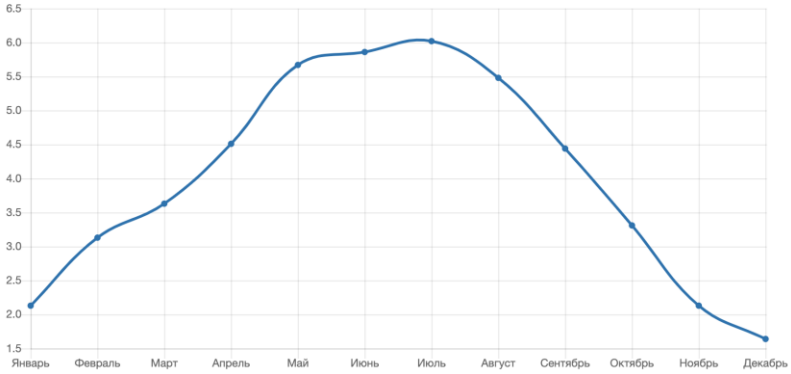


Рисунок 2. Количество тепловой энергии, приходящейся на горизонтальную поверхность для г. Ростов-на-Дону (47.8132, 41.6217), кВт*ч/м²

Выбор оптимального угла наклона [7] плоских солнечных коллекторов проведен с учетом данных по количеству тепловой энергии и ходу солнца.

Таблица 3. Расчет оптимального угла наклона плоских солнечных коллекторов.

Месяц	Солнечная инсоляция, кВт*ч/м²	Оптимальный угол наклона, °
Январь	2,13	63
Февраль	3,13	56
Март	3,63	42
Апрель	4,51	27
Май	5,67	14
Июнь	5,86	9
Июль	6,02	11
Август	5,48	24
Сентябрь	4,44	38
Октябрь	3,31	52
Ноябрь	2,13	61
Декабрь	1,64	64
Среднее за год	4,00	38,3

Расчет установки солнечного горячего водоснабжения школы при $\beta = 47^\circ$ на 250 литров теплоаккумулятора приведен в таблице 4.

Таблица 4. Расчет установки солнечного горячего водоснабжения школы при $\beta = 47^\circ$ на 250 литров теплоаккумулятора.

Показа тели	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t_{w2}, C°	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
t_{w1}, C°	10,0	15,0	15,0	15,0	15,0	20,0	20,0	20,0	15,0	15,0	15,0	10,0

t_e, C°	8,50	10,4 5	17,3	24,8 5	31,4	33,3 5	36,5	34,6 5	29,2	21,6 5	17,	12,2
$\sum Q_{\text{в}}$ Вт/м ²	193 2,1	263 5,4	454 2,8	449 3,7	514 7,0	523 3,1	492 9,4	515 5,6	466 0,1	318 2,9	157 9,9	104 4,2
A, м ²	49,4	21,5	7,95	7,3	5,8	5,1	5,28	5,1	6,6	11,7 4	49	262
η	0,18	0,28	0,43	0,48	0,52	0,52	0,53	0,53	0,51	0,42	0,20	0,07

В результате оптимизации оборудования систем солнечного ГВС здания школы принято решение об установке четырех независимых блока на каждой части здания школы, включающих в себя солнечные коллекторы arno Therm classic VFK 135D, установленные на основания с изменяемым углом наклона, водонагреватели бивалентные VIH SN 250/3 i с двумя теплообменниками и системой защиты от вскипания, запорной арматуры и расширительного бака. Количество оборудования, предполагаемого к установке, представлено в таблице 5.

Таблица 5. Оптимизация оборудования солнечного ГВС здания школы.

Номер блока	Расчетная нагрузка на ГВС, Вт (Гкал/ч)	Количество плоских солнечных коллекторов VFK 135D / Объем бивалентных водонагревателей VIH SN 250/3 i
1,2 блок	154000 (0,13242)	30 / 2000
3 блок	91000 (0,07824)	18 / 1000
4 блок	444500 (0,3822)	60 / 4000
Итого	689500 (0,59286)	108 / 7000

В результате оптимизации использования оборудования системы солнечного ГВС здания школы, состоящего из четырех блоков с различной тепловой нагрузкой для режима полного замещения и работы без дублера в мае-июне минимальное количество плоских солнечных коллекторов для работы в соответствии с требованиями норм количество плоских солнечных коллекторов снижено с 138 до 108, а теплоаккумулятор приведен к объему 7000 л.

Библиографический список

1. Толстова, Ю. И. Решение проблем безопасности при проектировании систем централизованного теплоснабжения / Ю. И. Толстова // Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур (SAFETY2016) : Сборник тезисов, Екатеринбург, 26–27 мая 2016 года / Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Строительный институт; НИЦ Надежность и ресурс больших систем и машин УрО РАН; Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union; MARUEEB; под редакцией В. Н. Алехина. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2016. – С. 269-272.

2. Цыганкова, Ю. С. Оценка транспортных потерь тепловой энергии через теплоизоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей: специальность 05.14.04 "Промышленная теплоэнергетика" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Цыганкова Юлия Сергеевна. – Томск, 2012. – 25 с.

3. Tikhomirov, S. Technical-economic justification of the choice of heat source autonomous heating schemes / S. Tikhomirov, G. Golubov, P. Syichev // MATEC Web of Conferences, Sevastopol, 11–15 сентября 2017 года. – Sevastopol: EDP Sciences, 2017. – P. 05015. – DOI 10.1051/matesconf/201712905015.

4. Амерханов, Р. А. Солнечное теплоснабжение / Р. А. Амерханов, В. В. Бутузов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – № 9. – С. 171-176.

5. Экспериментальные исследования плоских солнечных коллекторов, используемых для нужд автономных потребителей в южных регионах Российской Федерации / В. В. Кувшинов, Е. Г. Какушина, А. П. Кулемина [и др.] // Энергетические установки и технологии. – 2020. – Т. 6. – № 2. – С. 51-57.

6. Долгов, Н. В. Математическое моделирование комбинированного источника тепла с гелиоколлектором для системы горячего водоснабжения / Н. В. Долгов, Д. В. Выборнов, З. В. Удовиченко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2019. – № 5(139). – С. 58-66.

7. Торгашина, С. Н. Определение условий оптимизации конструктивно-технологических параметров солнечных коллекторов систем теплоснабжения для нужд горячего водоснабжения: специальность 05.23.03 "Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Торгашина Светлана Николаевна. – Волгоград, 2006. – 182 с.

АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ СО ВСТРОЕННЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ УТВЕРЖДЕННЫХ СП

Ахмаджонов А.А., Фарафонова Д.А., студенты 2-го курса 14 группы ИИЭСМ

Ходнева Д.С., студентка 2-го курса 16 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Тихомиров С.А., доц., к.т.н.

В России утверждены и применяются для расчета тепловых нагрузок зданий различные нормативные документы, среди которых нормы проектирования тепловой защиты [1, 2], нормы расчета нагрузок систем отопления и вентиляции [3], утвержденные нормы удельных расходов тепла на отопление и вентиляцию [4], и нормы расходов тепла на подогрев в системах ГВС [5]. Как известно [6], расчет тепловых нагрузок большую часть истории нормирования тепловой защиты был основан на классических уравнениях теплопередачи через многослойную плоскую стенку, имеющих ряд серьезных допущений, не позволяющих достаточно точно определить величину тепловых потерь [7]. Система нормирования развивалась и менялась, предоставив современным инженерам более точные способы определения тепловых нагрузок по величине потерь по глади, через линейные и точечные элементы наружных ограждающих конструкций.

Вместе с тем эти методики так же не позволяют провести моделирование теплового режима здания в динамике, хотя бы по причине отсутствия расходов тепла на нагрев самих наружных ограждающих конструкций и допущении о равенстве тепловых потоков в разных частях многослойных ограждающих конструкций.

Фактически застройщики, поручающие проектным группам определить нагрузки на системы отопления и вентиляции жилых зданий по данным норм тепловой защиты зданий и проектирования систем отопления и вентиляции, сталкиваются и с необходимостью подключения этих зданий к тепловым сетям. При проектировании тепловых сетей расчетные тепловые нагрузки, конечно, определяют по данным конкретных проектов нового строительства (п. 5.3 [4]), но при проверке полученных результатов с данными по удельным показателям максимальной тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию жилых домов получают существенную разницу искомым величин.

В ходе исследования подобной проверке подлежали здания, расположенные в г. Москве по адресу: Симоновская набережная, владение 1. Группа зданий состоит из 11 разноэтажных корпусов жилого назначения со встроенными помещениями общественного назначения, размещёнными на первом этаже жилых зданий, автостоянками на 1, -1 и -2 этажах. Корпуса с 1-го по 6-й включительно, а также общая для корпусов стилобатная часть, включающая этажи 1, -1 и -2-й, являются частью Этапа 1 строительства, с 7-го по 11-й – частью Этапа 2. Стилобатные части этапов 1 и 2 не соединены друг с другом. Корпуса 1, 4, 5, 6, 7, 10 и 11 представляют собой «башни» - односекционные здания высотой 19 этажей. На каждом жилом этаже «башни» располагается по 2 группы квартир и 2 межквартирных коридора, разделённых лестнично-лифтовым узлом. В ядре зданий расположено помещение уборочного инвентаря. На 1-м и 2-м этажах «башен» расположены входные вестибюли. Наружные двери вестибюлей 2-го этажа выходят на покрытие стилобатной части комплекса. Корпуса 2, 3, 8 и 9 – так называемые «скобки» - многосекционные здания С-образной в плане формы, переменной высоты от 12 до 18 этажей. В корпусах 3 и 8 расположены встроенно-пристроенные дошкольные образовательные организации (ДОО), занимающие по 3 этажа зданий. Входные вестибюли «скобок» двусветные и занимают по высоте 1-й и 2-й этажи. На последних этажах жилых корпусов расположены жилые квартиры с увеличенной высотой потолка (пентхаусы).



Рисунок 1. Ситуационный план площадки строительства

В соответствии с данными раздела АР и объемно-планировочными показателями по каждому корпусу определены показатели энергетической эффективности, в том числе характеризующих годовую удельную величину расхода энергоресурсов в объекте капитального строительства. В таблице 1 приведены сводные данные по расчетной удельной характеристике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, удельные теплозащитные и вентиляционные характеристики, характеристики бытовых тепловыделений и тепловыделений от солнечной радиации. Приводятся расходы тепла за отопительный период и общие теплопотери здания. Нормативная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого многоквартирного здания 12 этажей и выше $q_{\text{норм}} = 0,29 \text{ Вт/м}^3\text{°C}$ в соответствии с [1] Таблица 14. Согласно приказа Минстроя РФ от 17.11.2017 N 1550/пр для вновь создаваемых зданий (в том числе многоквартирных домов), строений, сооружений удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию уменьшается с 1 июля 2018 г. на 20%. Величины отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого приведены в табл. 15 [1]. Максимально допустимое отклонение расчетного значения от нормируемого составляет 0% (т.к. при расчёте нормируемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций используется коэффициент, учитывающий особенности района строительства отличающийся от 1).

Таблица 1. Показатели, определенные для жилого комплекса в соответствии с расчетом по [1, 2]

	$q_{\text{от}}^p$	$k_{\text{об}}$	$k_{\text{вент}}$	$k_{\text{быт}}$		q	$Q_{\text{от}}^r$	
--	-------------------	-----------------	-------------------	------------------	--	-----	-------------------	--

№ СТРОЕНИЯ					$k_{\text{рад}}$			$Q_{\text{общ}}^r$
КОРПУС 1	0,111	0,103	0,076	0,061	0,031	63,43	835140	1343834
КОРПУС 2	0,98	0,101	0,075	0,067	0,039	51,49	1103727	1979536
КОРПУС 3	0,104	0,105	0,078	0,066	0,042	56,77	1317019	2323657
КОРПУС 4	0,119	0,107	0,087	0,063	0,041	64,49	929852	1618468
КОРПУС 5	0,119	0,124	0,080	0,065	0,051	68,27	780678	1340670
КОРПУС 6	0,118	0,121	0,081	0,065	0,050	66,77	773048	1323531
КОРПУС 7	0,105	0,118	0,068	0,061	0,050	59,19	666275	1181930
КОРПУС 8	0,112	0,108	0,085	0,070	0,041	61,56	1067756	1837210
КОРПУС 9	0,098	0,105	0,073	0,067	0,041	54,21	987729	1791223
КОРПУС 10	0,173	0,108	0,137	0,063	0,037	91,59	1459092	2062889
КОРПУС 11	0,125	0,120	0,088	0,064	0,049	70,87	844684	1403046

В соответствии с частью 1 статьи 12 Федерального закона N 261-ФЗ класс энергетической эффективности многоквартирного дома, построенного, реконструированного или прошедшего капитальный ремонт и вводимого в эксплуатацию, а также подлежащего государственному строительному надзору, устанавливается органом государственного строительного надзора субъекта Российской Федерации в соответствии с Правилами определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов (приказ №399/пр Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов от 6 июня 2016 года). Класс энергетической эффективности многоквартирного дома указывается в заключении органа государственного строительного надзора о соответствии построенного, реконструированного, прошедшего капитальный ремонт многоквартирного дома также требованиям энергетической эффективности. Таким образом для проектируемых жилых домов класс энергетической эффективности на стадии разработки проекта (стадия П) не определяется. При определении тепловой нагрузки по [3] по проекту суммарная нагрузка на жилой комплекс приведена в таблице 2.

Таблица 2. Показатели, определенные для жилого комплекса в соответствии с расчетом по [3]

Наименование этапа	Расход теплоты, ГКАЛ/Ч		
	Отопление	Вентиляция и тепловые завесы	Технология бассейнов
Этап 1	4,603	3,784	-
Этап 2	3,700	3,334	0,403
Всего:	8,303	7,118	0,403

При установлении лимитов тепловой нагрузки объекта при подключении к тепловым сетям в соответствии с требованиями ПАО «МОЭК» устанавливается в следующем количестве:

Таблица 3. Показатели, определенные для жилого комплекса в соответствии с расчетом по требованиям ПАО «МОЭК»

Наименование объекта подключения	Тепловая нагрузка, ГКАЛ/Ч					
	Отопление	Вентиляция	Гвс ср.	Гвс макс	Всего (с учётом гвс ср.)	Всего (с учётом гвс макс.)
ИТП-1 (корп. 1,2,3,4,5,6) 1-этап	5,8131	3,2567	0,66	1,65	9,0477	10,0377
ИТП-1 (корп. 7,8,9,10,11) 2-этап	4,4567	3,071	0,9	1,96	8,4277	9,4877

Сравнительный анализ расчетных нагрузок, определяемых по [3] и с учетом требований к максимальному удельному расходу тепла на отопление и вентиляцию жилых зданий по Приложению В [4] показал, что значения тепловой нагрузки, определяемой по [4] имеет тенденцию к существенному снижению

Библиографический список

- СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1). М.: Минрегион России, 2012 год официальное издание.
- СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты (с Изменением N 1). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2018 год.
- СП 60.13330.2020 СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2021.
- СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 (с Изменением N 1). М.: Минрегион России, 2012 год официальное издание.
- СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий СНиП 2.04.01-85*. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2021.
- Матросов, Ю. А. Принципы проектирования и контроля теплозащиты зданий / Ю. А. Матросов // Жилищное строительство. – 2005. – № 4. – С. 8-14.

7. Иванов, В. В. Нестационарные процессы теплопереноса через ограждающие конструкции / В. В. Иванов, С. А. Тихомиров. – Ростов-на-Дону : ФГБОУ ВПО Ростовский государственный строительный университет, 2014. – 117 с.

О ПОДБОРЕ ВЕНТИЛЯТОРА ПРИТОЧНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В НЕЗАДЫМЛЯЕМОЙ ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКИ Н2 ПРИ ПОЖАРЕ

Кириллова Г.А., Кожевникова Д.В., студентки 4-го курса 16 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Белова Е.М., доц., к.т.н.

По принятой в Российской Федерации классификации незадымляемые лестничные клетки подразделяются на три типа:

— Н1 — незадымляемость обеспечивается за счет устройства входов в лестничные клетки через наружную (воздушную) зону по балконам, лоджиям и открытым переходам;

— Н2 — незадымляемость обеспечивается за счет подачи наружного воздуха при пожаре в объем лестничной клетки;

— Н3 — незадымляемость обеспечивается за счет подачи наружного воздуха при пожаре в объем тамбур-шлюза перед лестничной клеткой.

С целью предотвращения распространения продуктов горения при пожаре по вертикали в зданиях, оборудованных незадымляемыми лестничными клетками, необходимо устраивать подачу наружного воздуха в лестничные клетки типа Н2, тамбур-шлюзы лестничных клеток Н3 и шахты лифтов для создания в них избыточного по отношению к смежным помещениям давления. В соответствии с [1] расчеты параметров систем приточной противодымной вентиляции проводят:

— при открытых дверях на путях эвакуации из коридоров, холлов или непосредственно из помещений на этаже пожара в лестничную клетку при закрытых остальных дверях здания;

— при открытых дверях из здания наружу и закрытых дверях из коридоров и холлов на всех этажах.

Целью работы было выполнить расчеты параметров системы приточной противодымной вентиляции лестничной клетки 18-этажного дома по двум методикам для расчетных параметров наружного воздуха и двух режимов (открытая и закрытая входная дверь), а также для двух значений текущей температуры наружного воздуха -10°C и 0°C .

При выполнении расчетов используют одну из двух методик: ВНИИПО[2] и АВОК[3].

Рекомендации [2] содержат зависимости для определения параметров приточной системы противодымной вентиляции систем, не имеющих выраженного алгоритма, последовательности и разъяснений, достаточных

для инженерного применения. Используются зависимости и технические данные со ссылкой на устаревшие нормы.

Рекомендации [3] имеют порядок расчета более удобный для применения в инженерных целях, но не учитывают некоторых положений, приведенных в рекомендациях [2], содержат некоторые неточности.

