



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник докладов научно-технической конференции
по итогам научно-исследовательских работ
студентов института инженерно-экологического строительства
и механизации
(Москва, 12–16 марта 2018 г.)

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2018

ISBN 978-5-7264-1866-7

Москва
2018

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 (Москва, 12–16 марта 2018 г.) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (17,9 Мб). — Москва : Издательство МИСИ–МГСУ, 2018. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-devatelnost/izdaniya/izdaniyaotkrdostupa/> — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-1866-7

Содержатся доклады студентов, представленные на научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов «Дни студенческой науки». В рамках конференции работали следующие секции института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ: секция автоматизации и электроснабжения; секция водоснабжения и водоотведения; секция механизации строительства; секция организации, механизации, технологии жилищно-коммунального строительства и хозяйства; секция развития жилищно-коммунального комплекса; секция реконструкции и технической эксплуатации зданий; секция теплогазоснабжения и вентиляции.

Научное электронное издание

*Материалы публикуются в авторской редакции.
Авторы опубликованных материалов несут ответственность
за достоверность приведенных в них сведений.*

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2018

Ответственная за выпуск *Н.С. Севрюгина*

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

Тел.: +7 (495) 730-62-53

e-mail: ijesm@mgsu.ru

Сайт: www.mgsu.ru

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

Для создания электронного издания использовано:

Microsoft Word 2013, ПО Adobe Air

Верстка макета *А.С. Овсиенко*

Подписано к использованию 31.05.2018. Объем данных 17,9 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. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

<i>Богданов И.В.</i> Автоматизация процесса получения стекломассы в ванной печи непрерывного действия.....	10
<i>Мальченкова Е.С.</i> Автоматизация управления инженерными системами цокольного этажа ТЦ	13
<i>Мокеева О.Д.</i> Автоматизация приточно-вытяжной системы помещений для производства компонентов навигационной системы «ГЛОНАСС»	17
<i>Навасардян А.Г., Харьков Д.А.</i> Особенности применения СВЧ-ГЕОРАДАРА при поиске месторождений строительных материалов для заполнителей бетонной смеси	22
<i>Ниязов А.Р.</i> Автоматизация и электроснабжение технологического процесса производства шихты для изготовления стекла	27
<i>Чиркин Д.О.</i> Автоматизация технологического процесса производства строительных шлакоблоков.....	31

СЕКЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

<i>Адиханова Р.Д., Трофимова К.Г., Захаров И.А.</i> Охрана водных объектов города Москвы от загрязнения поверхностными сточными водами	38
<i>Айбазов А.Т.</i> Технология сверхкритического водного окисления.	42
<i>Безруков М.А., Гагулина А.Э., Голубева М.И.</i> Анализ гидрологической ситуации в районе парка Останкино	45
<i>Бусарева Е.А.</i> Исторические этапы развития систем водоснабжения и водоотведения от древнего Рима до эпохи Возрождения	52
<i>Васютина О.В., Нестеренко А.А.</i> Повторное использование очищенных сточных вод. Мембранные методы очистки.....	56
<i>Герасимов В.А.</i> К вопросу о нейтрализации цианистых соединений при проведении средозащитных мероприятий при извлечении тонковкрапленной самородной меди из коренных пород	62
<i>Гурьева Д.В., Комарова Е.А.</i> Радиационное загрязнение водной среды	67
<i>Звягин И.П., Герусова А.Г.</i> Доочистка водопроводной воды	72
<i>Комарова Е.А., Гурьева Д.В.</i> К вопросу об улучшении забора воды из поверхностных источников	78
<i>Корнев Н.А.</i> Оптимизация доочистки в биопрудах	81
<i>Кочетов В.В.</i> Малые очистные сооружения	84
<i>Нестеренко А.А., Васютина О.В.</i> Мембранный биореактор. Экономические параметры.....	90

<i>Овсиенко А.С.</i> Методы интенсификации биологической очистки сточных вод от соединений азота и фосфора.....	94
<i>Пещеркина С.Ю., Говоров В.О., Назаров Д.Я.</i> Оценка эффективности работы водопроводных очистных сооружений	102
<i>Пипко Д.А.</i> Мембранные технологии в области водоподготовки и очистки коммунальных и промышленных сточных вод.....	106
<i>Прокопьева А.И.</i> Станция водоподготовки Svartediket (г. Берген, Норвегия).....	110
<i>Рудич У.С., Осипов Д.А., Говоров В.О., Ромаш Д.А.</i> К вопросу о снижении тригалогенметанов в питьевой воде.....	115
<i>Семенова Д.П., Тайбарей В.В.</i> Особенности систем внутреннего водоснабжения и водоотведения новых жилых домов	120
<i>Тайбарей В.В., Некрасова К.И.</i> Новые тенденции в проектировании системы поливочного водопровода высотных зданий	123
<i>Цой В.Е.</i> Устойчивость экосистем	126
<i>Цой В.Е., Семенова Д.П.</i> История строительства канала имени Москвы	129

СЕКЦИЯ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

<i>Зотов О.А., Гоева Е.М.</i> Модернизация металлоконструкции рабочего оборудования рабочего оборудования экскаватора	133
<i>Ильичев И.А.</i> Модернизация бегунов СМ 685 для измельчения и перемешивания массы.....	137
<i>Панова Ю.Е.</i> Вторичное использование бытовых отходов	140
<i>Роговченко С.П.</i> Испытания электрического и гидроимпульсного гайковерта на вибрацию.....	143
<i>Рогозин С.М.</i> Разработка устройства для очистки опалубки поддонов при производстве ЖБИ	151
<i>Рыжов С.И.</i> Модернизация бетоноукладчика с разработкой привода бункера	156
<i>Силаев К.А.</i> Модернизация малых очистных сооружений канализации.....	160
<i>Стракович В.Е.</i> Оценка прочности корпусной детали ручного электромолокта	164
<i>Фролов Д.В.</i> Сравнительные испытания ручных шуруповертов.....	167
<i>Чегодаев С.В.</i> Разработка электромеханического привода толкателя поддонов с ЖБИ в камеру тепловой обработки	172
<i>Чемоданова А.И.</i> Проблемы строительного-технологического освоения территорий арктической зоны.	178

СЕКЦИЯ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

<i>Балков Б.А.</i> Особенности теплопроводов системы отопления из различных материалов.....	183
<i>Бойченко А.А., Могилат В.Н.</i> Определение удельного потребления тепловой энергии для расчета газопотребления в жилых домах с индивидуальным теплоснабжением.....	187
<i>Большдырев Е.М.</i> Выбор оптимальной схемы газораспределения	190
<i>Гончаров С.А.</i> Эффективность применения блочного пеностекла для жилищно-индивидуального строительства в условиях Московской области.....	194
<i>Гулюкин М.Д.</i> Сравнительный анализ централизованного теплоснабжения и автономных источников тепловой энергии на примере крышной котельной.....	198
<i>Дмитриенко М.А., Семичева Н.О.</i> Оценка теплотехнической однородности наружной стены при изменении теплопроводности конструктивного слоя.....	202
<i>Дютин В.В.</i> Сравнение различных методик определения тепловой нагрузки на отопление жилого здания.....	206
<i>Журавлев А.В., Жостик А.А.</i> Целесообразность применения децентрализованного теплоснабжения от крышных котельных в условиях города Москвы.....	211
<i>Иванова А.О., Чернышова А.М.</i> Выбор энергетически целесообразной теплозащиты отапливаемых зданий	216
<i>Иванова В.С.</i> Увеличение затрат тепловой энергии на отопление при организации подземной парковки в жилом доме	220
<i>Киричек Ю.А., Ландырев С.С.</i> Возможности прямого использования вентиляции для ассимиляции теплоизбытков в помещении	224
<i>Кожевник Т.Д.</i> Влияние климатических показателей на экономически целесообразный выбор теплозащиты здания	229
<i>Ландырев С.С., Киричек Ю.А.</i> Энергетическая целесообразность использования сухого охладителя для ассимиляции теплоизбытков в помещении	233
<i>Лактюнькин А.В.</i> Применение аналитических зависимостей определения удельных потерь давления при гидравлическом расчете газопроводов.....	238
<i>Морозов А.А.</i> Движение пыли в жилом помещении.....	241
<i>Разаков М.А., Чернова Р.В.</i> Современные возможности обследования сборных каналов систем естественной вентиляции	245
<i>Рыбаков А.С.</i> Влияние качества и размера окна на радиационную обстановку в помещении	249
<i>Смирнов А.А.</i> Использование децентрализованных крышных установок в торговых залах	253