В ходе расчетов оказалось, что некоторые зависимости требуют уточнения, в частности формулы для определения расходов воздуха, проникающих через неплотности окон в наружной стене лестничной клетки и внутренних дверей на выходе из лестничной клетки на этаж.

В рекомендациях [3] для дверей и окон используются разные зависимости: для дверей - характеристика сопротивления газопроницанию, для окон - удельная характеристика воздухопроницаемости, но использованы зависимости для расхода воздуха через неплотности на основе квадратичного закона сопротивления.

Расход воздуха, фильтрующегося через закрытые окна и двери не может рассчитываться по квадратичному закону сопротивления, так как режим движения через щели - ламинарный или переходный, поэтому показатель степени либо 1 для ламинарного режима (закрытая дверь), либо 2/3 для переходного режима (окно)[4].

Массовый расход воздуха $G_{и1}$, кг/ч, через неплотности окон и балконных дверей, других внутренних дверей при известном значении воздухопроницаемости для определенного перепада давления при испытании составляет:

$$G_0 = G_{\text{норм}} \left(\frac{\Delta p_i}{\Delta p_0} \right)^n A_0,$$

где A_0 - площадь окон или дверей, м²;

Δp_i - расчетная разность давлений на поверхностях окон и внутренних дверей соответственно на расчетном этаже, Па;

Δp_0 - разность давлений по обе стороны конструкций, для которой экспериментально определено нормируемое поперечное воздухопроницание, Па;

$G_{\text{норм}}$ - нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(м²·ч).

n - коэффициент, учитывающий режим движения воздуха через неплотности.

Только для открытых проемов окон и дверей наблюдается турбулентный режим, закон сопротивления квадратичный и $n=0,5$, переходный - для закрытых окон и дверей при движении воздуха через щели режим движения, ламинарный - для окон повышенной герметичности и дверей с усиленными защитными функциями. Например, для деревянных окон в [5] принято значение $n=0,67$, для окон с профилями из пластика это значение может быть выше и даже равно 1.

Поэтому во втором варианте расчета были использованы данные по воздухопроницаемости для окон и дверей из табл. 9 [5] и из [6]. В табл. 9 [5]

приводится значение нормируемой поперечной воздухопроницаемости ограждающих конструкций $G_{\text{норм}}$, кг/(м²·ч). Для окон жилых зданий с пластмассовыми или алюминиевыми переплетами при $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$: $G_{\text{норм}}=5$ кг/(м²·ч), для входных дверей в квартиры $G_{\text{норм}}=1,5$ кг/(м²·ч), для наружных входных дверей в жилые здания $G_{\text{норм}}=7$ кг/(м²·ч).

По эксплуатационным характеристикам (объемной воздухопроницаемости Q_1 при $\Delta p_0=100 \text{ Па}$) стальные дверные блоки групп А (двери наружные входные в здания и сооружения), Б (двери входные в квартиры с лестничных клеток), Г (двери наружные входные в здания и двери входные в квартиры с усиленными защитными функциями) по [6] (п. 4.1.3) подразделяют на классы 1, 2, 3:

объемная воздухопроницаемость Q_1 не более $9,0 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{ч})$

объемная воздухопроницаемость Q_1 от 9 до $17 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{ч})$

объемная воздухопроницаемость Q_1 от 17 до $27 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{ч})$.

Удельный массовых расход может быть получен, если учесть плотность воздуха при стандартных условиях.

Были выполнены расчеты и проведено сравнение, результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Сводная таблица сравнения по методикам АВОК, ВНИИПО и актуализированный расчет утечек через окна и двери (3 вариант)

	Закрытая дверь			Открыта дверь	
		$L_{\text{вент}}$	$P_{\text{вент}}$	$L_{\text{вент}}$	$P_{\text{вент}}$
I	-26	19 751,93	324,48	35 294,06	462,25
	-10	19 626,85	278,45	36 306,87	414,98
	0	19 504,45	252,34	36 925,96	388,24
II	-26	18 995,90	322,64	36 541,19	470,23
	-10	19 918,88	279,90	38 460,84	427,89
	0	20 481,94	255,66	39 659,89	404,03
III	-26	8 963,19	294,24	20 863,14	382,65
	-10	9 227,15	251,30	21 746,96	339,13
	0	9 382,91	226,97	22 288,45	314,48

Продолжение таблицы 1

		Закрытая дверь		Разница расходов	Разница давлений
		$L_{\text{вент}}$	$P_{\text{вент}}$		
I	-26	19 751,93	58,84	1,04	0,18
	-10	19 626,85	34,81	0,99	0,12
	0	19 504,45	21,22	0,95	0,08
II	-26	18 995,90	322,64	-	-
	-10	19 918,88	279,90	-	-
	0	20 481,94	255,66	-	-
		Открытая дверь		Разница расходов	Разница давлений
		$L_{\text{вент}}$	$P_{\text{вент}}$		
I	-26	35 294,06	58,84	0,97	0,13
	-10	36 306,87	34,81	0,94	0,08
	0	36 925,96	21,22	0,93	0,05
II	-26	36 541,19	470,23	-	-
	-10	38 460,84	427,89	-	-
	0	39 659,89	404,03	-	-

Продолжение таблицы 1

		Закрытая дверь		Разница расходов	Разница давлений
		$L_{\text{вент}}$	$P_{\text{вент}}$		
I	-26	19 751,93	324,48	2,20	1,10
	-10	19 626,85	278,45	2,13	1,11
	0	19 504,45	252,34	2,08	1,11
III	-26	8 963,19	294,24	-	-
	-10	9 227,15	251,30	-	-
	0	9 382,91	226,97	-	-
		Открытая дверь		Разница расходов	Разница давлений
		$L_{\text{вент}}$	$P_{\text{вент}}$		
I	-26	35 294,06	462,25	1,69	1,21
	-10	36 306,87	414,98	1,67	1,22
	0	36 925,96	388,24	1,66	1,23
III	-26	20 863,14	382,65	-	-
	-10	21 746,96	339,13	-	-
	0	22 288,45	314,48	-	-

Вентилятор в системе противодымной вентиляции подбирают на максимальные расчетные параметры при температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обычно это вариант при открытых дверях из здания наружу. В процессе обязательных испытаний или при пожаре в начальный момент времени, когда включается вентилятор приточной системы ПДВ, двери из здания наружу закрыты, открываются двери на этаже пожара. При работе стандартного вентилятора в вентиляционной сети со значительно более крутой характеристикой возрастает давление в лестничной клетке на всех этажах, (особенно на верхних) при размещении вентилятора в верхней части лестничной клетки, и может превысить максимальное значение 150 Па. Это препятствует открыванию дверей на

таких этажах. Испытание проводят при температуре наружного воздуха отличающейся от расчетной, перепады давления снаружи и внутри меньше, чем для расчетных условий, поэтому даже при открытой двери давление на верхних этажах может превышать максимальное значение. Поэтому в инженерной практике предлагают использовать вентилятор с регулируемым числом оборотов и одновременно сбрасывать излишки давления через клапаны избыточного давления (КИД)[7].

На параметры расчетного режима по двум вариантам расчета: по методике АВОК[3] и с учетом скорректированного расчета расхода воздуха через закрытые окна и двери подобраны осевые вентиляторы ПОСТ-ОН:

1. №8 с колесом 36 потребляемая мощность 7,5 кВт число оборотов 1500 об/мин,
2. №8 с колесом 32 потребляемая мощность 4 кВт число оборотов 1500 об/мин.

Зависимость полного и статического давления вентиляторов для этих вариантов расчета и результаты подбора представлены на рис.1 и рис.2. В режиме закрытой входной двери характеристика вентилятора пересекается с измененной характеристикой сети в области срыва, где наблюдается неустойчивая работа осевого вентилятора при отсутствии регулирования, поэтому эта часть характеристики вентилятора не отражена на его характеристике сети. Работа осевого вентилятора в диапазоне расходов ниже левой границы характеристики вентилятора не допускается. Поэтому возникает необходимость в регулировании расхода воздуха в системе приточной противодымной вентиляции с использованием разных технических средств, чтобы поддерживать давление в лестничной клетке в заданных пределах и не допустить ее задымления. Однако регулирование расхода воздуха для осевых вентиляторов при использовании частотных преобразователей имеет ограничение, связанное с особенностями аэродинамической схемы осевых вентиляторов, что и приводит на практике к необходимости дополнительного использования КИД[7-9].

Выводы

Расчеты показали, что при высокой проницаемости наружных окон и внутренних дверей лестничной клетки и использовании зависимостей, не отражающих режим движения воздуха через неплотности, даже для варианта с открытой наружной дверью наблюдается превышение давления сверх максимального значения 150 Па. И здесь не поможет КИД, а надо использовать другие технические решения. В режиме закрытой наружной двери характеристика вентиляционной сети изменяется, становится более крутой, рабочая точка уходит влево и наблюдается еще больший рост давления на верхних этажах.

Уточнение методики АВОК при более точном расчете расходов воздуха через неплотности наружных окон и внутренних дверей позволило:

1. Значительно сократить расчетные расходы воздуха в системе приточной противодымной вентиляции и, соответственно, потери давления.

2. Значительно уменьшить потребляемую мощность и в 1,88 раза номинальную мощность осевого вентилятора системы приточной противодымной вентиляции, снизить стоимость вентилятора, так как основную часть его стоимости составляет стоимость электродвигателя, и нагрузку на систему энергоснабжения.

3. Уменьшить давление на верхних этажах лестничной клетки, чтобы не допустить превышения давления сверх нормируемого значения 150 Па.

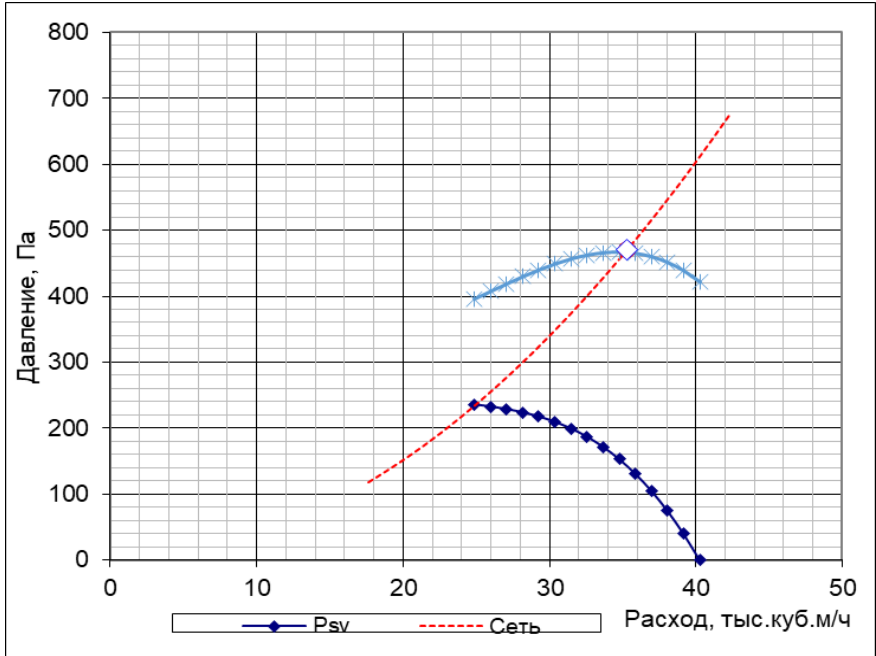


Рисунок 1. Характеристика осевого вентилятора ПОСТ-ОН-8-36-7,5х1500-Н-4-У2

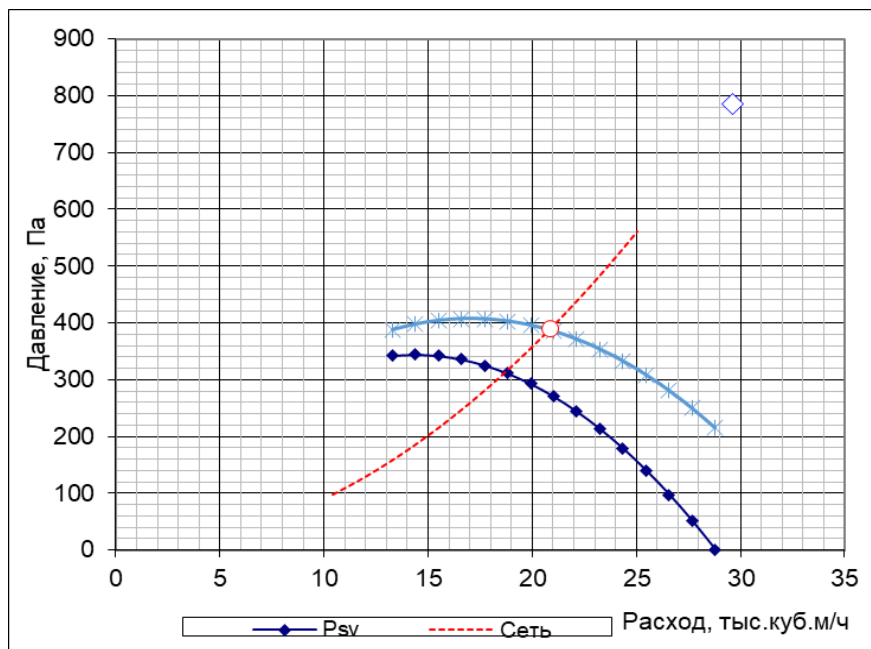


Рисунок 2. Характеристика осевого вентилятора ПОСТ-ОН-8-32-4x1500-N-4-У2

Библиографический список

1. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности (с Изменениями N 1, 2)
2. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013 «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий». М., 2013. 58 с.
3. Рекомендации АВОК 5.5.1-2018 «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий» // ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2018. 68 с.
4. Тертичник Е.И. Расчет требуемой величины притока в лестничную клетку в начальной стадии пожара// Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции. Третья Международная научно-техническая конференция. Сборник докладов.- М.:МГСУ, 2009. С.186-189.
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1)
6. ГОСТ 31173-2016 Блоки дверные стальные. Технические условия
7. Тур А.Н. Система подпора дыма с контролируемым давлением// Журнал «АВОК» №8 2020. С.26-29.
8. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха СНиП 41-01-2003
9. СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99*

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ИСТОЧНИКА ТЕПЛОТЫ ПРИ СОВМЕСТНОЙ НАГРУЗКЕ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Павленко Е.Д., студент 3-го курса 14 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Лушин К.И., к.т.н. (НИИ Строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук); Плющенко Н.Ю., старший преподаватель кафедры ТГВ

Источники теплоты для систем отопления и вентиляции могут характеризоваться различными особенностями. Ключевыми из них могут быть стоимость единицы вырабатываемой энергии и удельное количество вредных выбросов [1, 2]. Однако, не следует игнорировать и такие характеристики как доступность топлива, способ его подачи, возможности регулирования как поступления топлива, так и эффективности регулирования его сгорания. Для некоторых источников теплоты традиционное органическое топливо может не использоваться вообще. Такое разнообразие вариантов решения задачи теплоснабжения указывает на возможность и даже необходимость комбинирования различных источников теплоты с использованием их сильных сторон и нивелирование недостатков.

В качестве примера можно привести случаи с использованием для теплоснабжения зданий тепловых насосов типа «воздух-воздух». Сравнительно эффективные и экологичные в широком диапазоне умеренных температур наружного воздуха [3], они становятся почти непригодны для использования в период экстремальных заморозков. Исходя из возможности гибридного подхода к устройству теплоснабжения для таких случаев можно было бы согласиться с применением бустерного источника теплоты. В самом простом случае это может быть переход с преобразования электрической энергии в тепловую в ходе фазовых переходов в элементах теплового насоса на прямое преобразование на спиральях накаливания. Технически это легко реализуется. Причем, сам этот переход может реализовываться потребителем вручную или с применением простейшей схемы автоматизации. А для реализации такого плана не понадобится дополнительного сложного или дорогостоящего оборудования. Достаточно будет применить простые электрические конвекторы, которые будут большую часть времени простаивать без применения и включаться только в короткие периоды, когда тепловой насос будет работать в режиме минимальной эффективности. Это заодно должно будет защитить и сам тепловой насос от перегрузок, быстрого обледенения конденсатора и ускоренного износа. Следует помнить, что любой тепловой насос — это сложное многосоставное устройство, значительное число компонентов которого это продукция предприятий точного машиностроения (Рисунок 1).



Рисунок 1. Тепловой насос “воздух-воздух” от компании “Daikin”

Задавшись границами эффективности работы теплового насоса [4], представляется возможным теоретически сопоставить энергозатраты при комбинировании способов преобразования электроэнергии в теплоту в течение всего отопительного периода [5]. Или даже в годовом режиме. А также понять, для какой системы лучше использовать тепловой насос, а для какой эффективнее будет использовать органическое топливо.

На примере проекта индивидуального жилого дома была дана оценка использования энергии на отопление и вентиляцию в течение одного года. Потребление энергии системой вентиляции определялось, как мощность калорифера при известном перепаде температур при подогреве воздуха. Кривые графиков приведены к усредняющим линиям тренда для более наглядного сравнения и выявления наиболее затратной, с точки зрения теплоты, системы (Рисунок 2).

Использование подобного подхода позволяет принимать более взвешенные решения при определении возможных источников теплоты в зависимости от режима эксплуатации и других особенностей объекта. Так, из графика хорошо видно, что в самые холодные зимние дни спрос на теплоту со стороны и системы отопления и системы вентиляции был достаточно велик. И это указывает на необходимость задействования высокопотенциальных источников теплоты. Наиболее вероятно, построенных на использовании теплоты сгорания органического топлива.

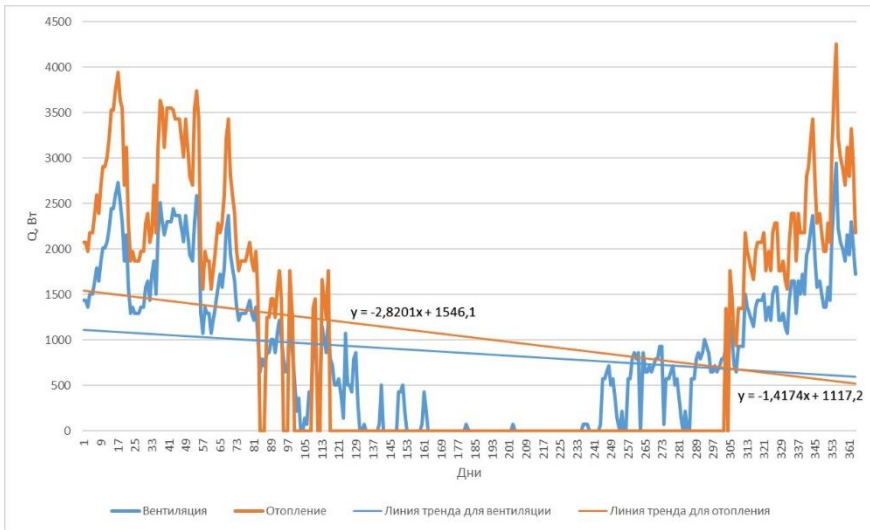


Рисунок 2. Сравнение затрат теплоты на отопление и вентиляцию

Так же на основании проведенного анализа можно сделать предварительный вывод, что система вентиляции рассматриваемого объекта требует меньше энергии, чем система отопления, однако работает на подогрев воздуха большее количество дней в году. Вообще, такой вывод можно отметить, как неожиданный. Предполагалось, что вентиляция, которая работает в жилом здании непрерывно в течение суток и каждый день, будет довольно затратна. Однако, не видится никакого противоречия в том, что по дням работы система вентиляции хотя и не требует большого запаса мощности, тем не менее дает в итоге также значительное потребление тепловой энергии. Следовательно, для системы вентиляции наилучшим решением будет высокоэффективный источник сравнительно малой мощности. Например, тепловой насос. Возможно, что стоит даже рассмотреть разделение источников теплоты для различных систем. Это позволит экономить не только на органическом топливе, но и на самом оборудовании, оптимизированном по мощности. А также обеспечить большую надежность теплоснабжения объекта в целом.

Отдельно следует подчеркнуть, что в анализе не были учтены другие инженерные системы здания. Например, кондиционирование воздуха и система горячего водоснабжения. Однако, это можно всегда выполнить при дальнейшем изучении объекта. А в таком представлении при сделанном сопоставлении хорошо виден вклад и сравнительное суммарное энергопотребление зданием теплоты, полученной от различных источников.

Библиографический список

1. Path of Optimized Engineering of HVAC Systems / V. G. Gagarin, K. I. Lushin,

V. V. Kozlov, A. Y. Neklyudov // Procedia Engineering, Dalian, 20–23 октября 2015 года. – Dalian, 2016. – P. 103-111. – DOI 10.1016/j.proeng.2016.06.359.

2. Лушин, К. И. Анализ тенденций изменения эффективности использования источников тепловой энергии для теплоснабжения объектов ЖКХ в регионах Центрального федерального округа Российской Федерации / К. И. Лушин // Естественные и технические науки. – 2014. – № 9-10(77). – С. 394-396.

3. Самарин, О. Д. Оценка влияния изменения климата на энергопотребление систем обеспечения микроклимата зданий / О. Д. Самарин, К. И. Лушин // Жилищное строительство. – 2020. – № 1-2. – С. 21-24. – DOI 10.31659/0044-4472-2020-1-2-21-24.

4. Хромов, Е. В. Сравнительная оценка климатических характеристик регионов России для первоочередного внедрения зданий с нулевым потреблением энергии / Е. В. Хромов, Е. Д. Павленко // Дни студенческой науки : Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов Института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ, Москва, 01–05 марта 2021 года. – Москва: Издательство МИСИ-МГСУ, 2021. – С. 264-270.

5. Малявина, Е. Г. Анализ годового энергопотребления на отопление и охлаждение офисного здания / Е. Г. Малявина, А. А. Фролова // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2017. – № 1. – С. 68-75.

СОПОСТАВЛЕНИЕ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СИСТЕМАМИ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ГODOVOM РЕЖИМЕ

Хромов Е.В., студент 3-го курса 14 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Лушин К.И., к.т.н. (НИИ Строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук); Плюченко Н.Ю., старший преподаватель кафедры ТГВ;

Своим распоряжением от 30 апреля 2021 года (№ 1152-р) Правительство Российской Федерации утвердило дорожную карту газификации, в которой поставлены цели достижения полной газификации всех населенных пунктов на территории страны уже к 2030 году. И следует отметить, что работа эта ведется иногда строго в соответствии с графиком, а для ряда регионов иногда – и с опережением. Все это означает, что преобладающим источником теплоты для систем коммунального и промышленного теплоснабжения в ближайшие годы будет оставаться прямая генерация теплоты за счет сжигания органического топлива. Однако, следует также учесть, что программа догазификации в скором времени завершится и новые подключения потребителей будут осуществляться с полной оплатой за собственный счет. Кроме того, в целом ряде проектов удаленность потребителей от централизованных источников топлива и тепловой энергии будут и дальше вынуждать использовать различные альтернативные источники энергообеспечения. В том числе, с

использованием местного топлива, которое не всегда экологично или удобно в применении.

В рамках исследовательского проекта [1] был проведен анализ зависимости затрат энергии на отопление и приготовление горячей воды для индивидуального жилого дома. В качестве исследуемого здания был выбран готовый проект загородного коттеджа для круглогодичного проживания. В качестве источника теплоты было принято использовать двухконтурный газовый котел, который бы мог обеспечивать бесперебойную выработку необходимого количества теплоты (Рис.1).

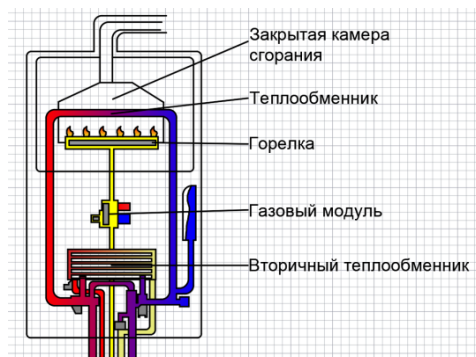


Рисунок 1. Устройство двухконтурного газового котла.

В проводимом исследовании использовались актуальные современные методы расчета мощностей систем отопления и горячей водоснабжения. Прежде всего, была создана сводная таблица теплотерь для всех помещений рассматриваемого объекта, предназначенная для определения необходимой расчетной мощности системы отопления [2]. Для системы горячей водоснабжения была выполнена сводная таблица, отражающая затраты энергии на производство горячей воды. Для наиболее наглядного представления потребления энергии был построен сравнительный график, отражающий потребность в энергии на создание необходимого количества теплоты для обеспечения работоспособности систем отопления и горячей водоснабжения (Рис.2). Также, следует уточнить, что используемые климатические данные, а также данные по потреблению воды жителями рассматриваемого здания являются реальными, т.е. температура наружного воздуха выбиралась по метеорологическим данным, а водопотребление - по реальным расходам воды одной среднестатистической семьи [3].

Таким образом, подробный и наглядный анализ соотношения мощности потребителей и их годового потребления топлива и энергии позволяет оптимальнее выбирать комбинацию источников теплоты с учетом экономического обоснования, экологических требований и технических возможностей.

С целью упрощения рассматриваемых кривых было принято решение ввести так называемую “линию тренда”, отражающую усредненное представление тенденций скачков графика. Используя такой подход, мы можем быстрее вычислять значение необходимых затрат на системы нашего сооружения с относительным отсутствием потерь точности в вычислениях.

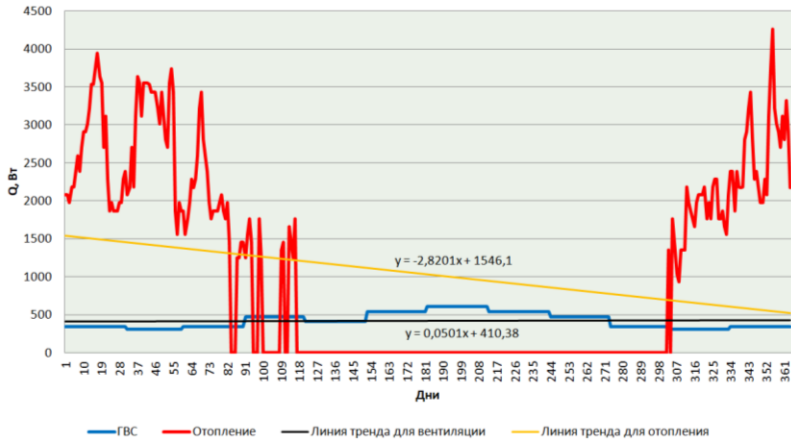


Рисунок 2. Графическое представление затрат теплоты на отопление и горячее водоснабжение

Также хочется отметить, что при сопоставлении графиков стало наглядно, что необходимость в теплоте на подогрев горячей воды является величиной постоянной, а для системы отопления эта необходимость носит сезонный характер, что является довольно предсказуемым заключением. Но при этом количество энергии, затрачиваемое за год на обеспечение дома необходимым количеством теплоты значительно выше, чем на нужды системы горячего водоснабжения.

В таком представлении при сопоставлении хорошо видно соотношение установочной мощности системы отопления и системы горячего водоснабжения [4]. А также общее годовое потребление энергии этими системами. Учитывая особенности требований к источнику теплоты различных потребителей, можно при дальнейшем анализе рационально, комбинировать источники теплоты и режим их работы. Так, тепловые насосы показывают высокую экономическую эффективность в заданном диапазоне температур внешней среды, однако имеют очевидные ограничения при нагреве теплоносителя до температур, характерных для систем горячего водоснабжения. При этом они остаются отличным решением для систем низкотемпературного отопления. Например, систем типа теплый пол [5].

Библиографический список

1. Хромов, Е. В. Сравнительная оценка климатических характеристик регионов России для первоочередного внедрения зданий с нулевым потреблением энергии / Е. В. Хромов, Е. Д. Павленко // Дни студенческой науки : Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов Института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ, Москва, 01–05 марта 2021 года. – Москва: Издательство МИСИ-МГСУ, 2021. – С. 264-270.
2. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения: монография. - М.: МГСУ, 2014 г. 208 с.
3. Самарин, О. Д. Учет неравномерности водопотребления на горячее водоснабжение при оценке режима работы водоподогревателей / О. Д. Самарин, К. И. Лушин // Энергосбережение и водоподготовка. – 2017. – № 2(106). – С. 38-41.
4. Чичерин, С. В. Методика оценки последствий перехода на закрытую схему горячего водоснабжения в системах централизованного теплоснабжения / С. В. Чичерин, С. В. Глухов, М. В. Глухова [и др.] // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2021. – Т. 11. – № 3(38). – С. 480-491. – DOI 10.21285/2227-2917-2021-3-480-491.
5. Лушин, К. И. О развитии исследований тепловых характеристик отопительного оборудования / К. И. Лушин // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2021. – № 6(1042). – С. 43-45.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

*Дербичева О.В., обучающаяся 11 Т класса ГБОУ Школа №1367
Научный руководитель – Титов Ю.В., учитель физики*

При выполнении проекта выполнено изучение проблем в работе системы вентиляции школьного здания, построенного в 1970 году по проекту 65-426/1 (проект создан Московским Институтом Типового и Экспериментального Проектирования под руководством А. Аврусова в 1964 году). По этому проекту построено почти 30% школ Москвы (более 400 зданий).

Для установления характеристик разрабатываемой системы вентиляции, после установления характеристик здания (материал стен, этажность, тип остекления, тип помещения согласно экспликации ТБТИ и т.п.), были выполнены расчеты:

1. Расчет количества углекислоты (CO_2), выдыхаемой людьми в актовом зале;
2. Расчет количества теплоты, выделяемой людьми в актовом зале при проведении массовых мероприятий, с учетом времени пребывания и интенсивности нагрузки;

3. Расчет количества теплоты, выделяемой обучающимися в спортивном зале при проведении занятий;

4. Расчет инсоляции выбранных помещений с учетом количества и площади оконных переплетов и ориентации школы относительно сторон света;

5. Расчет количества теплоты, выделяемой электроприборами, приходящегося на актовый и спортивный залы;

6. Расчет кратности воздухообмена в выбранных помещениях в течение часа. Кратность воздухообмена определяется по нормам [1-9] и зависит от: назначения помещения; количества оборудования, выделяющего тепло; количества людей (учеников) в помещении.

В качестве обследуемых были выбраны помещения актового и спортивного залов школы, расположение которых указано на рисунке 1.

Ощущение «духоты» в актовом зале дает не только повышенная температура (выше +24 °С), но и наличие выдыхаемой людьми углекислоты [1].

Расчет производится из следующих соображений: один человек выдыхает 1 л углекислоты за 1 минуту (согласно табл. А1, приложения А, ГОСТ Р ИСО 16000-26-2015 Воздух замкнутых помещений. Часть 26. Отбор проб при определении содержания диоксида углерода (СО₂) [7].



Рисунок 1. Расположение обследуемых помещений на поэтажном плане

За время проведения мероприятия (например, 1,5 часа = 90 минут) 150 человек выдыхают:

$$V_{\text{CO}_2} = 1\text{л/мин} * 150\text{ чел} * 90\text{ мин} = 13500\text{ л} = 13,5\text{ м}^3$$

Получаемая объемная концентрация углекислоты $C_{CO_2} = 1\%$.

Согласно требованиям таблицы 4 ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» допустимая концентрация углекислоты в помещениях детских учреждений – не более 0,5%, а у нас 1% [4]. Вывод: необходима интенсивная вентиляция.

Расчет теплопритоков от людей, находящихся в актовом зале при проведении массовых мероприятий, выполнен следующим образом: один человек выделяет 0,12 кВт*ч теплоты (источник ГОСТ Р 54261-2010), тогда за время проведения мероприятия (например, 1,5 часа = 90 минут) 150 человек выделяют:

$$n \text{ чел} * Q_0 \text{ кВт} * t \text{ ч} = Q \text{ кВт*ч},$$

где: n – количество человек в помещении, t – время нахождения людей в помещении, Q_0 – количество теплоты, выделяемое одним человеком, Q – итоговое количество теплоты. Следовательно,

$$150 \text{ чел} * 0,12 \text{ кВт} \cdot \text{ч} * 1,5 = 27 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

А также во время школьных занятий в актовом зале могут проходить отдельные репетиции классов, при которой от людей выделяется 2,43 кВт·ч теплоты. В общем количество теплоты за один день может достигать до 29,43 кВт·ч энергии. Для отвода теплоты у нынешней системы не хватает мощности. Вывод: необходимо соответствующее по мощности оборудование для охлаждения воздуха.

Расчёт количества теплоты, выделяемой людьми в актовом зале при проведении массовых мероприятий приведён в таблице 1.

Таблица 1. Таблица учета количества теплоты, выделяемой людьми в актовом зале при проведении массовых мероприятий

№ п/п	Количество времени	Количество человек	Вид нагрузки	Количество кВт·ч выделяемое одним человеком	Общее количество кВт·ч выделяемое за время урока
1	1 ак. час*	-	-	-	-
2	1 ак. час*	-	-	-	-
3	1 ак. час*	-	-	-	-
4	1 ак. час*	27	легкая	0,12	3,24
5	1 ак. час*	-	-	-	-
6	1 ак. час*	-	-	-	-
7	1 ак. час*	-	-	-	-
8	1 ак. час*	150	легкая	0,12	18,00
Общее количество кВт·ч за учебный день**					21,24
Среднее количество кВт·ч за учебный день					10,6
*один академический час = 45 мин					
** один учебный день – 8 академических часов					

По аналогичной методике выполнялись расчеты теплопритоков «от людей» для помещения спортивного зала.

Расчет инсоляции (солнечной радиации) помещений спортивного и актового залов: согласно СанПиН 2.2.1.2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к солнцезащите», инсоляция в залах равна:

$$S * n \text{ окон} * q_o = Q,$$

где S – площадь окна, n – количество окон, q_o – количество теплоты в кВт·ч, поступающее через 1 м^2 площади окон. Из чего следует:

$$Q = 3,65 * 7 * 0,035 = 0,9 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Интенсивная инсоляция в помещении проходит в первую половину дня, примерно с 12:00 до 13:30 часов.

Для расчета кратности смены воздуха мы воспользовались требованиями свода правил СП 118.13330.2012* «Общественные здания и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 31-06-2009) для спортивных залов без мест для зрителей и актовых залах-лекционных аудиториях в час кратность воздухообмена составляет 2 раза, но не менее $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одно место для актового зала и не менее $80 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного занимающегося для спортивного зала [8].

Для вентиляции актового зала требуется двукратная смена воздуха числом L в $\text{м}^3/\text{час}$.

$$L = V * 2,$$

где V – объем зала. Следовательно,

$$L_{-1} = 1518 \text{ м}^3/\text{ч} * 2 = 3036 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ – для спортивного зала;}$$

$$L_{-2} = 1350 \text{ м}^3/\text{ч} * 2 = 2700 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ – для актового зала.}$$

Исходя из полученных данных по расчету количества теплоты, образующегося в вентилируемых помещениях, по каталогу фирмы «Ксирон-Холод», выбираем по холодопроизводительности модель чиллера. Необходимая холодопроизводительность чиллера должна составлять не менее 26.8 кВт. Необходимый объем гидромодуля: не менее 307 литров.