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ И РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ХОЗЯЙСТВА

<i>Абдулаки В., Поликанова В.В.</i> Эксплуатационная надежность железобетонных пространственных покрытий зданий в условиях жаркого климата	258
<i>Бачевская А.А.</i> Применение специальных красок для утепления фасадов и для антиобледенения карнизов металлических крыш	262
<i>Бутузов А.Н., Харламов А.В.</i> Перспектива горизонтального развития малых городов.....	266
<i>Великонская М.К.</i> Прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций, влияющих на долговечность зданий и сооружений	270
<i>Вихорева А.И.</i> Современное котельное оборудование	275
<i>Гусарь О.А., Балакирева В.В.</i> Особенности эксплуатации несущих конструкций из высокопрочного бетона в высотных зданиях на примере московского международного делового центра Москва-Сити.....	282
<i>Евсеева К.А.</i> Применение подъемного оборудования при реконструкции жилых зданий	286
<i>Ермолаева А.А.</i> Проект автономного экоселения. Зарубежный опыт	295
<i>Котова Л.О.</i> Инновационные технологии капитального ремонта многоквартирных домов	301
<i>Кузина Е.С.</i> Современные методы обследования и расчета несущих железобетонных конструкций при реконструкции и переустройстве зданий	306
<i>Михайлова А.А.</i> Формирование логистических схем для рациональной утилизации отходов в результате проведения реновации в г. Москве	315
<i>Никишаева И.Ю.</i> Новые технологии, применяемые при строительстве спортивных объектов	320
<i>Плеснак О.В.</i> Восстановление эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций зданий (осушение и повышение их водонепроницаемости).....	327
<i>Плотников А.Д.</i> Перспективные направления применения BIM технологий в эксплуатации	330
<i>Плюснина Е.В.</i> Инновационные строительные материалы. Углепластик	334
<i>Текеев А.С.</i> Зарубежный опыт применения BIM технологий в строительстве и эксплуатации зданий.....	338
<i>Трунтов П.С.</i> Обзор программного обеспечения для работы с информационной моделью (BIM) объектов ЖКХ при эксплуатации.....	343
<i>Филиппов И.Д.</i> Инновационный метод монтажа стальных трубопроводов при помощи пресс-системы	348

<i>Хадеев А.П.</i> Мягкие ограждающие конструкции в тентовых сооружениях, отечественный и зарубежный опыт.....	352
<i>Харламова А.Р.</i> Применение кранового оборудования при строительстве жилых зданий	357
<i>Черкас А.Д.</i> Применение композитной арматуры при усилении железобетонных изгибаемых элементов в рамках надстройки здания.....	362
<i>Шамин П.А.</i> Применение метода инъектирования для гидроизоляции фундамента.....	366

СЕКЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ ЖКК

<i>Акопян Г.Л.</i> Реновация жилой застройки в крупных городах	371
<i>Безуглый А.В.</i> Техничко-экономические аспекты модернизации инженерного оснащения многофункциональных комплексов.....	378
<i>Голубева Н.С.</i> Обследование оснований фундаментов здания ТЦ ИКЕА	385
<i>Гусарова А.А.</i> Показатели качества организации диспетчерского обслуживания жилищного фонда	389
<i>Дружинина В.В.</i> Влияние отказов кровли на остаточный срок ее службы.....	394
<i>Журавлев Н.Р.</i> Применение инновационных ресурсосберегающих технологий при ремонте и реконструкции зданий и инженерных систем	398
<i>Калинкина Д.А.</i> Анализ принципов оценки эффективности работы управляющих компаний.....	402
<i>Козлакова Ю.Б.</i> Качество средств и объектов сопровождения гостинично-туристических комплексов.....	408
<i>Ларченкова А.А.</i> Анализ проблем определения ремонтпригодности многослойной конструкции на примере фасадных систем	412
<i>Попова В.С.</i> Повышение качества эксплуатации системы водоснабжения многофункционального торгово-развлекательного комплекса .	417
<i>Шаповаленко В.А.</i> Особенности выявления аварийного жилищного фонда в г. Москва по программе реновации	422

СЕКЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОМАССЫ В ВАННОЙ ПЕЧИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Богданов И.В., студент 4 курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Забора И.Г., доцент, к.т.н.*

По технологическому профилю и особенностям организационной производственной деятельности стекольная промышленность относится к категории, связанной со строительством и производством исходных материалов для других видов промышленности.

Растущую потребность в производстве стекла можно решить путём эффективного применения современных систем измерительной техники, автоматического контроля и регулирования. В настоящее время все большее количество стекловаренных печей приводится в действие посредством систем управления и автоматизации технологических процессов и охватывает все сферы производства стекла.

Процесс варки стекла осуществляется по следующим стадиям:

1. Зона силикатообразования. Температура до 900 °С.
2. Зона стеклообразования. Температура до 1300 °С
3. Дегазация (осветление). Температура до 1450 °С. Идет «кипение» стекломассы. Самая высокая температура.
4. Гомогенизация. Температура до 1400 °С. Происходит конвективное перемешивание стекломассы.
5. Студка. Температура понижается до температуры выработки 900 – 1100 °С.

На горелки печи подаётся топливный газ, который сгорает в присутствии воздуха. Воздух подаётся воздуходувкой в регенераторы, расположенные с двух сторон печи. В регенераторах воздух нагревается за счёт тепла от печи. Образующиеся дымовые газы выходят из печи и через дымовую трубу и удаляются в атмосферу.

Шихта со стеклобоем поступает в стекловаренную печь, в которой производится варка, представляющая собой процесс плавления больших объёмов шихты за относительно короткий период времени.

Стекломасса, идущая из печи, распределяется выработочным каналом по питателям стекломассы, ориентированных на изготовление разных видов продукции. В конце каждого питателя располагается стеклоформовочная машина, формирующая изделия и транспортирующая их к печи отжига.

Система автоматизации ТП получения стекломассы позволяет обеспечить:

1. Контроль температурного режима печи.
2. Контроль регулирования расхода топлива и воздуха.
3. Контроль и регулировку оптимального соотношения топливо-воздух.
4. Давление в стекловаренной печи и в системах подачи воздуха и газа.

5. Уровень стекломассы в стекловаренной печи.
6. Температурный режим выработанной части стекловаренной печи.
7. Химический анализ дымовых газов.

Шихта подается в печь конвейером при помощи электропривода конвейера 1и. Контроль уровня шихты в печи осуществляется датчиком уровня LE поз. 1а, выходной сигнал с которого поступает в регулятор.

Регулирующее воздействие с регулятора поступает на электромагнитный пускатель поз. 1и, управляющий электроприводом конвейера.

Для предотвращения аварии мотора ленты транспортера установлен датчик скорости 32а.

В функции системы автоматического управления процессом варки стекла входят контроль и управление работой пяти взаимосвязанных контуров варочной части печи, регулирующих расход газа, расход воздуха (поз. 2а), давление в печи, уровень стекломассы (1а) и перевод направления пламени.

Регулирование расхода воздуха на горение реализовано посредством изменения частоты вращения вала поз. 2и нагнетающего вентилятора Н1. Система поддерживает расход воздуха по уставке датчика поз. 2а или на таком уровне, чтобы содержание кислорода в отработанных газах, измеряемое кислородными датчиками поз. 3а и 4а, соответствовало заданной величине. Давление воздуха в магистрали соответствует 100 - 300 Па и измеряется датчиком 5а.

Клапаном К3 подается дымовоздушная смесь (ДВС) в печь и датчиком поз. 7а происходит измерение давления ДВС. Регулирование давления в печи происходит по сигналу датчика поз. 6а и электропривода поз. би.

Далее ДВС проходит регенераторы, в которых реализован контур регулирования температуры при помощи датчиков 8а и 9а и термоэлектронагревателей, управляемых магнитными пускателями 10ж и 9ж.

В зоне варки и в рабочей зоне осуществляется контроль температуры датчиками поз. 20а и 21а, 22а.

Главная регулируемая величина-температура в зоне осветления печи.

В зоне осветления реализована система регулирования температуры. С датчика поз. 23а выходной сигнал поступает в регулятор температуры. Выходной сигнал с регулятора главной регулируемой величины корректирует задание регулятору промежуточной величины - давления топливного газа, измеряемого датчиком давления поз. 11а. Регулирующее воздействие через пусковое устройство поступает на исполнительный механизм поз. 11и клапана К5 на линии подачи топливного газа к правым или левым горелкам печи через клапан К4. Воздух на горелки печи подается воздуходувками с правой и левой стороны печи с приводами поз. 27и, 28и. Давление воздуха в районе воздуходувок измеряется с помощью датчиков 27а, 28а.

Контроль содержания кислорода в дымовых газах, выбрасываемых в атмосферу, осуществляется датчиком поз. 29а.

Содержание кислорода в регенераторах измеряется датчиками поз. 3а и 4а. Выходной сигнал с датчика поступает в регуляторы, которые управ-

ляют подачей воздуха в смесь клапанами К1 и К2 с приводами поз. 3и и 4и. Регулирующее воздействие подается на исполнительные механизмы поз. 12д, 13д клапанов К6, К7 на линии подачи воздуха на горелки.

Контроль давления на трубопроводах газа, воздуха, дымовых газов обеспечивается датчиками – реле давления поз. 7а, 10а и 5а. При падении давления на трубопроводе газа или воздуха, при повышении давления дымовых газов в печи отключаются электроприводы воздуходувок, конвейера, закрываются клапана на линии подачи топливного газа в печь, управляемые исполнительными механизмами поз. 10и, 11и.

Заключение

Автоматизированная система управления технологическим процессом получения стекломассы выполняет все необходимые функции: контроль параметров, технологические защиты, автоматическое регулирование производительности. Автоматизация позволяет обеспечить наиболее устойчивый технологический режим работы оборудования при оптимальных параметрах их эксплуатации. Вследствие внедрения приборов автоматизации, очевидны следующие ожидаемые технологические и экономические эффекты:

- экономия топлива, сырья и материалов
- снижение себестоимости продукции
- повышение качества продукции
- достижение оптимальной загрузки технологического оборудования
- оптимизация режимов работы технологического оборудования

Библиографический список

1. Китайгородский И.И. Технология стекла. Том 1. Технология стекломассы. – М.: «Гос. изд-во легкой пром-сти», 1959. – 583 с.
2. Варка стекла в пламенных ваннах печей непрерывного действия // <http://msd.com.ua/tehnologiya-stroitel'nogo-i-tekhnicheskogo-stekla-i-shlakositallov/varka-stekla-v-plamennykh-vannykh-pechax-neprepryvnogo-dejstviya/>
3. Устройство ванной для стекловаренной печи // <http://www.mirstekla-expo.ru/ru/ui/17032/>
4. Варка стекол в ваннах печей // <https://lektsii.org/7-64540.html>
5. Волков А.А. Современные и перспективные информационные технологии в строительстве. Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 9. С. 5-6.
6. Волков А.А., Лебедев В.М. Формирование функциональных систем и интеллекта зданий. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 116-119.
7. Doroshenko A. Problems of modelling proportional–integral–derivative controller in automated control systems. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2017. С. 05013.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ ЦОКОЛЬНОГО ЭТАЖА ТЦ

*Мальченкова Е.С., студентка 4 курса 32 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Мокрова Н.В., профессор, д.т.н.*



Рис.1. Цокольный этаж ТЦ «Апельсин»

Характеристики цокольного этажа ТЦ «Апельсин»:

- площадь 2491,6 кв. м.,
- 80% площади не используется (на данный момент),
- 20% используется под подсобные помещения.

На этаже проложены вентиляционные короба под приточную систему вентиляции.

Задача – использовать цокольное помещение площадью 1840 кв. м. под подземный паркинг, обосновать экономическую; экологическую и пр. функции.

Целевые решения:

- организация приточно-вытяжной систему вентиляции с отдельным контуром дымоудаления;
- снижение затрат на потребляемую тепловую или электрическую энергию;
- пожарная сигнализация; сигнализация аварий и контроль работы инженерных систем;
- сведение к минимуму человеческого фактора.

Комплексная автоматика приточно-вытяжных систем

Данный тип автоматизации является одним из самых распространенных, так как позволяет выполнять следующий набор функций:

- Поддержание температуры приточного воздуха в зависимости от температуры уставки контроллера, а также с корректировками в зависимости от температуры вытяжного воздуха или температуры базового помещения. То есть в случае, когда происходит рост температуры в помещении (или вытяжного воздуха общеобменных систем) автоматика выдает сигнал на исполнительные механизмы, что температуру приточного воздуха можно понизить до заданного диапазона. Градиент понижения температуры приточного воздуха не должен быть ниже температуры точки росы.

- Поддержание температуры обратного теплоносителя.
- Защита калорифера от обмерзания.
- Контроль засорения воздушного фильтра.
- Управление качеством воздуха в зависимости от наполненности помещения посетителями (например, в торговых центрах и ли кинозалах). С увеличением содержания CO_2 в вытяжном воздухе контроллер системы автоматике выдает сигнал на увеличение расходов воздуха для разбавления вредностей. При достижении нормируемых показателей системы могут выходить на минимальный расход, тем самым обеспечивается значительная экономия энергоресурсов.

- Управление работой вентиляторов приточных систем согласованно с работой вытяжных из общего объема помещений. Эта функция как нельзя просто позволяет осуществлять главные правила сбалансированных систем вентиляции. То есть когда требуется снижение расхода приточного воздуха, система автоматике пропорционально снижает расход вытяжного воздуха. При этом системы должны быть общеобменными, управлять местными вытяжными системами по такому принципу нельзя с технологической точки зрения.

После модернизации система стала приточно-вытяжной с водяным нагревателем и водяным охладителем.

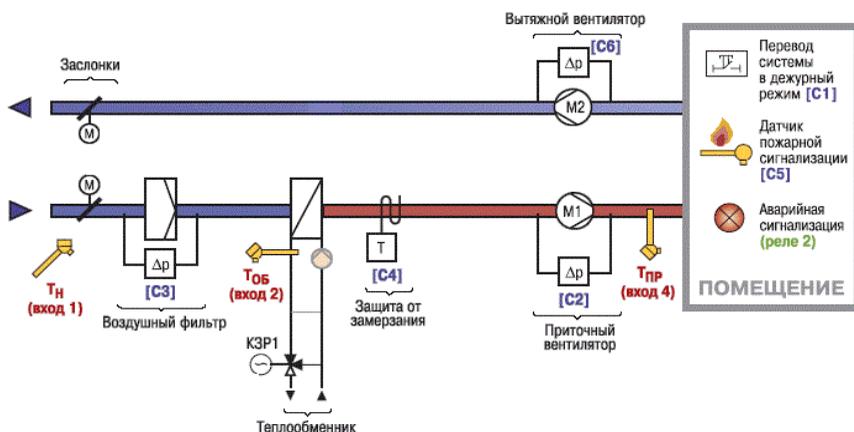


Рис.2. Функциональная схема приточно-вытяжной системы вентиляции

Автоматическая пожарная сигнализация устанавливается в помещении для безопасности и своевременного оповещения о возникновении пожара.