Данным характеристикам соответствует холодильная установка ВМТ-Ксирон-20 с холодопроизводительностью - 31.9 кВт и температурой жидкости на выходе 21°C , запасом 19%. Схема холодоснабжения приведена на рисунке 2. Общее энергопотребление с учетом остановок $61,36 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

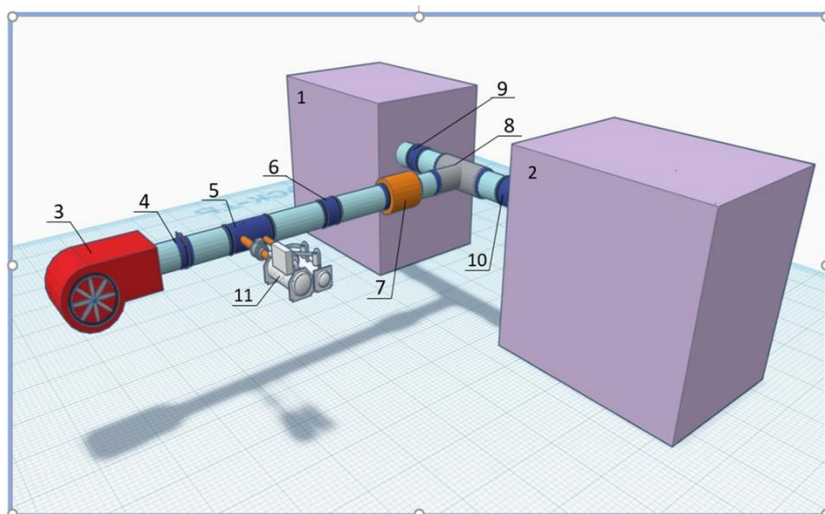


Рисунок 2. Схема модернизации системы вентиляции и кондиционирования: 1. Помещение спортивного зала; 2. Помещение актового зала; 3. Вентилятор нагнетательный; 4. Оттеупорная заслонка; 5. Отвод чиллера; 6. Дроссель-клапан; 7. Глушитель; 8. Тройник; 9, 10 Шиббер (заслонка); 11. Чиллер

Библиографический список

1. «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» справочное пособие, Москва, изд. «Пантори», 2003 год.
2. «Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика» учебное пособие, Москва, изд. «Арина», 2000 год.
3. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»- Минюст России, 2020 – 54 с.
4. ГОСТ 30494-2011 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях" - М.: Стандартинформ, 2013 - 15 с.
5. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»- М.: Минрегион России, 2020 - 150 с.
6. СНиП 41.01.2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» - М.: ФГУП ЦПП, 2004 – 93 с.
7. ГОСТ Р ИСО 16000-26-2015 «Воздух замкнутых помещений». (Часть 26. Отбор проб при определении содержания диоксида углерода (CO₂)) - М.: Стандартинформ, 2019 – 27 с.
8. СП 118.13330.2012* "Общественные здания и сооружения" (актуализированная редакция СНиП 31-06-2009) - М.: Стандартинформ, 2013 – 118 с.
9. «Рекомендации по реконструкции зданий школ и дошкольных учреждений в районах комплексной реконструкции пятиэтажных жилых домов первого периода индустриального домостроения» - М.: ГУП НИАЦ, 2001 – 90 с.

**Секция «Теплоснабжение, газоснабжение и
котельные установки»**

УЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМАХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

*Ляпинков А.Г., студентка 4-го курса 14 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Жила В.А., проф., к.т.н.*

Россия – одна из лидирующих стран по добыче и использованию природного газа. За 2021 было добыто почти 770 млрд. м³, что на 10% больше чем в 2020 г. Уровень газификации достиг более 70%, а к 2022 году в рамках программы социальной газификации планируется подключить 2850 населенных пунктов. Учитывая все это, критически важно правильно выбрать систему газораспределения, обеспечивающую оптимальную надежность, долговечность и экономичность системы. Данная статья имеет целью показать экономическую целесообразность перспективной системы газораспределения [1-7].

Для расчета схемы мы уточняем давление в узле. Для этого мы вводим значение поправочного давления. Потери давления складываются из давлений в узле, и на участках, прилегающих к этому узлу. Эти величины мы будем называть поправочными давлениями первого и второго порядка соответственно. Имеем функцию капитальных затрат, зависящую от ряда параметров, в числе которых расход, длина и потери давления

$$\sum_1^n K = \sum_1^n b * a^{0,19} * Q^{0,38} * l^{1,19} * \delta p^{-0,19} \quad (1)$$

Эту функцию необходимо привести к минимуму. Согласно второму закону Кирхгофа, сумма потерь давления в кольце равна нулю, следовательно на функцию накладываются ограничения

$$\delta p_1 + \sum_1^n \delta + \delta p = 0. \quad (2)$$

Из курса математики мы знаем, что для нахождения экстремумов функции, на которую накладываются ограничения, используется лагранжиан. Функция Лагранжа

$$\phi = \sum_1^n b * a^{0,19} * Q^{0,38} * l^{1,19} * \delta p^{-0,19} + \sum_1^n \lambda * (\delta p_1 + \sum_1^n \delta + \delta p), \quad (3)$$

где λ – неопределенные множители, число которых будет равно числу конечных точек. Беря частные производные от функции, и производя вычитание соответствующих уравнений, получаем систему типа

$$\frac{\partial \phi}{\partial \delta p_n} = -b * a^{0,19} * Q_n^{0,38} * l_n^{1,19} * 0,19 \delta p_n^{-0,19} + \sum_1^n \lambda \quad (4)$$

где n – соответствующий участок газопровода. Далее, заменяя $A_i = Q_i^{0,38} * l^{1,19}$, и раскладывая систему в ряд Маклорена, получим конечные формулы для расчета поправочных давлений первого и второго порядка:

$$\Delta p^I = \frac{\sum A_i * \delta p_i^{-1,19}}{1,19 \sum \frac{A_i * \delta p_i^{-1,19}}{\delta p_i}}; \quad (5)$$

$$\Delta p^{II} = \frac{\sum \Delta p_{cy}^I * \left(\frac{A * \delta p^{-1,19}}{\delta p} \right)_{y.c.y}}{\sum \frac{A_i * \delta p_i^{-1,19}}{\delta p_i}} \quad (6)$$

Для примера расчета приведём упрощенную схему города Ступино. Принимаем, что расход жилого одного жилого здания равняется 30 м³/ч, расход промышленных предприятий определяется в соответствии с [1] табл. 4. Трассировка сети показана на рисунке 1, данные приведены в соответствии с данными полученными из архитектурного бюро города Ступино.

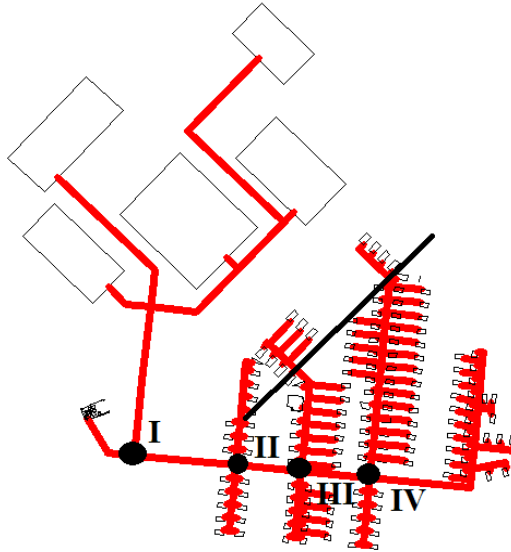


Рисунок 1. Схема газопроводов населённого пункта

Рассчитываем узловые поправочные давления Δp и оптимальные перепады давления на участках согласно формулам из [1] п.3. Результаты расчетов сводим в таблицу. Далее уточняем давление в узлах, используя формулы (5) и (6) до тех пор, пока увязка в узлах не будет меньше 10%. Результаты гидравлического расчёта приведём в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Таблица предварительного расчета диаметров газопроводов

Номер участка	Длина участка, м	Расчетный расход, м ³ /ч	d _{xs} , мм
1	583,9	35321	33,92
2	549,0	11370	22,34
3	906,3	10290	21,53
4	597,6	7032	18,71
5	875,9	2370	12,54

Таблица 2. Таблица расчета окончательных диаметров газопроводов

Номер участка	Длина участка, м	Расчетный расход, м ³ /ч	d _{xs} , мм
1	583,9	35320,6	32,37
2	548,97	11370	22,01
3	906,29	10290	21,21
4	597,63	7032	18,56
5	875,94	2370	12,85

Сравним экономию, полученную в результате сравнения выбранных диаметров. Расчет по $\Delta P/l = \text{const}$:

$$K=b\sum d * l = b * 73747$$

$$K=b\sum d * l = b * 72553$$

Таким образом отмечается снижение расчётной величины материальной характеристики на 1194 то есть на 1,62% от исходного значения.

Библиографический список

1. Свод правил по проектированию и строительству. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
2. Ионин А.А., Жила В.А. Газоснабжение. Учебник для вузов. М. 2011г.
3. СП 62.13330.2012 «Газораспределительные системы». Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002.
4. Газовые сети и установки. Учебное пособие для сред. проф. образования / Жила В.А., М.А. Ушаков, О.Н. Брюханов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 272с.
5. СТО 70238424.27.010.004-2009 «Тепловые сети. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования».
6. Жила В.А., Ключко А.К., Маркевич Ю.Г. Нахождение конфигурации газораспределительных сетей математическими методами // ИНТЕРНЕТ-ВЕСТНИК ВОЛГГАСУ. 2013. № 1. С. 1.
7. Ключко А.К. Разработка концепции рационального проектирования газораспределительных сетей методом итерационного поиска: дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2012. 173 с.

СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ И КОТТЕДЖАХ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ РФ

Локтева А.А., Дубовенко В.А., студенты магистратуры 2 курса 2 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – А.К. Ключко, 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 человек: первый - коттедж 199 м², второй - квартира 92,4 м², третий - квартира 188 м².

Рассмотрим варианты, когда объекты находятся в различных городах России. Параметры наружного климата приведены в таблице 1 [3].

Таблица 1. Климатологические данные в МО

№ п/п	Пункт	$t_p, ^\circ\text{C}$	$Z_{оп}, \text{сут}$	$t_{от.ср}, ^\circ\text{C}$	$v_p, \text{м/с}$
1	2	3	4	5	6
1	Дмитров	-26	210	-2,8	3,0
2	Москва	-26	204	-2,2	1,8
3	Краснодар	-15	146	2,7	2,6
4	Воронеж	-24	190	-2,4	3,2
5	Казань	-29	207	-4,7	3,1
6	Челябинск	-32	212	-6,6	2,3
7	Новосибирск	-37	222	-7,9	3,6

На рисунке 1 приведены чертежи коттеджа. Размеры в плане 12,4x13,6, общая площадь 199,36 м², жилая площадь 105,22 м², материал стен - газобетон. Согласно произведенным расчетам в таблице 2 представлены нагрузки на систему отопления.

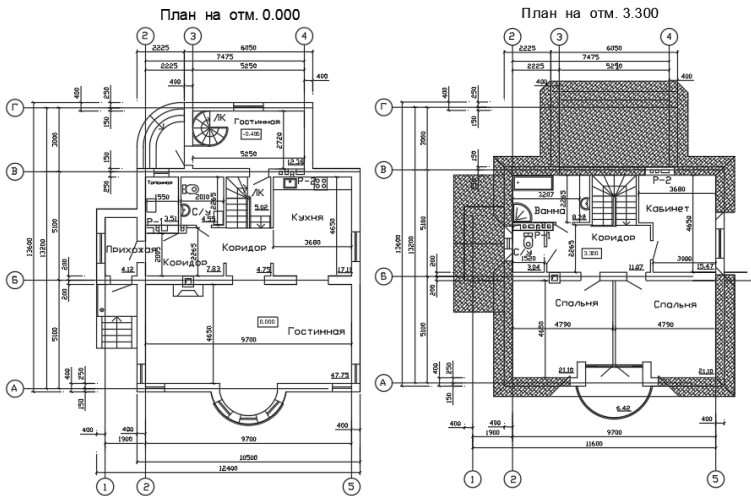


Рисунок 1. Чертежи коттеджа

Таблица 2. Мощность системы отопления коттеджа

№	Город	$t_p, ^\circ\text{C}$	$Q_{огр}, \text{Вт}$	$Q_{инф}, \text{Вт}$	$Q_{вент}, \text{Вт}$	$Q_{от}, \text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7
1	Дмитров	-26	12341,94	1102,68	6426,774	19084,75
2	Краснодар	-15	10599,34	687,768	4942,456	15738,96
3	Воронеж	-24	12082,18	1121,55	6156,898	18555,5
4	Казань	-29	12926,26	1161,46	6831,59	20090,72
5	Челябинск	-32	12247,62	951,92	7236,40	19775,80
6	Новосибирск	-37	13196,79	1453,66	7911,092	21519,08

Годовое потребление тепла на отопление может быть определено через среднюю за отопительный период мощность [4,5]:

- среднее значение тепловой нагрузки на отопление за отопительный период:

$$Q_{от}^{cp} = Q_{от} \cdot \frac{t_{вн}^{cp} - t_{от}^{cp}}{t_{вн}^p - t_{от}^p}, \text{ Вт} \quad (1)$$

где $t_{вн}$ - температура воздуха внутри помещения, $^\circ\text{C}$; $t_{от}^{cp}$ - среднее значение температуры за отопительный период, $^\circ\text{C}$; $t_{от}^p$ - расчетное значение температуры для расчета системы отопления, $^\circ\text{C}$.

- годовое потребление тепловой энергии на отопление:

$$Q_{от}^{год} = \frac{Q_{от}^{cp} \cdot Z_{от}}{10^6}, \text{ МДж/год} \quad (2)$$

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:

$$Q_T = \frac{T \cdot z \cdot Q_p \cdot (t_{вн} - t_{ср.от.})}{(t_{вн} - t_n)}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (3)$$

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; $t_{вн}$ - внутренняя температура воздуха; $t_{ср.от.}$ - средняя температура за отопительный период; t_n - температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92.

Годовой расход тепла на систему отопления с газовым котлом:

$$Q_o^{год} = \frac{24 \cdot Q_o^{cp} \cdot n}{Q_n^p \cdot \eta \cdot 1,163}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (4)$$

где n - продолжительность отопительного периода, сут; η - КПД отопительной системы; Q_n^p - низшая теплота сгорания газа, она определяется, исходя из состава газа, в расчетах необходимо принимаем 8169 ккал/м³).

На рисунок 2 приведены чертежи квартиры №1. Общая площадь 92,4 м².

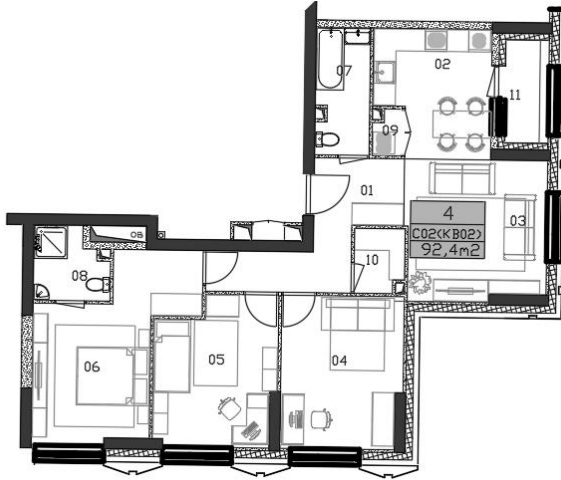


Рисунок 2. План квартиры №1 92,4 м²

Согласно произведенным расчетам в таблице 3 представлены нагрузки на систему отопления.

Таблица 3. Мощность системы отопления квартиры №1 92,4 м²

№	Город	tr, °C	Q _{огр} , Вт	Q _{инф} , Вт	Q _{вент} , Вт	Q _{отв} , Вт
1	2	3	4	5	6	7
1	Дмитров	-26	2590	170	1690	4450
2	Москва	-26	2560	165	1650	4210
3	Краснодар	-15	1990	110	1290	3390
4	Воронеж	-24	2490	165	1620	4275
5	Казань	-29	2770,00	195,00	1800,00	4765
6	Челябинск	-32	2930,00	210,00	1910,00	5050
7	Новосибирск	-37	3190	250	2090	5530

На рисунке 3 приведены чертежи квартиры №2, общая площадь которой 211 м².

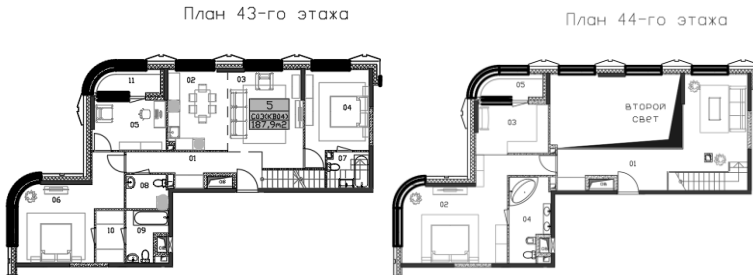


Рисунок 3. Чертежи квартиры №2 187,9 м²

Согласно произведенным расчетам в таблице 4 представлены нагрузки на систему отопления.

Таблица 4. Мощность системы отопления квартиры 187,9 м²

№	Город	t_p , °С	$Q_{огр}$, Вт	$Q_{инф}$, Вт	$Q_{вент}$, Вт	$Q_{от}$, Вт
1	2	3	4	5	6	7
1	Дмитров	-26	5870	610	2070	8550
2	Москва	-26	5140	590	4060	9790
3	Краснодар	-15	4490	390	1580	6460
4	Воронеж	-24	5610	570	1980	8160
5	Казань	-29	6210,00	670,00	2210,00	9090
6	Челябинск	-32	6600,00	730,00	2340,00	9670
7	Новосибирск	-37	6643	790	2570	10003

Сведем в таблицу 5 все сравниваемые величины по трем рассматриваемым объектам и 7 различным городам.