Виды датчиков:

- дымовые;
- тепловые;
- световые;
- комбинированные;
- мультисенсорные и ручные.

Система дымоудаления.

Система дымоудаления – включает в себя вентиляционный комплекс, который в случае пожара вытягивает продукты горения, дымовую завесу, частички пепла и пыли.

Основные функции:

- сдерживание распространения очага возгорания в соседние помещения;
- снижение концентрации дыма и улучшение видимости;
- существенное снижение температуры воздуха;
- поддержание в воздухе необходимого уровня кислорода.

Состав системы дымоудаления:

- дымоприемные клапаны с электромагнитным приводом, которые монтируются непосредственно в помещении и обеспечивают «захват» дыма и продуктов горения с дальнейшим выбросом их в дымовые шахты;
- механизированные дымоудаляющие вентиляторы, необходимые для разряжения атмосферы и откачивания дыма из помещения;
- воздушные каналы, или шахты, служащие коридором для перемещения дымовых газов из помещения наружу;
- приводные вентиляторы подпора воздуха, предназначенные для образования избыточного давления окружающей среды в лифтовых шахтах, лестничных пролетах, тамбурах и т. д. для предотвращения поступления туда дыма;
- огнезадерживающие клапаны, которые срабатывают при помощи электропривода или теплового замка и служат для предупреждения распространения дыма в вытяжных и вентиляционных системах.

Продольная схема дымоудаления при пожаре на автостоянке.

Приоритет безопасности человека при нахождении на закрытых автостоянках стал основной причиной внедрения продольных систем вентиляции и дымоудаления, когда распространение дыма при пожаре сдерживается продольными (горизонтальными) потоками воздуха от струйных (Jet) вентиляторов, размещенных в подпотолочном пространстве, и от вентиляторов противодымной вентиляции. В этом случае высота потолочных перекрытий не является фактором риска, т. к. граница распространения дыма обеспечивается по всей высоте автостоянки, как это показано на рис. 3.



Рис.3. Продольная схема дымоудаления при пожаре на автостоянке.

Библиографический список

1. Сайт Технология [Электронный ресурс]. – М.: «Технология», – Режим доступа: <http://www.idn500l.ru/>, свободный.
2. Сайт Некоммерческое партнерство инженеров [Электронный ресурс]. – М.: «АВОК», – Режим доступа: <https://www.abok.ru/>, свободный.
3. Мельников Ю.С. Помощь проектировщика по проектированию вентиляции: Учебник. – М.: Ижевск, 2002.
4. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция, кондиционирование. М.: Госстрой России, 2004.
5. Калмаков А.А., Романова С.С., Щелкунов С.А. Автоматика и автоматизация систем вентиляции: Учебник. – М.: 1984.
6. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: учебник. – М.: 2007.
7. Чельшков П.Д., Лысенко Д.А. Математическое моделирование сценариев эксплуатации инженерных систем зданий и комплексов. Научное обозрение. 2015. № 13. С. 48-52.
8. Редин И.В., Седов А.В., Чельшков П.Д. Оптимизация системы автоматического управления микроклиматом с применением математической модели. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2010. Т. 6. № 1-2. С. 181-187.
9. Волков А.А., Гиясов Б.И., Чельшков П.Д., Лысенко Д.А., Крылов Е.Н. Обоснование эффективности автоматического управления системами вентиляции. Научное обозрение. 2015. № 19. С. 103-106.
10. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 42-43.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОНЕНТОВ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ГЛОНАСС»

Мокеева О.Д., студент 4 курса 32 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Коломиец В.И., доцент, к.т.н.

Вентиляция производственного помещения – комплекс мер, направленных на организацию и поддержание стабильного воздухообмена в производственных помещениях. Создание комфортных условий работы на производстве – очень важный момент. Это не только отражается на производительности труда и самочувствии работников, но и входит в перечень обязательных требований санитарных органов. Работающее оборудование и технологические процессы являются источником попадания в воздух взвешенных частиц и ядовитых испарений, поэтому вентиляция на производстве должна справляться со сложными задачами, такими как обеспечение воздухообмена, фильтрация примесей, технической пыли и т.п.

В данном проекте рассматривается автоматизированная инженерная система приточно-вытяжной вентиляции помещений для производства компонентов космических аппаратов навигационной системы «Глонасс».

Целью проекта является создание автоматизированной системы для поддержания заданных климатических параметров и обеспечение воздухообмена в помещениях посредством управления вентиляционными агрегатами приточной системы и трёх вытяжных систем.

Система управления вентиляцией помещений выполнена на базе программно-технического комплекса для управления технологическими процессами SIMATIC PCS7 фирмы “Siemens”, основным компонентом которого являются современные контроллеры Siemens S7-400H.

Система автоматизации приточной и вытяжной вентиляции в помещениях должна обеспечивать:

- контроль и поддержание основных климатических параметров (температура, влажность и давление);
- контроль состояния газовой среды (концентрация ацетона/толуола и аммиака);
- светозвуковую сигнализацию загазованности помещения;
- включение/отключение вентиляции помещения с пульта местного управления.