Таблица 5. Сравнительный анализ потребления тепловой энергии для различных вариантов

Город	Коттедж 199 м ² (электрический котел)		Коттедж 199 м ² (газовый котел)		Квартира №1 92,4 м ²		Квартира №2 187,9 м ²	
	Q, МДж/год	Р, тыс. руб/год д	Q, м3/год	Р, тыс. руб/год д	Q, МДж/год д	Р, тыс. руб/год д	Q, МДж/год д	Р, тыс. руб/год д
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дмитров	178908,0 5	183,88	5812,1 4	35,80	40019,35	19,10	76891,12	36,70
Москва	-	-	-	-	38205,00	22,43	85544,00	51,20
Краснодар	103561,5 0	90,90	3364,3 8	22,91	21137,05	10,46	40278,86	19,92
Воронеж	161574,1 6	162,92	5249,0 2	32,68	35727,19	17,61	68195,05	33,61
Казань	188113,7 8	139,52	6111,2 1	37,10	42958,38	15,86	81949,98	30,25
Челябинск	191847,4 4	113,51	6232,5 0	32,10	47317,23	20,57	90605,46	39,39
Новосибирск	209174,9 0	131,90	6795,4 1	39,55	51918,39	18,66	93913,13	33,75

Наибольшее годовое потребление тепловой энергии на отопление будет при проживании в коттедже 199 м². Этот же вариант проживания является и самым затратным во всех городах при использовании электрического котла. При использовании газового котла проживание в коттедже выходит даже дешевле, чем в квартире №2 с сопоставимой квадратурой жилой площади в Москве, Челябинске и Воронеже. Наименее энергозатратный и дешевый вариант это – проживание в квартире №1 92,4 м², т.е. вариант с наименьшей

квadrатурой. Таким образом, проживание за городом не всегда оказывается дороже проживания в квартире в городе, все зависит от площади помещений, города и вида потребления тепла.

Библиографический список

1. Penny Lane Realty: на рынке загородной аренды начинается ажиотаж [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.irm.ru/news/133898.html>, свободный. (Дата обращения: 15.02.2022).
2. Как коронавирус изменит рынок недвижимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.irm.ru/articles/41004.html>, свободный. (Дата обращения: 15.02.2022).
3. СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология": утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2020 г. N 859/пр и введен в действие с 25 июня 2021 г. Доступ из справ. -правовой системы Гарант. – Текст – электронный. (Дата обращения: 19.02.2022).
4. 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.
5. Внутренние санитарно-технические устройства: справочник проектировщика. В 3 ч. Ч.1. Отопление / В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканава и др.: Изд 4-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990.

ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОНОМНОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

*Титов М.А., Лакутин А.Р., студенты 4-го курса 12 группы ИИЭСМ
Научные руководители – Ключко А.К., доц., к.т.н.; Ефремов Р.В., доц., к.т.н*

Процесс дезурбанизации развивается активными темпами. Необходимость организации качественного уровня жизни вне черты городской застройки становится всё более актуальным. И вопрос обеспечения горячего водоснабжения(ГВС) коттеджа занимает важное место в процессе жизнедеятельности человека. При этом необходимо обеспечить соблюдение требования нормативных документов [1, 2, 3, 4, 5].

В случае нагрева воды от энергии электрических сетей возможно использовать водонагреватели проточные или ёмкостные. Ёмкостные водонагреватели рекомендуется применять в случае, если электрические мощности, выделенные на коттедж, не достаточны, так как для водонагревателей проточного типа необходимая мощность составляет 15-20 кВт.

Ёмкостные электрические водонагреватели просты в устройстве и надежны. Устройство ёмкостного водонагревателя показано на рисунке 1.

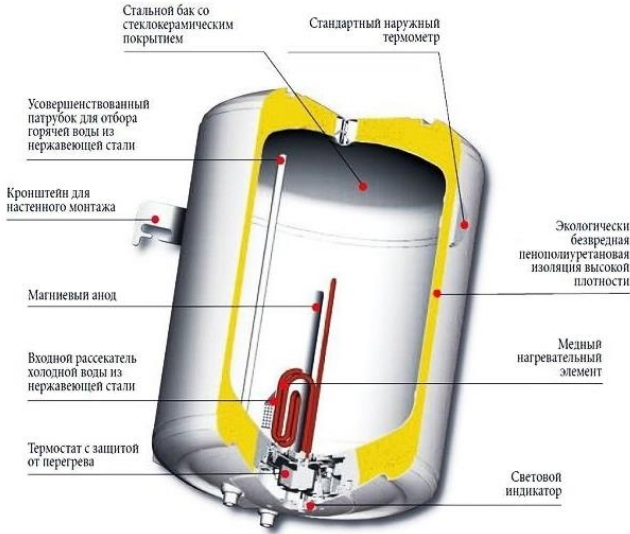


Рисунок 1. Принципиальная схема устройства ёмкостного водонагревателя [6]

Основные элементы водонагревателя: внутренний бак и нагревательный элемент. Объем накопительной части бака у как правило варьируется от 10 до 200 литров, а электрическая мощность 1,0 - 5 кВт.

Рекомендации по определению требуемого объема ёмкостного водонагревателя в большинстве источников выглядят следующим образом (рисунок 2).

Количество человек	1	1	2	3-4	4-5
Количество точек потребления	1	2	3	4	
Мощность электросети: слабая/средняя/высокая	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓
Рекомендуемый объем	10 - 30 л	30 - 50 л	50 - 80 л	80 - 150 л	150 - 200 л
Подходящие серии водонагревателей					
	Малолитражные водонагреватели	Водонагреватели стандартного объема		Водонагреватели большого литража	

Рисунок 2. Рекомендации по подбору требуемой ёмкости водонагревателя [7]

Из информации данных рекомендаций видно, что бака ГВС объёмом 80 литров достаточно для семьи из 2 - 4 человек.

Достоверность этого утверждения возможно проверить при помощи эксперимента в городских условиях, так как все квартиры оснащены счётчиками ХВС и ГВС, а также имеется доступ к требуемому количеству горячей воды без ограничений.

Необходимое количество воды для приёма душа определим следующим образом:

- фиксируем начальные показания счётчиков ХВС и ГВС до приёма душа
- фиксируем конечные показания счётчиков ХВС и ГВС после приёма душа.

Требуемый объём воды для приёма душа приведём в таблице 1:

Таблица 1. Экспериментальные показания приборов учёта воды

показания	ХВС, м ³	ГВС, м ³
до	537,6884	393,7141
после	537,7152	393,7879
Δ	0,0268	0,0738

Экспериментально мы определили, что холодной воды израсходовано 26,8л, горячей – 73,8 л. Суммарно – 100.6 л воды на приём 1 душа конкретным человеком. Из эксперимента видим, что бака размером менее 80 л с трудом хватает на 1 человека, а на 2 человека такого объёма уже недостаточно. Также для справки из экспериментальных данных рассчитаем температуру воды для душа по формуле (1). Расчётные параметры представим в таблице 2:

Таблица 2 Вспомогательная таблица для определения температуры воды

вода	V, л	ρ , кг/л	m, кг	t, °C
ХВС	26,8	1,00000	26,8	5
ГВС	73,8	0,98375	72,6	60
смесь	100,6	-	99,5	45,2

$$t_{см} = \frac{m_x \cdot t_x + m_r \cdot t_r}{m_x + m_r} = \frac{26,8 \cdot 5 + 72,6 \cdot 60}{26,8 + 72,6} = 45,2^\circ\text{C} \quad (1)$$

В случае если в коттедже установлен ёмкостной нагреватель на 80 литров, то после 1 принятия душа (как в проведённом эксперименте) в баке останется не израсходовано: 80 - 73,8 = 6,2 л. Получается, чтобы принять ещё один такой душ, ёмкостному водонагревателю понадобится нагреть ещё 73,8-6,2 = 67,6 л воды. При этом необходимое время нагрева воды при электрической мощности равно 1,5 кВт в расчётном зимнем режиме (температура ХВС - 5°C) по формуле (2) составит:

$$\tau = \frac{Q}{N \cdot 3600} = \frac{mc(t_r - t_x)}{N \cdot 3600} = \frac{\rho V c (t_r - t_x)}{N \cdot 3600} = \frac{67,6 \cdot 0,98375 \cdot 4,187 \cdot (60 - 5)}{1,5 \cdot 3600} = 2,84 \text{ч} \quad (2)$$

В привычном нам формате времени это 2 часа 50 минут 10 секунд. Данное обстоятельство свидетельствует, что для двух и более человек понадобится увеличить ёмкость.

Получить требуемый объём воды возможно либо приобретением 1 бака необходимой ёмкости или соединения ёмкостей каскадом последовательно или параллельно как на рисунке 3. Более предпочтительной является схема с параллельным присоединением нагревателей, а суммарный требуемый объём нагреваемой воды рекомендуем принимать равным двукратному объёму, определённому экспериментально по методике, описанной выше.



Рисунок 3. Схема соединения ёмкостных водонагревателей

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://twspb.ru/upload/shop_1/1/1/6/item_11657/Round-50-1.jpg (дата обращения: 25.02.2022).
7. URL: <https://kupasantehniky.ru/wp-content/uploads/c/5/f/c5fe7b62a3b7cf3825c4b1e4541224a1.jpg> (дата обращения: 25.02.2022).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КВАРТИРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ В ЖИЛОМ МНОГОКВАРТИРНОМ ЗДАНИИ

*Прилуцкий В., студент магистратуры 2-го курса 3 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Усиков С.М., доц., к.т.н.*

Постоянный рост цен на энергоресурсы и значительные темпы строительства жилищного сектора создают необходимость модернизации стандартных решений на рынке. Как правило, все основные инженерные системы здания потребляют тепло для создания комфортных условий пребывания человека. Теплоснабжение является одной из самых важных инженерных систем, без реализации которой тяжело говорить о функционировании каждой строительной единицы. Поэтому многозадачность и объемы ее использования, особенно если говорить о мегаполисах, приводят к попыткам увеличения эффективности или поиску решений способных конкурировать наравне с другими [1].

Одним из таких решений является применение квартирных тепловых пунктов. Воспользуемся определением из СП, тогда квартирный тепловой пункт - модульное устройство заводской готовности, рассчитанное для настенного или встроенного монтажа (в том числе непосредственно на теплоснабжающем стояке), преобразующее параметры теплоносителя и перераспределяющее (в зависимости от принятой схемы КТП) потоки теплоносителя в контур отопления и/или горячего водоснабжения квартиры и управляющее тепловыми нагрузками этих контуров [2]. Несомненным плюсом такого решения будет полностью индивидуальный учет потребляемой энергии конечным потребителем, что приведет к исключению проблемы необоснованных коммунальных платежей. Более того, квартирный тепловой пункт позволяет сэкономить на суммарном энергопотреблении здания за счет уменьшения количества прокладываемых стояков инженерных систем здания [3].

Для расчетного обоснования экономической целесообразности такого решения был проведен сравнительный анализ на примере жилого ста шестидесяти шести квартирного здания. Был взят рабочий проект отопления, в котором спроектирована горизонтальная двухтрубная система с лучевой поквартирной разводкой, и откорректирован по принципу решения с квартирными тепловыми пунктами. Стояки теплоснабжения прокладываются в шахтах, ранее использованных только для систем водоснабжения и канализации. Квартирные тепловые пункты по принципу зависимой схемы системы отопления и горячего водоснабжения устанавливаются скрыто в шахтах непосредственно на теплоснабжающем стояке. Пример такого исполнения от компании производителя VALTEC [4] показан на рисунке 1.

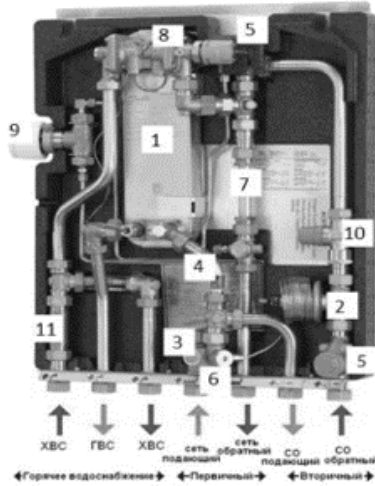


Рисунок 1. КТП с зависимой схемой подключения ГВС и СО

Целью сравнительного анализа было получить разницу капитальных затрат на инженерные системы здания при использовании квартирных тепловых пунктов, а также учесть разницу в последующих эксплуатационных затратах.

Одним из главных показателей, существенно влияющих на последующие преимущества такого решения, – уменьшение суммарной длины трасс внутренних трубопроводов. Полученные значения были отражены на рисунке 2.

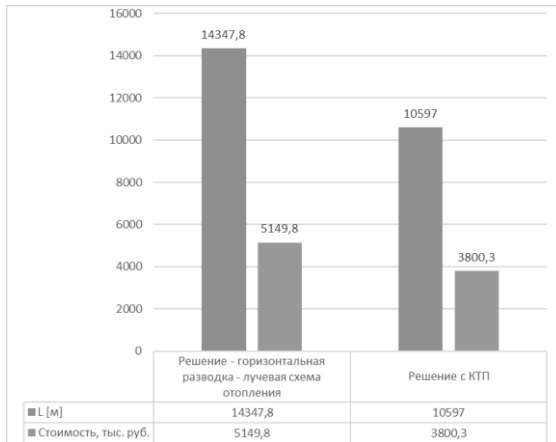


Рисунок 2. Диаграмма сравнительной длины и стоимости трубопроводов при переходе к решению с КТП.

На результат материалоемкости трубопроводов повлияло не только упрощение инженерных систем, но также и исключение из проекта стояков и магистралей горячего водоснабжения и циркуляции, прокладываемых вне квартиры.

Также ключевым фактором стало значительное уменьшение количества арматуры используемого в проекте, что значительно сокращает номенклатуру оборудования для составления сметы и уменьшает вероятность ошибки при закупке. Полученные значения разницы стоимости арматуры отражены на рисунке 3.

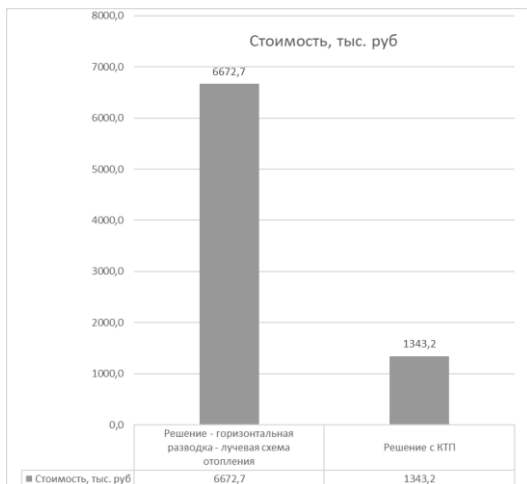


Рисунок 3. Диаграмма сравнительной разницы стоимости арматуры при переходе к решению с КТП.

В этом сравнении отсутствуют данные стоимости арматуры раздела водоснабжения. Фактические показатели капитальных затрат будут отличаться на большую величину с увеличением в пользу стандартного решения.

В графе дополнительных затрат учитывалась стоимость оборудования, которое не могло быть сгруппировано однозначно. В случае с решением с квартирными тепловыми пунктами принималась суммарная стоимость самих пунктов. В противоположном была учтена стоимость теплосчетчиков горячего водоснабжения и насоса циркуляции. Полученный итог сведен в таблицу 1. Стоит отметить, что в графе дополнительных затрат для стандартного решения, ввиду отсутствия полных данных проекта, не была учтена стоимость оборудования индивидуального теплового пункта, которое при современном решении исключается из-за ненадобности. К этому оборудованию относятся пластинчатые теплообменники первого и второго подогрева, а также насосы горячего водоснабжения.

Таблица 1. Сводная таблица разницы капитальных затрат

	Трубопроводы,	Арматура,	Дополнительное оборудование,	Итого:
	тыс. руб.	тыс. руб.	тыс. руб.	тыс. руб.
Лучевая разводка	5149,8	6672,7	489,9	12312,4
Решение с КТП	3800,3	1343,2	37506,9	42650,4
Разница в стоимости капитальных затрат				-30337,97

Цена одного квартирного теплового пункта принималась по данным сайта официального производителя оборудования [5].

Как уже упоминалось ранее, квартирный тепловой пункт позволяет сэкономить на суммарном энергопотреблении здания. Исключение систем горячего водоснабжения и циркуляции влияют на снижение необходимой энергии, что в свою очередь влияет на стоимость подключения к тепловой сети. Данные по разнице стоимости подключения сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Разница в стоимости подключения

	ПАО "МОЭК"		
Нагрузка Гкал/час	1,217	1,0994	Разница
Канальная прокладка	10 640 677	9 612 457	1 028 220
Бесканальная прокладка	3 225 219	2 913 563	311 656

Из таблицы 2 видна разница нагрузки при исключении стояков горячего водоснабжения и циркуляции. Цену за поставку м³ теплоносителя конечному потребителю взимают энергетические компании. Для примера взяты тарифы ПАО "МОЭК" на 2019-2023гг [6]. Тогда значение окупаемости капитальных затрат при решении с квартирными тепловыми пунктами сведен в таблицу 3.

Таблица 3. Окупаемость квартирного теплового пункта

Гкал/ч ас	кВт	л/с	м3/ч	руб./м3
0,1176	136,8	3,27	11,76	36,31
руб./ч	руб./де нь	разница в цене тыс. руб.	окупаемость в днях	окупаемость в годах
427,0	10247,6	29310	2860,1	7,84

Результат сравнения показал существенное увеличение стоимости капитальных затрат при переходе к современному решению. Однако, квартирные тепловые пункты позволяют получить значительное количество преимуществ: индивидуальный учет энергии конечным потребителем,

упрощение инженерных систем здания, значительное снижение энергопотребления здания, ускорение сроков строительства, снижение площади квартиры, выделяемой под инженерные коммуникации и т.д., [7].

На практике, значительная разница капитальной стоимости при существенной демократичности цен со стороны производителя оборудования и ранее перечисленные преимущества делают данное решение очень перспективным и создают подходящие условия для его реализации.

Библиографический список

1. Шарапов, В. И. Пути совершенствования абонентских тепловых пунктов городских систем теплоснабжения / В. И. Шарапов // Труды Академэнерго. – 2014. – № 1. – С. 25-30.
2. СП 334.1325800.2017 Квартирные тепловые пункты в многоквартирных жилых домах. Правила проектирования. [Текст] / М.: Минстрой России, 2017. – 30 с
3. Кузьмин, И. С. Квартирные тепловые пункты в проектировании систем тепло- и водоснабжения / И. С. Кузьмин // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 2(29). – С. 20-33.
4. Квартирные станции Valtec // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2012. – № 5(125). – С. 70-75.
5. Сайт VALTEC [Электронный ресурс]. – М.: ООО «ВЕСТА РЕГИОНЫ», – Режим доступа: <http://www.valtec.ru/>, свободный.
6. Сайт МОЭК [Электронный ресурс]. – М.: ПАО "МОЭК», – Режим доступа: <https://www.moek.ru/>, свободный.
7. Преимущества и особенности применения квартирных тепловых пунктов // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2014. – № 4(148). – С. 60-61.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM- ТЕХНОЛОГИЙ

*Ратченкова М.В., студент 3-го курса 71 группы ИСА
Научный руководитель – Мелехин А.А., доц., к.т.н.*

В процессе выполнения работы по ознакомлению с BIM-технологиями смоделировано производственное здание с размещением в нем технологического оборудования и инженерных коммуникаций, а именно системы приточно-вытяжной вентиляции в Autodesk Revit и привязкой к существующему ландшафту в Autodesk InfraWorks 360.

Проект предусматривает строительство нового здания физико-химической очистки в соответствии с нормами [1 – 4].

Здание физико-химической очистки – одноэтажное здание, размерами в плане (в осях) 24,0 x 15,0 м. Каркас металлический. Высота до низа стропильных конструкций – 5,48 м. Высота здания – 6,46 м. Водосток наружный. Помещение очистных сооружений занимает основной объем здания. Помещения вспомогательного назначения: санузел, операторная,

электрощитовая и вентиляционная камера сгруппированы вдоль оси 1 и являются встроенными. Внутренняя высота встроенных помещений – 2,88м [5].

На рис.1 показано проектируемое производственное здание в Autodesk Autocad.

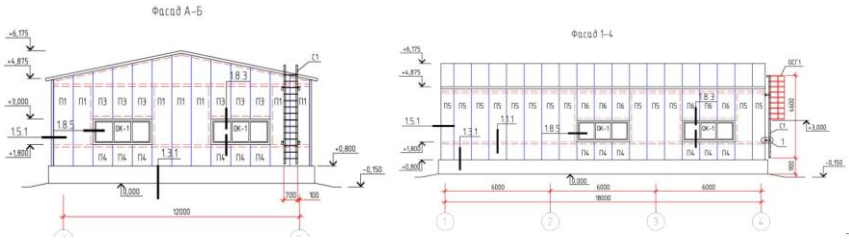


Рисунок 1. Архитектурные решения по производственному зданию физико-химической очистки

Для организации работ по транспортировке оборудования и материалов предусмотрены ворота с калиткой. Помещения электрощитовая и вентиляционная камера имеют самостоятельные выходы наружу. Окна из поливинилхлоридных профилей с однокамерными стеклопакетами. Площадь оконных проемов определена исходя из требований освещенности помещений. Внутренние двери помещений приняты деревянными. Наружные двери приняты деревянными утепленными. Ворота приняты утепленными распашными с калиткой индивидуального изготовления. Архитектурно-планировочные решения здания приняты на основе технологического процесса, размещения на генплане с учетом требований санитарных и противопожарных норм, норма проектирования. Наружные стены выполнены из сэндвич-панелей толщиной 100мм. В качестве утеплителя принята теплоизоляция ROCKWOOL СЭНДВИЧ БАТТС С, изготовленная из минеральной ваты (горючесть НГ). Расчётный коэффициент теплопроводности утеплителя $\lambda_B = 0,046 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$. Принятая конструкция наружной стены имеет приведенное сопротивление теплопередаче $R_0 = 2,55 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, которое превышает требуемое расчетное сопротивление теплопередаче $R_{\text{рег}} = 1,787 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Покрытие выполнено из сэндвич-панелей толщиной 120мм. В качестве утеплителя принята теплоизоляция ROCKWOOL СЭНДВИЧ БАТТС С, изготовленная из минеральной ваты (горючесть НГ). Расчётный коэффициент теплопроводности утеплителя $\lambda_B = 0,046 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$. Принятая конструкция покрытия имеет приведенное сопротивление теплопередаче $R_0 = 2,55 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, которое превышает требуемое расчетное сопротивление теплопередаче $R_{\text{рег}} = 2,484 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Приведенное сопротивление теплопередаче для наружных дверей $R_0 = 1,07 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Окна приняты из однокамерных стеклопакетов в одинарном переплете. Принятая

конструкция окон имеет приведенное сопротивление теплопередаче $R_0 = 0,38 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}$, которое превышает требуемое расчетное сопротивление теплопередаче $R_{\text{req}} = 0,30 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}$. Расположение зданий и сооружений на площадке объекта капитального строительства определено их технологической взаимосвязью, требуемыми противопожарными разрывами, минимизацией протяженности инженерных коммуникаций. Кроме того, территория объекта не предназначена для открытого доступа лиц, не имеющих отношения к данному объекту.

Эти условия диктуют применить простые объемно-пространственные решения, имеющие чисто утилитарные формы, подчиненные технологическим процессам, и противопожарным требованиям. Здание физико-химической очистки простого объема с плоскими фасадами.

Архитектурное решение фасадов обусловлено особенностью протекающих в нем производственных процессов. Для поддержания требуемых параметров внутреннего воздуха в здании предусматриваются системы вентиляции для каждой группы помещений однотипного функционального назначения, с учетом режимов работы и категорий помещений по взрывопожароопасности в следующем составе:

- служебные помещения;
- бытовые помещения;
- технические помещения.

Производительность систем вентиляции определена расчетом по СП 60.13330 из условия обеспечения:

- обеспечения подачи санитарной нормы наружного воздуха;
- поддержания расчетных параметров микроклимата в помещениях;
- обеспечения нормируемого удельного расхода вытяжного воздуха;
- обеспечение нормируемой кратности воздухообмена в помещениях;
- на ассимиляцию тепло- и влагопоступлений.

Вентиляция помещения здания физико-химической очистки - приточно-вытяжная с механическим побуждением воздуха. Поддержание заданной температуры приточного воздуха обеспечивается с помощью приточной установки.

Кондиционирование воздуха в помещении операторной присутствует.

Функциональные части приточной установки:

- воздушная заслонка на забор свежего воздуха,
- секции фильтров для приточного воздуха,
- приточный вентилятор,
- электрический нагреватель (для подогрева воздуха в зимний период года).

Из помещения сан.узла предусмотрена естественная вытяжная система ВЕ2. Из помещения операторной предусмотрена естественная вытяжная система ВЕ3. Из помещения электрощитовой предусмотрена естественная вытяжная система ВЕ4. Из подсобного помещения предусмотрена естественная вытяжная система ВЕ1. Приток в помещениях

операторной, электрощитовой, сан.узла и подсобного помещения неорганизованный. Воздухообмен в помещениях определен согласно нормативных документов.

Воздухообмен равен:

- в помещении очистных сооружений — 3-х кратный воздухообмен.
- в санузлах – 50 м³/час;
- в операторной — 30 м³/час на человека;
- в остальных помещениях - по нормативным кратностям (однократный воздухообмен).

Для подачи наружного воздуха в холодный и переходный периоды в помещения здания физико-химической очистки предусматривается приточная система вентиляции П1. Приточная установка, устанавливаемая под потолком здания. Подача воздуха осуществляется через вентиляционные решетки. Забор воздуха осуществляется с торца здания.

Вытяжная вентиляционные установки устанавливаются под потолком здания. Удаление воздуха осуществляется на кровле здания.

Для здания очистных сооружений предусмотрена общеобменная приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением:

Для помещения 1 (помещение очистных сооружений) предусмотрены приточная и вытяжная системы с механическим побуждением;

Для помещений 2, 3, 4, 5 предусмотрены вытяжные системы с естественным побуждением;

Организация воздухообмена в помещениях решается по схеме «сверху-вверх» с использованием регулируемых по направлению струи и по объему воздушного потока воздухораспределителей.

Размещение установок систем вентиляции предусмотрено в обслуживаемых помещениях.

Воздухозабор и воздуховыброс располагаются на фасадах здания на отметке не менее двух метров от уровня земли.

Для создания комфортных условий и ассимиляции теплоизбытков в помещения операторной предусматриваются "сплит"-системы.

Холодопроизводительность и типоразмер системы определен из условия ассимиляции теплоизбытков в теплый период года. Хладагент фреон R410A.

Отвод конденсата от внутренних блоков систем кондиционирования предусмотрен на отмостку здания.

Автоматизация работой вытяжной и приточной системы не предусмотрена.

Управление температурой воздуха, подаваемого в помещение, осуществляется автоматически 2-х ступенчатым включением/выключением канального электрического воздухонагревателями. Канал ЭКВ от датчика по температуре 60 °С и 90°С.

Комплектной аппаратурой управления при поставке обеспечены системы кондиционирования воздуха, электрического котла, электрического воздухогревателя.

Autodesk Revit предлагает комплексное решение, которое позволяет вести проектирование всех внутренних инженерных сетей в едином стандарте, сокращая время на увязку различных систем. Современные технологии трехмерного проектирования, гибкость и качество программы позволяют в кратчайшие сроки выполнять проекты любой сложности: от жилых домов и офисных зданий до медицинских учреждений и промышленных объектов. Autodesk Revit поможет выявить и устранить возможные пересечения систем и другие ошибки проектирования уже на ранних этапах работы над проектом и избежать внесения дорогостоящих изменений в будущем.

С помощью Autodesk Revit запроектировано производственное здание физико-химической очистки с системой приточно-вытяжной вентиляции (рис.2,3).

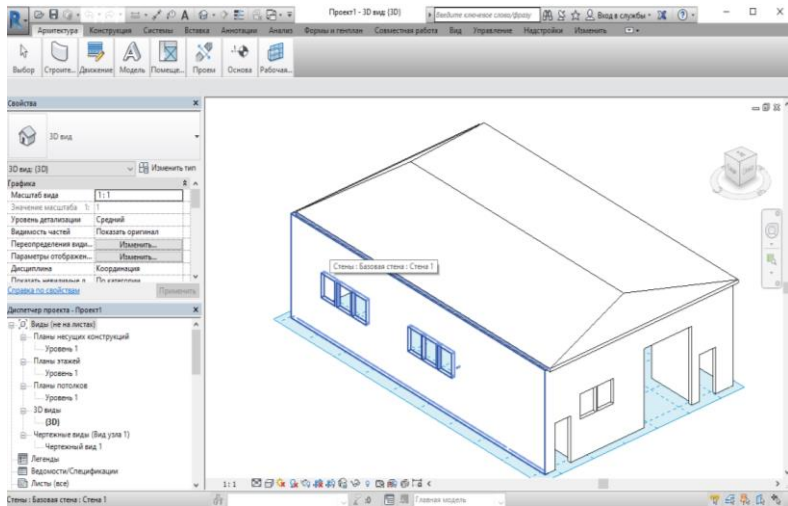


Рисунок 2. Трехмерная модель здания в Autodesk Revit

На рис. показано проектируемое производственное здание с размещением в нем технологического оборудования и инженерных коммуникаций (приточно-вытяжной вентиляции) в Autodesk Revit.

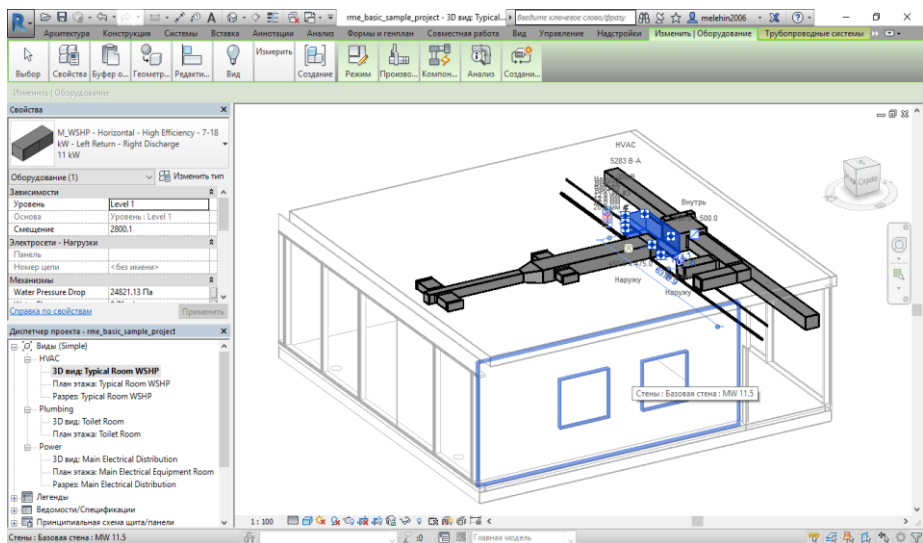


Рисунок 3. Трехмерная модель здания в Autodesk Revit

Для привязки производственного здания к существующему ландшафту был применен программный комплекс Autodesk InfraWorks 360.

В данной программе идет подгрузка топографического слоя с нанесением и привязкой проектируемого здания (рис.4).

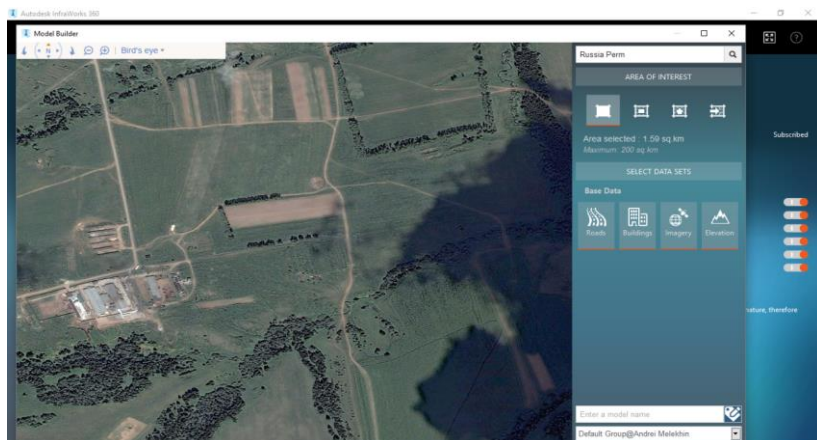


Рисунок 4. Модель привязки здания Autodesk InfraWorks 360

В административном отношении участок проектируемого строительства расположен в п. Юг Пермского района Пермского края.

Район строительства согласно СП 50.13330.2012 относится к IV строительному климатическому подрайону.

Снеговой район по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» – пятый, нормативная снеговая нагрузка $S_q = 2,5$ кПа.

Ветровой район по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» – первый, нормативное значение ветрового давления $w_0 = 0,23$ кПа.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
2. СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания».
3. СП 50.13330.2012 «Строительная климатология»
4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»
5. Проектная документация Очистные сооружения для очистки сточных вод ООО «ЮКМП» (шифр 002-2020), ГИП Мелехин А.А.

ВЛИЯНИЕ КОНВЕКЦИИ ВОЗДУХА ВНУТРИ СТЕКЛОПАКЕТА НА ХАРАКТЕР ТЕПЛООБМЕНА ЧЕРЕЗ ОКОННУЮ КОНСТРУКЦИЮ

*Коцкий И.К., студент 4-го курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Аксенов А.К., доц., к.т.н.*

В настоящее время, в связи с ростом цены энергоресурсов, задачам энергосбережения при проектировании и строительстве зданий уделяется повышенное внимание. Теплопотери через наружные ограждения зданий складываются в основном из двух составляющих: во-первых, из потерь через непрозрачные стены здания и во-вторых, через прозрачные стеклянные конструкции. Если в первом случае для обеспечения нормированных теплопотерь достаточно рассчитать необходимый слой теплоизоляции, то во втором случае появляется необходимость правильного выбора и детального конструирования всей оконной конструкции. Во многих случаях теплопотери через стеклянные конструкции составляют более 70%. Особенно это положение относится к общественным зданиям, где остекление может доходить до 90% от всех наружных ограждений.

В настоящей работе разработана физико-математическая модель гидродинамики и теплопередачи через воздушный слой между стеклами в оконном блоке. Так же представлены результаты экспериментальных исследований по измерению температурных полей в стеклопакете оконного проема.

Рассмотрим процесс свободно конвективного движения воздуха между двумя стеклами оконного стеклопакета рис.1. Внутреннее стекло имеет температуру t_{w1} , а наружное t_{w2} . Температура воздуха в центральном сечении между стекол одинакова и равна $t_0 = (t_{w1} + t_{w2})/2$. Полагая $t_{w1} > t_0$, а $t_{w2} < t_0$, одновременно будем полагать, что t_0 - температура воздуха в невозмущенном потоке.

Таким образом между стекол будет образовываться два конвективных потока, у внутреннего стекла, направленного вверх, а у наружного стекла

вниз. Примем симметричный характер движения этих встречных потоков. Следовательно, детальный анализ движения восходящего потока можно отнести и к нисходящему.

По мере приближения к стеклу температура потока воздуха повышается, а плотность его соответственно уменьшается.

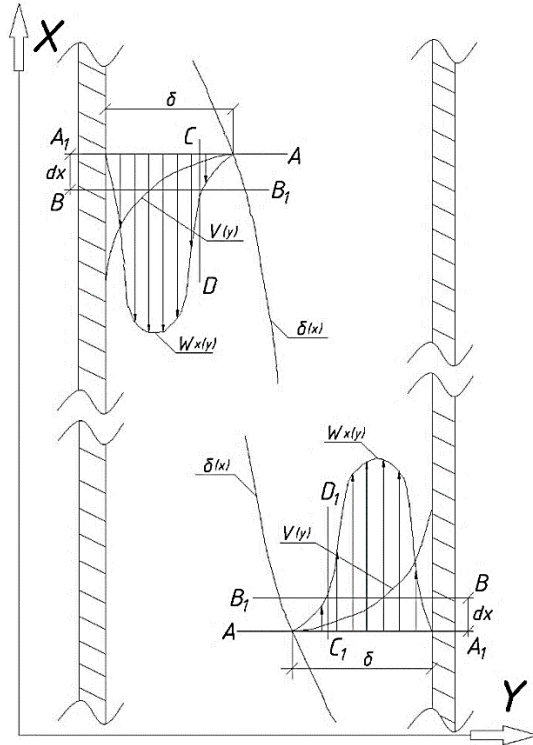


Рисунок 1. Модель распределения скорости движения воздуха и пограничного слоя внутри стеклопакета оконного блока

В результате полученного движения нагретых слоев потока около стекла образуются гидродинамический и тепловой пограничные слои $\delta(x)$. Скорость $W_x(y)$ изменяется от нулевого значения на стенке до максимального $W_m(y_m)$, а затем снова уменьшается до нуля на внешней границе $\delta(x)$. Температура воздуха уменьшается от $t = t_w$ на поверхности стекла до значения t_0 в невозмущенных слоях воздушного зазора между стеклами при $y > \delta(x)$. Профили полей скоростей конвективных воздушных потоков и температуры представлены на рис.1.