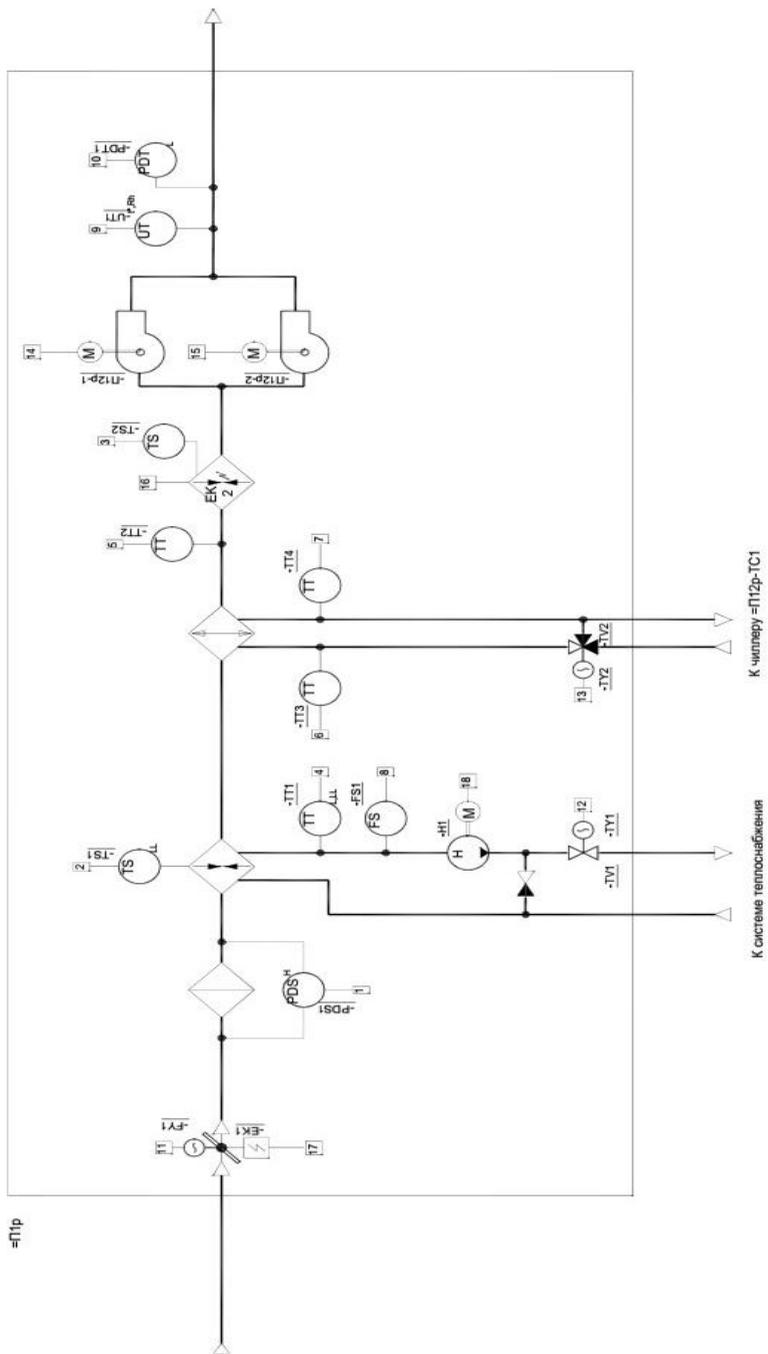


Рис. 1. Приточная система.

Приточная система (рис. 1) состоит из воздушной заслонки, фильтра, водяного калорифера, охладителя, электронагревателя, и 2 вентиляторов. Она обслуживает три помещения: помещение для напыления тонких пленок, а также участков теплоизоляции и пропитки. Автоматизация данной системы предусматривает:

- управление воздушной заслонкой на входе в систему;
- контроль состояния воздушного фильтра;
- контроль температуры контура обогрева;
- защиту водяного калорифера от обмерзания;
- контроль температуры контура охлаждения;
- защиту электрокалорифера от перегрева;
- управление воздушными заслонками на воздуховодах в помещениях;
- контроль температуры и относительной влажности на выходе установки;
- поддержание заданного микроклимата в помещениях рабочих зон.

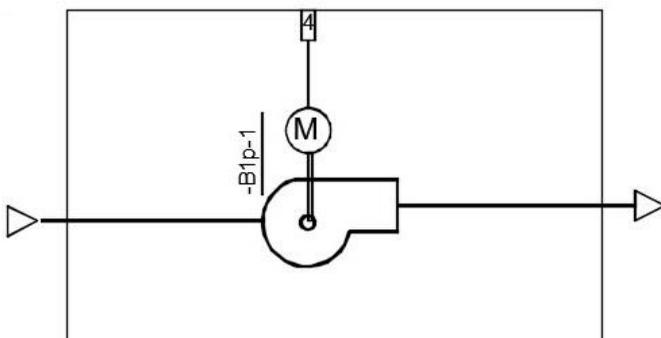


Рис. 2. Вытяжная система, обслуживающая помещение для напыления тонких пленок

Первая вытяжная система (рис. 2), находящаяся в помещении для напыления тонких пленок, состоит из вентилятора. Её автоматизация предусматривает:

- регулирование производительности вытяжного вентилятора с помощью частотного преобразователя для поддержания воздухообмена в обслуживаемом помещении.

Вторая вытяжная система содержит фильтр и 2 вентилятора. Она обслуживает участок теплоизоляции. Автоматизация системы обеспечивает:

- контроль состояния воздушного фильтра;
- включение/отключение с пульта местного управления;
- регулирование производительности вытяжных вентиляторов с помощью частотных преобразователей;
- включение резервного вентилятора при выходе из строя рабочего.

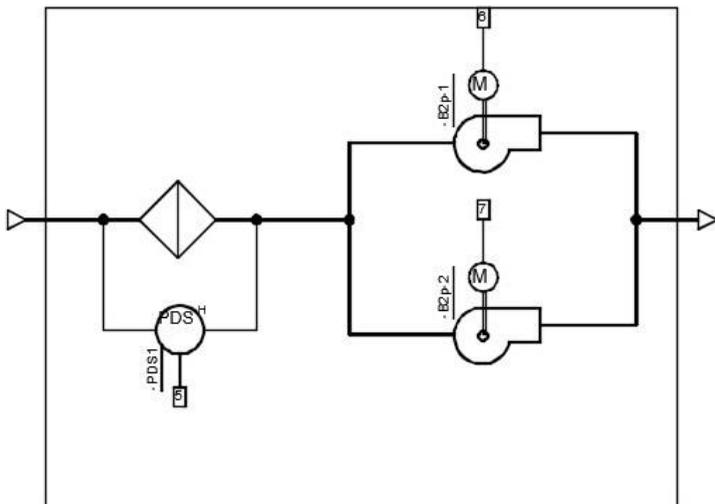


Рис. 3. Вытяжная система, обслуживающая участок теплоизоляции

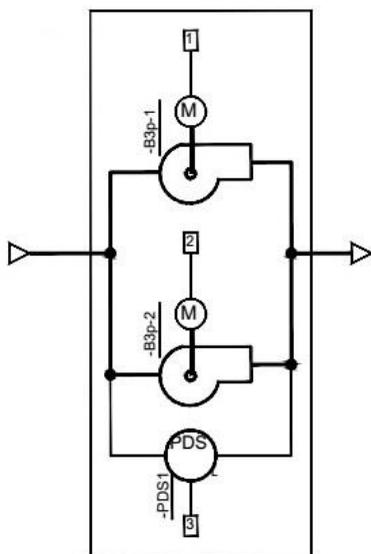


Рис. 4. Вытяжная система, обслуживающая участок пропитки

Третья вытяжная система (рис. 3), состоящая из 2 вентиляторов, обслуживает участок пропитки и предусматривает:

- включение/отключение с пульта местного управления;
- включение резервного вентилятора при выходе из строя рабочего;

- дополнительное включение резервного вентилятора при увеличении загазованности в обслуживаемом помещении.

При получении сигнала «Пожар» обеспечивается отключение всех вентиляционных систем, за исключением системы защиты от замораживания приточной установки.

Каждая система имеет пульт местного управления, что позволяет производить пуск/останов установок по месту в локальном режиме. Также на пультах имеется световая индикация состояния установок.

Для контроля текущего состояния технологических параметров и оперативного выявления отклонений в работе оборудования применена операторская станция с круглосуточным режимом работы.

Автоматизация данной системы позволяет оперативно управлять климатическими параметрами в производственном помещении при экономии на энергопотреблении и ресурсе работы активного оборудования.

Библиографический список

1. Калмаков А.А., Кувшинов Ю.Я., Романова С.С., Щелкунов С.А., Автоматика и автоматизация систем теплогасоснабжения и вентиляции – М.: Стройиздат, 2011. – 479 с.

2. Чистович С.А. Автоматическое регулирование расхода тепла в системах теплоснабжения и отопления – Л.: Стройиздат, 1975.

3. Табунщиков Ю.А., Глубничий Л.П., Ефимов Ю.Н. Инженерное оборудование зданий и сооружений – М.: Высшая школа, 2010. – 238 с.

4. Юрманов Б.Н., Автоматизация систем отопления, вентиляции, и кондиционирования воздуха. – Л.: Стройиздат, 2005. – 232 с.

5. Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования – К.: Аванпост-Прим, 2005. – 558 с.

6. Чельшков П.Д., Лысенко Д.А. Математическое моделирование сценариев эксплуатации инженерных систем зданий и комплексов. Научное обозрение. 2015. № 13. С. 48-52.