Зависимость плотности потока ρ от температуры примем линейной:

$$\rho = \rho_0(1 - \beta\vartheta), \quad (1)$$

где $\vartheta = t - t_0$,

ρ_0 - плотность воздуха при t_0 ;

β - коэффициент объемного расширения воздуха.

Выделим в пограничном слое элементарный объем жидкости, ограниченный плоскостями AA_1 и BB_1 , плоскостью стенки и параллельной плоскости CD на произвольном расстоянии от поверхности стекла. Ширину слоя в направлении, перпендикулярном плоскости чертежа рис.1, примем равной единице. Следовательно, величина выделенного объема равна

$$dV = (\delta - y)dx \cdot 1 \quad (2)$$

На произвольном расстоянии от поверхности стекла проведем параллельную ей плоскость CD . Сила трения F_{fr} , действующая в указанной плоскости на выделенный элемент, выражается формулой:

$$dF_{fr} = \tau dx \cdot 1, \quad (3)$$

где τ - напряжение сдвига или напряжение трения, в указанной плоскости.

Секундная работа трения будет равна произведению этой силы на скорость деформации жидкости в рассматриваемой плоскости:

$$dE_{fr} = \tau \frac{\partial w_x}{\partial y} dx dy \cdot 1 \quad (4)$$

Формула (4) выражает количество энергии, которое диссипируется, то есть переходит в тепловую энергию и рассеивается. Поток этой энергии направлен в сторону меньших значений температур к внешней границе пограничного слоя, т.е. в элемент C_1, D_1, B_1, A_1 .

Секундное изменение плотности энергии элемента A_1, B_1, DC , вызванное диссипацией в плоскости CD , будет равно:

$$de_{fr} = \frac{\tau}{\delta - y} \frac{\partial w_x}{\partial y} dy \quad (5)$$

Соответственно интегральная характеристика вязкостного трения во всем выделенном элементе AA_1BB_1 будет иметь вид:

$$e_{fr} = \int_0^{\delta} \frac{\tau}{\delta - y} \frac{\partial w_x}{\partial y} dy \quad (6)$$

Для ламинарного течения в пограничном слое величина τ может быть определена по закону Ньютона: $\tau = \mu \frac{\partial w_x}{\partial y}$, где μ - динамическая вязкость потока.

Следовательно, интеграл (6) переписывается в следующем виде:

$$e_{fr} = \int_0^{\delta} \frac{\mu}{\delta - y} \left(\frac{\partial w_x}{\partial y} \right)^2 dy \quad (7)$$

Из теории пограничного слоя известно, что распределение скорости w_x по координате определяется формулой:

$$w_x = w_m(x) \cdot \phi(\eta), \quad (8)$$

где $w_m(x)$ - максимальная величина скорости в слое;

$\phi(\eta)$ - искомая функция $\eta = \frac{y}{\delta}$.

Подставляя (8) в интеграл (7), получаем:

$$e_{fr} = \frac{\mu w_m^2}{\delta^2} \int_0^1 \frac{(\phi)^2}{1 - \eta} d\eta, \quad (9)$$

где $\phi' = \frac{d\phi}{d\eta}$

Секундное изменение плотности потенциальной энергии выделенного элемента пограничного слоя будет определяться работой подъемных сил:

$$e_p = \frac{1}{\delta} g \int_0^{\delta} (\rho - \rho_0) w_x dy = -g\rho_0 w_m \beta \vartheta_m \int_0^1 \phi \psi d\eta, \quad (10)$$

где $\psi = \frac{\vartheta}{\vartheta_m}$;

$\vartheta_m = t_{cm} - t_0$.

Если пренебречь изменением кинетической энергии потока, то следуя известному в механике принципу Гельмгольца, можно утверждать, что интеграл в установившемся процессе будет иметь минимум. Таким образом, поля физических величин для стационарных неравновесных состояний могут быть исследованы на основе экстремального принципа:

$$\int_0^1 (e_p + e_{fr}) d\eta \quad (11)$$

С учетом выражений (9) и (10) будем иметь:

$$\int_0^1 \left(-a_1 \phi \psi + a_2 \frac{\phi^2}{1-\eta} \right) d\eta = \min, \quad (12)$$

где $a_1 = g\rho_0 w_m \beta \vartheta_m$, $a_2 = \frac{\mu w_m^2}{\delta^2}$

Таким образом, задача о распределении скорости $w_x(y)$ в пограничном слое может быть сведена к задаче вариационного исчисления [1,2,3], а именно исследованию функционала (12) на экстремум при следующих граничных условиях:

$$1. w_x(0) = 0; 2. w_x(\delta) = 0; 3. \frac{\partial w_x}{\partial y} \Big|_{y=\delta} = 0; 4. \frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2} \Big|_{y=\delta} = \frac{q(\rho_{ст}-\rho_0)}{\mu}. \quad (13)$$

Решив экстремальную задачу формирования конвективного потока у внутреннего стекла, мы с успехом можем ее отнести и к нисходящему потоку у наружного стекла. Подробно математическое решение представлено в [3]. где δ – толщина пограничного слоя, причем

$$w_m = \frac{\rho_0 g \beta \vartheta_m \delta^2}{200\mu}, \quad (14)$$

$\delta < 0,5\Delta$, где Δ – расстояние между стеклами

При $\delta = 0,5\Delta$ и $\delta > 0,5\Delta$ пограничный слой не растет т.к. восходящий поток встречается с нисходящим. Скорость движения воздуха остается постоянной, причем один поток воздуха тормозится встречным.

$$\delta = 3,56 \left(\frac{g\beta\vartheta_m}{va\alpha} \right)^{-\frac{1}{4}}, \quad (15)$$

где a – коэффициент температуропроводности $a = \lambda/(C_p \times \rho)$
Получим:

$$\frac{\delta}{x} = 3,56 (Gr_x Pr)^{-\frac{1}{4}} \quad (16)$$

$$\text{где } \psi = \frac{\vartheta}{\vartheta_m}; \vartheta_m = t_{\text{ст1}} - t; q = -\lambda \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)_{y=+0} = -\frac{\lambda}{\delta} \vartheta_m \psi'_{\eta=+0}$$

С другой стороны, $q = \alpha \vartheta_m$

Следовательно, выводится выражение для локального значения коэффициента теплоотдачи для плоской вертикальной поверхности стекла:

$$\alpha = 0,365 \frac{\lambda}{x} (Gr_x Pr)^{\frac{1}{4}} \quad (17)$$

Таким образом, если применив законы теории физического подобия среднее термическое сопротивление стеклопакета соответственно будет равно:

$$R_t = \frac{\Delta}{\lambda} - \frac{1}{0,042 \frac{\lambda}{\Delta}} Gr_{\Delta}^{0,25} = \frac{\Delta}{\lambda} (1 - 0,042 Gr_{\Delta}^{0,25}), \text{ м}^2 \text{ К/Вт.} \quad (18)$$

где Gr_{Δ} - число Грасгофа посчитанное по определяющему геометрическому параметру - расстоянию между стеклами Δ .

Формула (18) хорошо согласуется с экспериментальными данными автора и [4,5], так как основана на основополагающих физических законах термодинамики необратимых процессов.

Таким образом, при межстекольном зазоре 20 мм конвекция уменьшает термическое сопротивление воздушного слоя более чем в три раза, а с увеличением расстояния между стеклами относительная конвективная составляющая увеличивается. Как показывают расчеты и эксперимент не целесообразно увеличивать расстояние между стеклами более чем $\Delta = 10 \div 15$ мм, а при низких температурах наружного воздуха рекомендуется устанавливать двойные, тройные стеклопакеты.

Библиографический список

1. И. Пригожин, И.Стенгерс. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. - М.: Прогресс, (1986). - 432 с.
2. I. Prigozhin, D. Kondepudi. Modern thermodynamics. From heat engines to dissipative structures. Moscow, 44 (2002).
3. Aksenov A.K. Variational method in the problem of convective heat transfer near the vertical plane of the outer building fence in terms of free air movement SPb WOSCE 2017 «Business Technologies for Sustainable Urban Development» 0042 (2018)
4. M. Abedin, T. Tsuji, Y. Hattori. Direct numerical simulation for a time-developing natural-convection boundary layer along a vertical plate. Int. J. Heat Mass Transfer. (2009). Vol. 52.No 19-20, p.p. 4525-4534.
5. Y. Hattori, T. Tsuji, Y. Nagano, N. Tanaka. Turbulence characteristics of natural-convection boundary layer in air along a vertical plate heated at high temperatures. International Journal of Heat and Fluid. (2006), 27, -3, 445-455.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ МЕТОДОМ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДЕФЕКТОМЕТРИИ

Азизов Т.М., студент 4-го курса 13 группы ИИЭСМ

Сосновский Н.Ю., студент 2-го курса 14 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Чуленев А.С., доц., к.т.н.

Качество изоляционных конструкций тепловых сетей сегодня во многом определяет энергоэффективность и энергосбережение при транспорте тепла [1]. В прежний период расцвета централизованного теплоснабжения нашей страны материалами теплоизоляционных конструкций служили минеральная вата, а срок службы теплопроводов до реконструкции составлял 30 лет, после чего такие сети необходимо было заменить. По факту, многие участки прослужили по 40 и более лет, представляя серьезную угрозу надежности систем транспорта. К распространенным путям решения проблемы оптимизации (снижения) затрат на реконструкцию является замена старых теплопроводов подземной канальной прокладки с минераловатной изоляцией на бесканальную, предварительно изолированную пенополиуретаном. Такой способ реконструкции существенно дешевле, и, по мнению производителей трубопроводов в ППУ изоляции еще и долговечней [2]. В ряде случаев срок службы, заявленный производителями, составляет 50 лет, однако в реальных условиях работы изоляционные конструкции еще не прослужили столько времени.

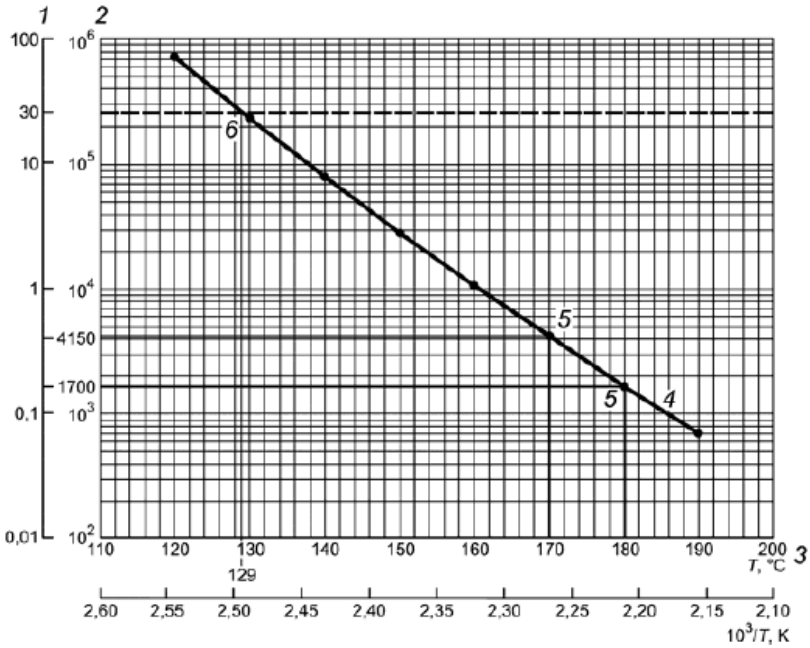


Рисунок 1. Эталонная кривая долговечности конструкции изолированной трубы. 1 - ожидаемый срок службы, лет; 2 - ожидаемый срок службы, ч; 3 - непрерывные рабочие температуры; 4 - долговечность материала изоляции; 5 - условия ускоренных испытаний; 6 - условия эксплуатации при постоянной температуре.

В нормативной литературе [3] возможность оценки долговечности изоляционных конструкций теплопроводов, предварительно изолированных пенополиуретаном, может быть определена при испытаниях на ускоренное старение. Основа данного метода – определение теплозащитных свойств после испытания повышенной температурой, а затем экстраполяция на нормальные условия их работы. Результаты испытаний существенно зависят от энергии активации процесса старения материала. Стоит отметить, что расчетный срок службы существенно зависит от полученных эмпирическим путем предэкспоненциальных множителей, необходимых для построения эталонной зависимости Аррениуса в графическом виде, по которой и определяется время испытания на ускоренное старение. В любом случае, самым существенным фактором влияния остается повышенная температура, которая соответствует температуре теплоносителя. Сегодня для многих теплосетей температурные режимы остались на уровне 150-70 или 130-70 градусов по Цельсию в подающей и обратной магистралях.

При расчете срока нормальной эксплуатации трубопровода, предварительно изолированного пенополиуретаном исходят из

определенной величины воздействия в течение времени температуры теплоносителя. Она принимается по величине температуры теплоносителя в подающей магистрали от 70 до 150 градусов по Цельсию в часах в год эксплуатации и указывает сроки воздействия соответствующей температуры за расчетные 30 лет эксплуатации.

Таблица 1. Температурный режим работы тепловой сети, принятый для расчета

Температура теплоносителя Т _{тк} в подающем трубопроводе, °С	Время воздействия Т с учетом продолжительности стояния температуры наружного воздуха	
	ч/год	г/30 лет
	70	4008
80	469	1,6
90	637	2,2
100	651	2,2
110	674	2,3
120	456	1,6
130	666	2,3
140	581	2,0
150	618	2,1

Часто фактическое воздействие высоких температур на изоляционные конструкции из пенополиуретана в тепловых сетях существенно отличается от расчетного, что приводит к ухудшению или потере теплозащитных свойств.

Целью данного исследования являлось изучение существующих методик оценки долговечности тепловой изоляции трубопроводов из пенополиуретана и выявления наиболее достоверной из них, применяемых в натуральных условиях. В процессе эксплуатации теплопровод подвергается различным воздействиям, причем не только и не столько температурные режимы в большей степени подвергают изоляцию разрушению. Но, для ответа на вопрос о состоянии тепловой изоляции с точки зрения ее теплозащитных свойств требуются методики, основанные на измерении температур грунта в зоне прокладки тепловых сетей и температуры на поверхности грунта над прокладкой. Так, приведенные в Методике [4] расчетные зависимости для определения искомых значений основаны на решении стационарной задачи теплопередачи через многослойную цилиндрическую стенку и, при известных допущениях, позволяют с определёнными оговорками дать результаты расчета температур. Отдельно оговорим точность данной методики, проверенную на примере участков тепловых сетей в г. Москва.

В качестве иллюстрации результатов исследования состояния тепловых сетей, предварительно изолированных пенополиуретаном, выбраны три участка после проведенной реконструкции. В первом случае выполнена прокладка двух стальных трубопроводов Ду1000 по ул. Менжинского от точки 1 до точки 22 (камера-павильон КП31 – камера павильон КП33), а

также трубопровода Ду150 от точки 7 – до точки 101 и трубопровода Ду100 от точки 102 – до точки 104 для подключения абонентов. При пересечении технической зоны метрополитена выполнена прокладка трубопроводов 2Ду1000 в ППУ-изоляции на скользящих опорах в проходном канале с внутренней металлоизоляцией канала (ст. лист толщиной $s=12\text{мм}$) без изменения существующих планово-высотных отметок низа канала (с единым уклоном по оси трубопроводов и пола канала), и устройством секционной запорной арматурой (на расстоянии не более 100 п.м. от границы технической зоны метрополитена) с водоудалением со спускных линий и с пола канала за пределами охранной зоны метрополитена в существующую сеть городской ливневой канализации. Трубы в ППУ-изоляции заводского изготовления проложены на песчано-гравийном основании, с песчаной обсыпкой. Природный песок применен по ГОСТ 8736-93 с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сутки, модулем крупности 3 - 3,5, не содержит камней, щебня, остатков растений, мусора, глины, а также частиц песка, имеющего крупные частицы с острыми кромками. Основная задача – предотвратить повреждение защитного слоя трубопровода и соединительных муфт. После засыпки песок утрамбован (коэффициент утрамбовки равен 0,98). Трамбовка обеспечивает равномерное трение между внешней оболочкой трубопровода и грунтом.

Для изоляции стыков стальных трубопроводов в ППУ изоляции используются термоусаживаемые муфты, технология установки которых разработана заводом-изготовителем. Для защиты от влаги и механических повреждений для подземной прокладки предусмотрен трубопровод в ППУ изоляции с полиэтиленовой оболочкой. Так как полиэтиленовая оболочка под воздействием ультрафиолета подвержена разрушению, для надземной прокладки проектом предусмотрена прокладка трубопровода в ППУ изоляции в оболочке из оцинкованной стали.



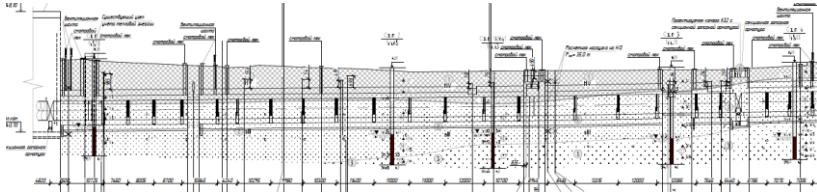


Рисунок 2. План трассы и продольный профиль по ул. Менжинского

Геометрические размеры для внесения данных в расчет температур в зоне прокладки тепловой сети принят по данным проектной и исполнительной документации, свидетельствующей о выполнении работ в полном соответствии с проектом. Основная часть прокладки выполнена в проходном канале, конструкция которого приведена на рис.3.