7. Редин И.В., Седов А.В., Чельшков П.Д. Оптимизация системы автоматического управления микроклиматом с применением математической модели. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2010. Т. 6. № 1-2. С. 181-187.

8. Волков А.А., Гиясов Б.И., Чельшков П.Д., Лысенко Д.А., Крылов Е.Н. Обоснование эффективности автоматического управления системами вентиляции. Научное обозрение. 2015. № 19. С. 103-106.

9. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 42-43.

10. Волков А.А., Чельшков П.Д., Седов А.В., Лысенко Д.А. Представление системы приточной вентиляции в моделях объектов строительства. Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 262-264.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ «СВЧ – ГЕОРАДАРА» ПРИ ПОИСКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Навасардян А.Г., студент 3 курса 30 группы ИИЭСМ

Харьков Д.А., аспирант

Научный руководитель – Чельшиков П.Д., доц., к.т.н.

Современное строительство характеризуется выполнением больших объемов бетонных работ, требующих значительных количеств фракционированного щебня, используемого в качестве крупного заполнителя. Так, например, на приготовление 1 м³ бетонной смеси для монолитного домостроения в среднем расходуется 1,15 – 1,25 м³ крупного и мелкого фракционированного заполнителя.

Известно, что производство фракционированного щебня приводит к значительным затратам: дробление исходной породы, сортировка, обогащение и транспортировка готовых фракций на щебеночных заводах и дробильно-сортировочных установках, доставка и хранение готовых фракций на заводах ЖБК и БСУ.

Проведенные исследования показали, что получить бетонную смесь марок М200, М250, М300 можно с использованием сортированного заполнителя. Из бетонной смеси этих марок изготавливаются строительные конструкции и изделия (стяжки бетонных полов, дорожки, отмостки, площадки, маршевые лестницы, дорожные плиты для подъездных путей и др.), не обладающие высокой прочностью и устойчивостью, т.к. в этих требованиях нет необходимости в соответствии с технологическими нормами и правилами. Возможность решения этой важной задачи появилась только с появлением «СВЧ – ГЕОРАДАРА», обеспечивающего радиолокационное зондирование для подповерхностных исследований, направленных на получение детальной информации об объекте в реальном режиме времени.

Георадиолокация – высокочастотный метод, позволяющий за счет распространения электромагнитных волн, которые подчиняются законам геометрической оптики, осуществлять зондирование поверхности почвы на глубину от 1 до 30 метров. За счет отраженного сигнала от этой поверхности определять на глубине наличие и соотношение гравия и песка, которые используются в качестве заполнителя бетонной смеси [2].

На основании теории радиолокации установлено, что дальность действия прибора зависит от энергии принятого сигнала $V_{\text{Пс}}$ и отраженного от поверхности $V_{\text{Ос}}$ [1]. Георадар имеет транзисторный передатчик ТП мощностью 100 Вт и приемник ПР с накоплением энергии отраженного сигнала $V_{\text{Ос}}$ (рис.1).

По схемному решению накопление энергии отраженного сигнала происходит не в приемнике, а в передатчике путем зарядки конденсатора С до нескольких тысяч вольт, разрядка осуществляется через разрядник Р на антенные модули АМ.

При таком схемном решении мощность передатчика выросла примерно в 10000 раз и составила 1 МВт, что позволило использовать простой и малогабаритный приемник без накопления принятого сигнала. В течение длительного времени от малоомощного источника питания накапливается энергия, которая превращается в короткую мощную вспышку света («принцип фотовспышки», известный всем фотолюбителям).

Георадар серии «ЗОНД» имеет устройство запоминания УЗИ и вывода регистрируемой информации УВИ, оптический преобразователь ОП. Реальный потенциал этого прибора находится в пределах 20 – 40 дБ. Это означает, что прибор обнаруживает подземные месторождения гравия и песка при затухании сигнала по амплитуде не более чем в 100 раз. Такое затухание позволяет зондировать высокоомные среды гравия и песка до глубины в несколько десятков см [3].

Обязательным условием элементной базы георадара являются специальные демпфированные антенны, подключенные к передатчику оптоволоконным кабелем ОВК вместо коаксиального, что способствует уменьшению электромагнитных помех [1].

Георадар является цифровым геофизическим прибором, который предназначен для оперативного мониторинга грунтовой поверхности, чтобы определять количественный состав и соотношение гравия и песка, которые используются без сортировки в качестве заполнителей бетонной смеси. Во время зондирования оператор в реальном отрезке времени получает информацию на дисплее ДП в виде радиолокационного профиля (рис.2). Одновременно данные записываются на информационный диск ИД компьютера КМ для дальнейшей обработки информации. Набор современных антенных модулей АМ обеспечивает возможность зондирования в большом диапазоне частот (16-2000 МГц). Повышение частоты зондирования приводит к увеличению разрешающей способности (чувствительности), но при этом растет затухание электромагнитной волны в среде, что приводит к уменьшению глубины зондирования, и наоборот, снижением частоты можно добиться увеличения глубины зондирования, но при этом ухудшается чувствительность (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость параметров зондирования от диапазона частот

Параметр	Основная частота, МГц						
	2000	900	500	300	150	75	38
Чувствительность, м	0,06-0,1	0,2	0,5	1,0	1,0	2,0	4,0
Глубина зондирования, м	1,0-1,5	3-5	7-10	10-15	7-10	10-15	15-30
Зона нечувствительности, м	0,8	0,1-0,2	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0	2,0	4,0

Предполагается, что зондируется грунт с относительной диэлектрической проницаемостью $\rho = 4$ и удельным затуханием $\alpha = 1,0-2$ дБ/м.

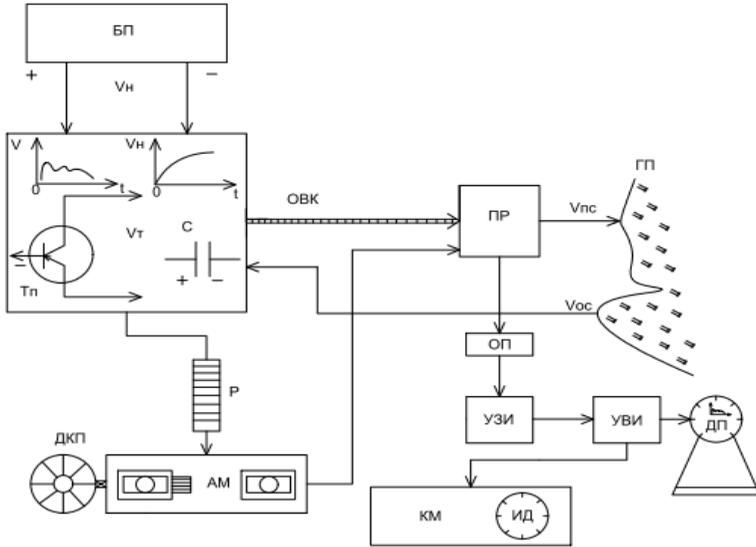


Рис. 1. Структурная блок-схема устройств «георадара»:

БП – блок питания постоянного тока; V_n – номинальное напряжение питания прибора; ТП – транзисторный передатчик (источник электромагнитной волны); ОВК – оптоволоконный кабель; ПР – приемник сигналов; $V_{пс}$ – сигнал напряжения прямой волны; ГП – грунтовая поверхность; $V_{ос}$ – сигнал отраженной волны; ОП – оптический преобразователь; УЗИ – устройство запоминания информации; УВИ – устройства вывода регистрируемой информации; КМ – компьютер; ИД – информационный диск; ДП – дисплей; Р – разрядник; АМ – антенные модули; ДКП – датчик контроля перемещения устройств «георадара».

Под глубиной зондирования имеется в виду глубина обнаружения плоской границы с коэффициентом отражения $K_0 = 1$.