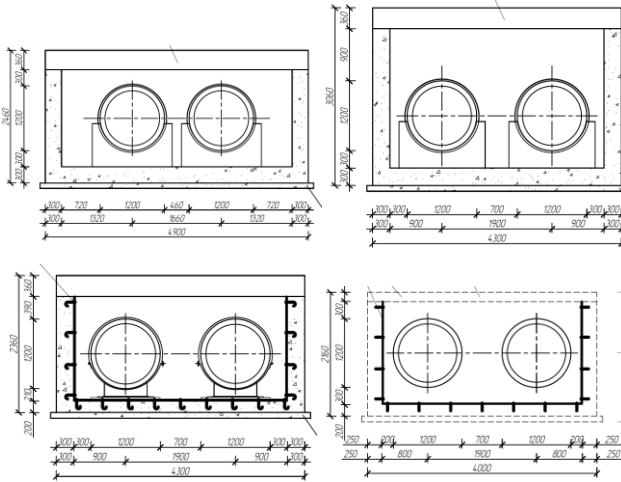


Рисунок 3. Продольные разрезы конструкции теплопроводов в проходном канале.

Часть трубопроводов Дн159 выполнена бесканально или в сборном ж.б. канале, представленном на рис.4.

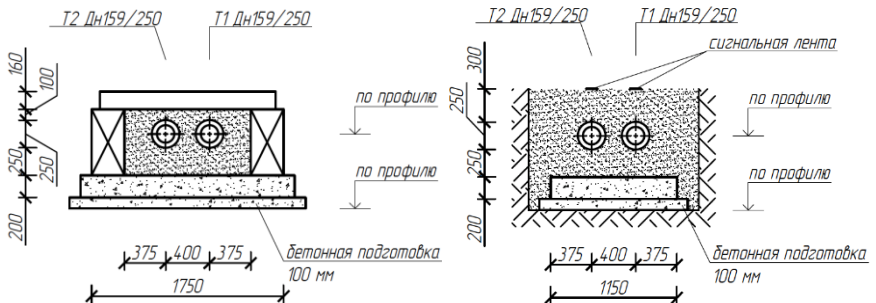


Рисунок 4. Продольные разрезы конструкции теплопроводов в сборном ж.б. канале и бесканально.

Второй и третий примеры представляют собой реконструкции тепловых вводов по улицам 2-я Напрудная, д.17 и Изумрудная 9-2. В каждом случае выполнена замена стальных трубопроводов тепловых вводов в минераловатной изоляции, проложенных в непроходном канале от точки места врезки до здания. Имеются случаи бесканальной прокладки, прокладки в сборном канале из блоков ФБС с засыпкой песком, в полупроходном канале на скользящих опорах и пр.

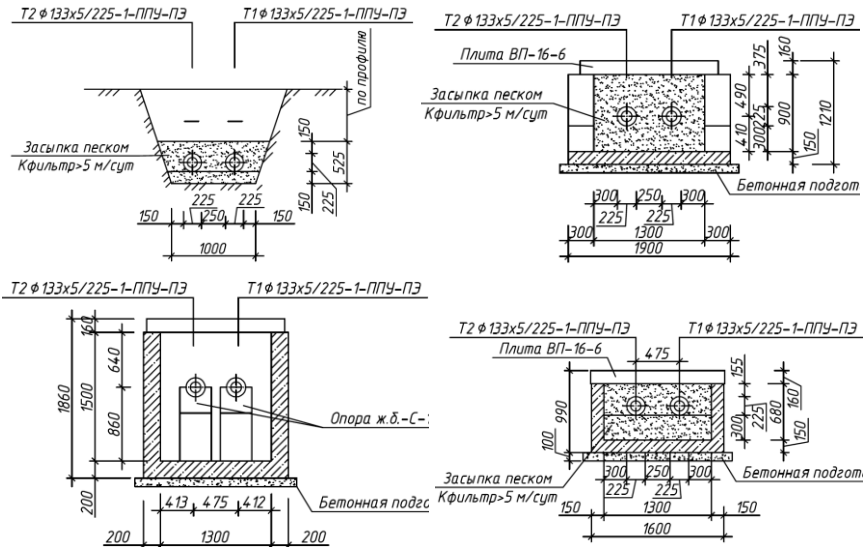


Рисунок 5. Продольные разрезы конструкции теплопроводов бесканальной прокладки, прокладки в сборном канале из блоков ФБС с засыпкой песком, в полупроходном канале на скользящих опорах

Как следует из приведенных выше рисунков 3-5 реальные расчетные схемы расположения трубопроводов в грунте как в канале, так и бесканально, значительно сложнее предлагаемых физических моделей для расчета температур и тепловых потерь по Методике [4]. Даже если не использовать предлагаемый упрощенный метод расчета, а воспользоваться более «точным», результаты для расчетных температур в любой точке грунта могут быть получены на основании расчетных теплотерь q_1 и q_2 подающего и обратного трубопровода через термические сопротивления теплопередаче многослойных цилиндров, фактора взаимного влияния трубопроводов друг на друга и пр., по формуле [4].

Такой способ не является достаточно точным для современной тепловой изоляции, имеющей коэффициенты теплопроводности около 0,041

Вт/м²*град, о чем свидетельствуют данные испытаний и сравнение их с результатами расчета. При проведении испытаний использовался портативный тепловизор NEC TVS-200EX, имеющий диапазон измерений от -20 до +500 °С, минимальную различаемую разность температур 0,08 °С, погрешность измерений 2%, микробалометр без охлаждения из оксида ванадия, спектральный диапазон 8-14 мкм. Одновременно в процессе проведения испытаний производилось измерение температуры воздуха метеорологическим термометром, температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах. На момент испытаний прямая солнечная радиация отсутствовала, снежный покров отсутствовал, скорость ветра 2-3 м/с, температура воздуха -4 °С.

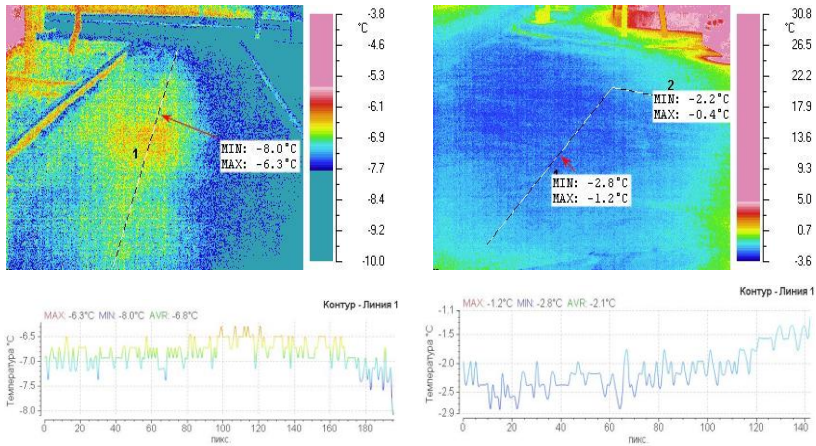


Рисунок 6. Результаты измерения температур поверхности в зоне прокладки тепловой сети

В результате расчетов температур в зоне прокладки тепловой сети получены данные для сравнения с измеренными значениями. Пример для наиболее характерных режимов работы тепловой изоляции (тепловых режимов) приведен на рис. 7. Так, здесь имеет место и «проектный» режим, который соответствует данным проектной документации и соответствует нормативному состоянию тепловой изоляции, и режим полного разрушения изоляционных слоев теплопровода, и увлажнение грунта. Эти данные, теоретически, могут служить для анализа состояния теплоизоляционных конструкций [5,6,7].

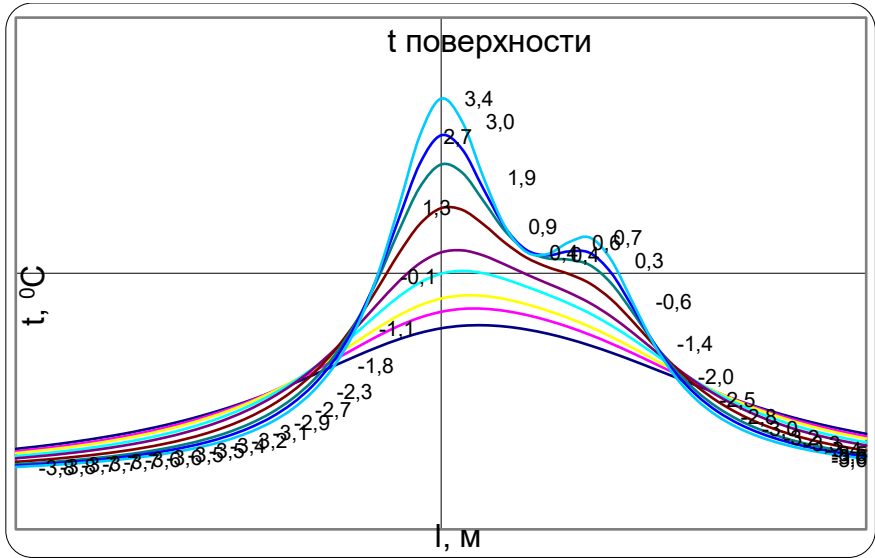


Рисунок 7. Результаты расчета температур на поверхности в зоне прокладки тепловых сетей

Анализируя полученные результаты расчетов и сравнивая их с результатами испытаний, можно сделать вывод о невозможности использования упрощенных методов расчета для оценки потери теплоизоляционных свойств при непродолжительном температурном воздействии:

1. Решение данной задачи возможно только при решении двумерной модели, описанной системой дифференциальных уравнений с краевыми условиями и условиями однозначности,
2. Решение задачи может быть проведено и для стационарных условий, если не происходило периодов резкого похолодания или потепления и не менялся температурный график работы тепловой сети,
3. Наиболее ответственным условием проведения натурных испытаний является отсутствие вынужденной конвекции с поверхности грунта в зоне прокладки.

Библиографический список

1. Наладка работы тепловой сети после переноса источника теплоснабжения / А. Л. Тихомиров, С. А. Тихомиров, И. В. Гвоздилов, А. В. Скасьерский // Экологическая безопасность и устойчивое развитие урбанизированных территорий : Сборник докладов II Международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 23–25 апреля 2019 года / Редколлегия: А.А. Лапшин [и др.]. – Нижний Новгород: Нижегородский

государственный архитектурно-строительный университет, 2019. – С. 263-264.

2. Чанчин, К. В. Диагностика технического состояния трубопроводов в ППУ изоляции / К. В. Чанчин, Ш. Г. Зиганшин // Научные исследования и разработки в эпоху глобализации : сборник статей международной научно-практической конференции, Пермь, 25 ноября 2016 года. – Пермь: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2016. – С. 193-195.

3. ГОСТ 30732-2020 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия. Официальное издание от 11 августа 2020 г. № 30732-2020.

4. РД 153-34.0-20.364-00 Методика инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования. Руководящий документ от 26 апреля 2000 г. № 153-34.0-20.364-00.

5. Курпяков, С. Производство и применение трубопроводов в ППУ изоляции для сетей ГВС и отопления / С. Курпяков // Полимерные трубы. – 2012. – № 4(38). – С. 42-44.

6. Мухаметрахимов, Р. Х. Особенности технологии изготовления, монтажа и контроля качества трубопроводов в ППУ ПЭ изоляции / Р. Х. Мухаметрахимов, А. А. Панченко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. – № 2(44). – С. 246-254.

7. Гордеева, Г. В. Совершенствование системы эксплуатационного контроля магистральных тепловых сетей г. Москвы / Г. В. Гордеева, А. В. Замятин, Н. Б. Борисов // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2015. – № 21. – С. 98-112.

РЕНОВАЦИЯ КОММУНАЛЬНЫХ СИСТЕМ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

*Константинова А.Г., магистрант 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Берлинова М.Н., доц., к.т.н.*

В большинстве случаев экономически целесообразным является не строительство нового здания, а приведение существующего здания в работоспособное состояние.

В данной статье рассматривается необходимость частичной замены системы центрального отопления здания и предложен вариант замены элементов системы отопления с применением труб из сшитого полиэтилена с алюминиевым барьерным слоем. Это обеспечит нормальную работу системы отопления и уменьшения энергетических затрат на коммунально-бытовые нужды.

Частичная или полная замена элементов системы отопления, их конструктивная модернизация, осуществляется в связи с физическим износом системы, различного рода технологическими изменениями,

вызванными назначением и объемом здания или условиями работы системы, ее моральным старением и другими причинами [1].

Для реализации поставленной цели необходимо произвести техническое обследование системы, в ходе которой будут выполнены дефекты, проведен анализ технической документации, инструментальное обследование, анализ результатов, составлены ведомости дефектов и технический отчет [2, 3].

Рассматриваемое здание - многоквартирный жилой дом на 60 квартир, 5-ти этажное, 3-х секционное, сложной формы в плане, расположено в Останкинском районе, Северо-восточного административного округа города Москвы, построено по индивидуальному проекту и введено в эксплуатацию в 1957 г. Система центрального отопления здания зависимая, с элеватором однотрубная с верхней разводкой подающей магистрали.

По итогам визуального осмотра элементов системы отопления установлены следующие факты:

- магистральные трубопроводы проходят открыто по подвалу, частично под полом первого этажа, стояки системы проложены открыто, без гильз;

- на отопительных приборах в помещениях общего пользования наблюдаются сколы краски, в местах соединений выступает ржавчина, подводки выполнены стальной трубой, также местами отсутствует краска, имеются подтеки и коррозия резьбовых соединений;

- в помещении подвала на стояковых системах наблюдается значительная коррозия, многочисленные места ранее выполненных локальных ремонтов.

По результатам технического обследования для дальнейшей безопасной и надежной эксплуатации многоквартирного жилого дома рекомендуется выполнить замену системы центрального отопления здания, при проведении ремонтных работ необходимо выполнить замену трубопроводов стояков.

В соответствии со Стратегией развития строительной отрасли, необходимо при возведении, а так же реновации зданий и сооружений, использование современных строительных материалов, увеличивающих межремонтные сроки в период эксплуатации [4].

В соответствии с техническим заключением на многоквартирный дом рассмотрим инновационные изделия для трубопроводов.

Сегодня широко применяются композитные трубы из стеклопластика или базальтопластика. Метод производства таких изделий заключается в непрерывной намотке арматуры при одновременной пропитке связующим веществом с последующей термической обработкой. Применяются в различных сферах строительства и жилищно-коммунального хозяйства [5].

Полипропиленовые трубы имеют принципиально новые свойства, а именно: отсутствие отложений и пониженное шумообразование за счет отсутствия шероховатостей на внутренней поверхности; высокая стойкость

к коррозионным воздействиям; высокий диапазон температур; срок службы более 50 лет.

Так, например, трубы из сшитого полиэтилена с алюминиевым барьерным слоем могут эксплуатироваться на протяжении всего жизненного цикла здания. Такая труба имеет трехслойное конструктивное решение: толщина полиэтилена $\frac{3}{4}$ от полной стенки трубы, средний слой барьерный (кислородозащитный) выполнен из алюминиевой ленты, сваренной вольфрамом встык.

Наиболее инновационный метод укрепления полипропиленовых труб является стекловолоконное армирование (рисунок 1).

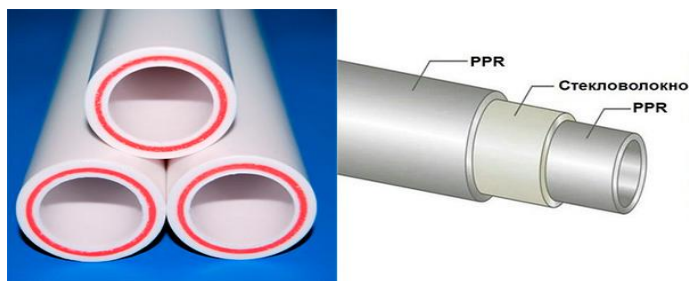


Рисунок 1. Трехслойные трубы

После сваривания стекловолокно с полипропиленом создает устойчивый однородный состав. В этой особенности и заключается ответ на вопрос: «Труба, полипропиленовая, армированная стекловолокном или алюминием, – что лучше?». Первый вариант изделий выделяется универсальностью и простотой применения. Рассмотрим положительные и отрицательные качества труб, для армирования которых использовано стекловолокно или алюминий:

1. Тепловое расширение: тепловой коэффициент будет равнозначным (в пределах $0,03-0,035 \text{ мм/м} \times ^\circ\text{C}$).
2. Устойчивость к деформированию: стекловолокно полностью заполняет объем между пропиленом наружного и внутреннего слоёв, тогда как у алюминия места соединения кромок фольги будет менее надежным в условиях высоких температур и перепадов давления.
3. Теплопроводность: стекловолокно имеет более низкую теплопередачу в сравнении с изделием, у которого присутствует алюминиевый слой, поэтому потери тепла ниже.
4. Воздействие агрессивных и химически активных веществ: оба варианта армирования не влияют на стойкость полипропилена.
5. Трубы из пропилен, независимо от того, какой материал используется для армирования, сохраняют свои характеристики в температурном диапазоне от -10° до $+95^\circ\text{C}$. В случае превышения

температурного режима возникает вероятность провисания, в этом случае надежнее изделия, армированные алюминием.

Библиографический список

1. 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.

2. МГСН 2.10-04 Предпроектные комплексные обследования и мониторинг зданий и сооружений для восстановления, реконструкции и капитального ремонта.

3. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

4. Распоряжение Правительства РФ от 10.05.2016 № 868-р. «О Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года».

5. ГОСТ Р 55068-2012. Трубы и детали трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекло- и базальтоволокнами.