Современные георадары обеспечивают работоспособность в любое время года в диапазоне рабочих температур: $T_p = -20 \dots +40$ °С. Задачи, решаемые с помощью георадара, определяются методиками исследований, способами обработки информации, формой отображения объектов исследования в поле электромагнитных волн и представлениями результатов.

Основной задачей при поиске месторождений строительных материалов для заполнителей бетонной смеси с применением «СВЧ – ГЕОРАДАРА» является определение свойств различных грунтовых отложений по скорости распространения электромагнитных волн, опираясь на связь этих свойств с диэлектрической проницаемостью пород. Действительная функция $x(t)$ требует вычисления дополнительной функции $y(t)$, у которой все

спектральные компоненты имеют такой же модуль, но сдвинуты по фазе $\varphi = 90^\circ$. Для функций $x(t) = A \sin(\omega t)$ – дополнительная функция будет $y(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$, где A – амплитуда сигнала волновых колебаний; ω – угловая частота колебаний; $\varphi = 90^\circ$ – угол сдвига фаз между основной функцией $x(t)$ и дополнительной $y(t)$.

Преобразование Гильберта обычно представляют в комплексной форме $h(t) = x(t) + jy(t)$. В теории аналитических сигналов через модуль преобразования $h(t)$ можно определить характеристику импульса, отражающую наличие и примерное соотношение гравия и песка в грунтовом массиве:

$$A(t) = h(t) \sqrt{x^2(t) + [A \sin(\omega t + \varphi)]^2} \quad (1)$$

Таким образом, квадрат модуля выражения (1) можно рассматривать как нормированную функцию плотности полной электромагнитной энергии зондирующего ($V_{ПЗ}$) и отраженного ($V_{ОЗ}$) сигналов.

Для определения полярности отраженных импульсов используется одно из свойств преобразования: максимум модуля $[h(t)]$ соответствует максимуму модуля $[x(t)]$ действительной знакопеременной функции в соответствующий момент времени. Знак функции соответствует полярности импульса.

В качестве примера приведен интерпретированный георадиолокационный профиль поверхности месторождения, полученный георадаром с центральной частотой зондирующих импульсов 150 МГц (рис. 2).

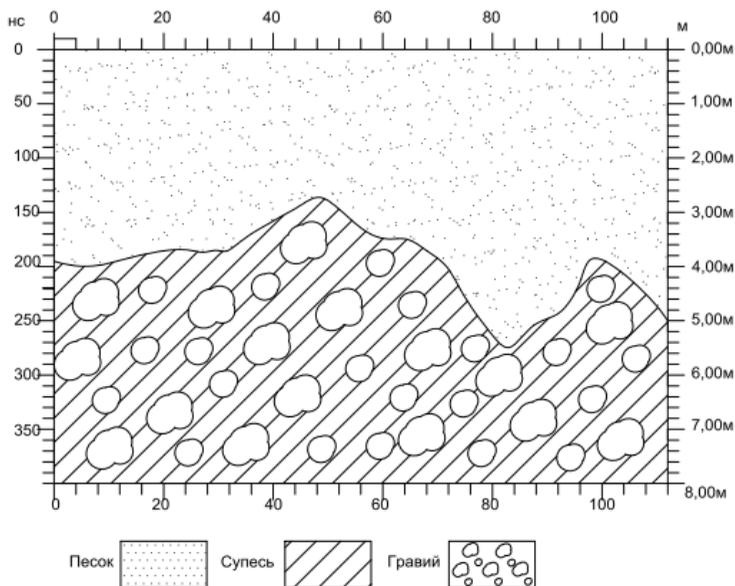


Рис. 2. Интерпретированный георадиолокационный профиль.

Профиль инженерно-геологического разреза показывает примерно 65% наличия песка, 25% гравия и 10% супеси (дополнительные включения, которые могут использоваться для других строительных работ). Гравий и песок могут использоваться в качестве наполнителей бетонной смеси.

Изложенные в статье принципы действия и методика определения наличия строительных материалов для несортированных заполнителей бетонной смеси с использованием «СВЧ – ГЕОРАДАРА» позволяют получить теоретические основы автоматизированного проектирования нового технологического процесса производства строительных смесей, обеспечивающего повышение экономической эффективности производства и качества выпускаемой продукции.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

Библиографический список

1. Горелик Г.С. Колебания и волны. – М.: ГИФМЛ, 1999. – 532 с.
2. Филькельштейн М.И., Мендельсон В.Л., Кутепов В.А. Радиолокация сложных земных покровов. – М.: Советское радио, 1977. – 256 с.
3. Владов М.Л., Золоторев В.П., Старовойтов А.В. Методическое руководство по проведению георадиолокационных работ. – М.: Стройиздат, 1997. – 86 с.
4. Волков А.А., Чеботаева Е.М., Фокина Е.Н. Особенности структурного синтеза модульной структуры автоматизированной системы управления дробильно-сортировочным производством. Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 215-217.
5. Марсов В.И., Тихонов А.Ф., Бокарев Е.И., Зайцев Д.А. Дозирующие системы непрерывного действия нового поколения. Механизация строительства. 2012. № 3. С. 12-14.
6. Волков А.А. Современные и перспективные информационные технологии в строительстве. Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 9. С. 5-6.
7. Волков А.А., Лебедев В.М. Формирование функциональных систем и интеллекта зданий. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 116-119.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ШИХТЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКЛА

*Ниязов А.Р., студент 4 курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Тихонов А.Ф., доцент, к.т.н.*

Стекло оконное – это прозрачный, преимущественно бесцветный лист, толщина которого значительно меньше его длины и ширины. Обычное оконное стекло является самой распространенной продукцией стекольной промышленности, основным видом листового прозрачного стекла, используемого в строительстве.

Наиболее распространенные размеры листов оконного стекла – 1600x1300 мм и 1600x1200 мм. Именно эти размеры позволяют сократить до минимума объемы неиспользуемых остатков при остеклении окон. Но потребители чаще выбирают более компактные изделия – 1600x800 мм, 1300x800 мм, 1600x700 мм. Это связано с тем, что транспортировать частным образом большие стекла проблематично.

Для остекления оконных проемов жилых помещений чаще всего используется стекло оконное 4 мм толщиной прямоугольной формы. А вот панорамные окна, наружные витрины магазинов должны изготавливаться из более толстого стекла – 6-10 мм, ведь чем больше площадь поверхности, тем меньше прочность стекла.

В статье рассматривается отдельный участок приготовления оконного стекла: дозирование и смешивание шихты.

Шихта — смесь исходных материалов, а в некоторых случаях (например, при выплавке чугуна в доменной печи) и топлива в определённой пропорции, подлежащая переработке в металлургических, химических и других агрегатах. Шихтами обычно называют исходные смеси, использующиеся в пирометаллургических или иных высокотемпературных процессах (производство стекла, цемента, некоторых керамических материалов и изделий).

В данной статье в состав шихты для производства оконного стекла входят песок, полевой шпат, пегматит, сода, сульфат, доломит и малые добавки (селен, оксид кобальта, денол и др.). Исходные компоненты находятся в бункерах, которые разделены на группы. 1 группа бункеров содержит песок, полевой шпат и пегматит, 2 группа содержит соду, сульфат и доломит, 3 группа содержит малые добавки. Технологическая схема представлена на рис. 1.

С учётом ГОСТ 21.603-80 была разработана схема помещения с планом расположения оборудования. Схема представлена на рис. 2.

Исходя из этого, был спроектирован распределительный щит. В проектируемом распределительном щите дозирочно-смесительной линии должно быть установлено следующее оборудование:

Питание РЩ производится от ГРЩ по кабельной линии ВВГнг-LS 5x4 (согласно ГОСТ 31996-2012). Подключение производится через защитный автомат 1QF производства ABB S203 номиналом 40А. Разводка и подключение защитно-коммутационной аппаратуры в РЩ выполняется монтажным проводом марки PV3 с параметрами соответственно мощности подключаемой нагрузки.

Также был выбран контроллер МЭТА MC12, 2 модуля расширения дискретных входов и 1 модуль расширения дискретных выходов производителя МЭТА. Схема представлена на рис. 3.

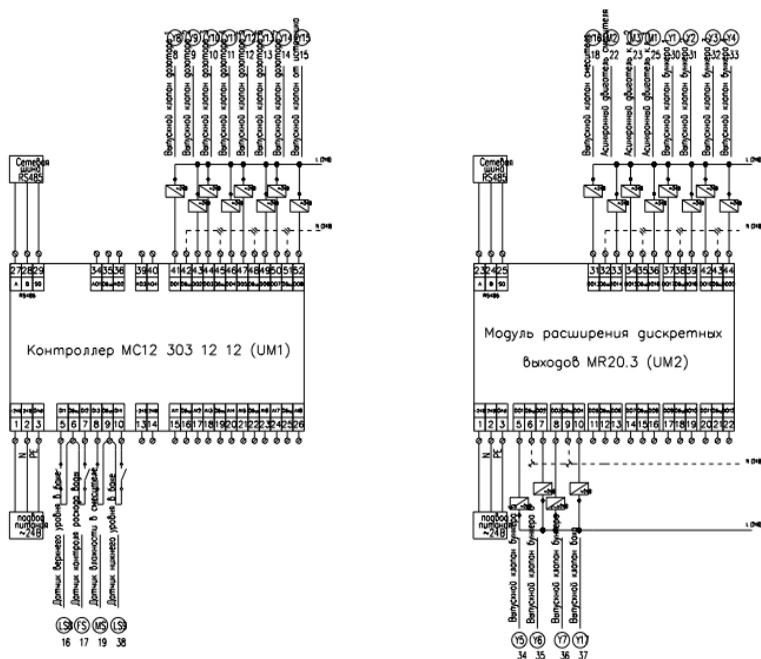


Рис. 3. Схема подключения контроллеров.

После проведения данных работ началась реализация диспетчеризации в сервер-скаде Конгар SCADA. Результат, полученный в ходе выполнения, изображен на рис. 4.

В ходе выполнения работы были разработаны функциональная схема автоматизации дозирования шихты для производства оконных стекол, принципиальная однолинейная схема распределительного щита, схема электрических соединений и подключения. На плане расположения оборудования указаны основное оборудование и прокладка кабелей с указанием типа прокладки и маркировки. Была рассчитана выгода от внедрения автоматизации с использованием новых контрольно-измерительных приборов и инноватики в процессе дозирования и смешивания. Срок окупаемости – 1,5

лет. Были подобраны автоматические выключатели и кабели с соответствующим сечением провода. Был выбран и скомпонован ЩАУ Е5971 с размерами 700x500x250 мм.

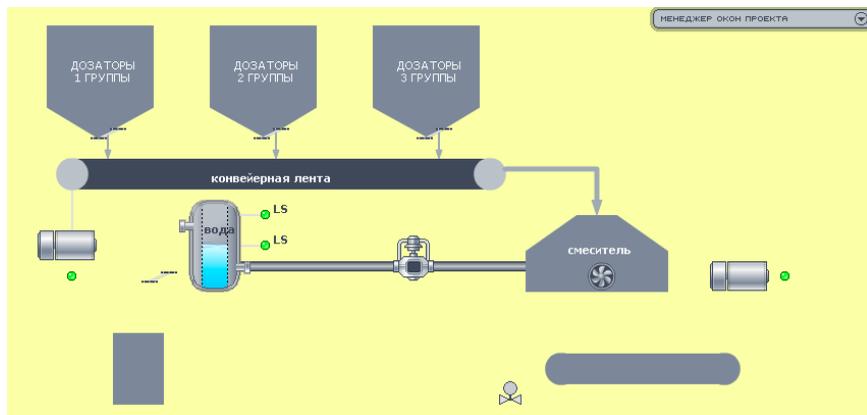


Рис. 4. Диспетчеризация.

Библиографический список

1. ГОСТ 21.404-85. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
2. Ковалев В.Д. Энергосбережение и энергобезопасность в электроэнергетике / В. Д. Ковалев, Л. В. Макаревич // Электро. - 2010. - № 2.- С. 2-8.
3. ГОСТ 31996-2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия
4. ГОСТ 21.603-80. Система проектной документации для строительства. Связь и сигнализация. Рабочие чертежи.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ШЛАКОБЛОКОВ

*Чиркин Д.О., студент 4 курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Тихонов А.Ф., доцент, к.т.н.*

Среди множества стройматериалов присутствуют так званные «старожилы», к которым относится шлакоблок. Он является прародителем всех современных строительных блоков, которые в последнее время приобрели небывалую популярность. Этот материал получается в процессе вибропрессования раствора, находящегося в специальной форме. Данная технология проста, а исходное сырье – дешево.

Дешевые стеновые материалы пользуются спросом при строительстве дач, гаражей, хозпостроек, а иногда и промышленных объектов. Производство шлакоблоков как бизнес привлекательно в силу простой технологии, дешевизны сырья и широты рынка сбыта. В настоящее время для их изготовления используется не только шлак, но другие наполнители. Устаревшее название прочно ассоциируется с низкосортным стройматериалом советских времен, из которого было принято строить преимущественно коровники. Современные блоки имеют мало общего с ним, их чаще называют по составу основных компонентов или технологии изготовления.

Главным компонентом шлакоблока является цемент. Изготовление начинается с замеса раствора. Это осуществляется в бетономешалке или смесителе. В любом из этих аппаратов на выходе получается нужная смесь. Только при их выборе нужно учесть мощность и производительность.

Стадии производства:

1. Готовится бетонная смесь, в ее состав будет входить цемент, вода, песок и битый кирпич, при желании добавляется пластификатор. Это приготовление очень схоже с изготовлением обычного песчано-цементного раствора.

2. После приготовления состав тут же заливается в формы вибропресса. Смесь, проходя вибрацию, запрессовывается еще и пуансоном, который плотно прижимается к каждой ячейке. Процесс двойного воздействия длится не более 1,5 минуты. После окончания матрица пресса поднимается, а на рабочем столе остается готовый шлакоблок. Благодаря жесткому замесу он не растрескивается при высыхании, и надолго сохраняет свою форму.

3. Во время нее происходит затвердевание готовых изделий. Их выкладывают на специально отведенные места под открытым небом, лучше для этих целей предусмотреть поддоны. Тогда в случае выпадения атмосферных осадков можно накрыть изделия полиэтиленом и закрепить его. В среднем сушка при хорошей погоде занимает 36 часов. Это время можно сократить, если в смесь добавить специальные пластификаторы.

4. При помощи грузоподъемных устройств шлакоблоки складировуются. Наилучший вариант – многоярусные стеллажи, они значительно сэкономят площадь хранения, а также на них можно произвести пропарку сразу нескольких десятков изделий. После нее улучшается прочность блоков и сокращается время их полного высыхания. Окончательное затвердевание может занять месяц.

Все эти стадии требуют жесткого соблюдения временных норм, а также присутствия рабочей силы. Поэтому производство шлакоблоков можно и нужно автоматизировать. Это позволит соблюдать все необходимые аспекты рецепта, временные интервалы, практически отказаться от рабочей силы, а также значительно ускорить производство и увеличить его производительность.

Шлакоблоки производятся по рецепту из следующих компонентов: битый кирпич, цемент, песок и вода.

Количество материалов, необходимое для производства одного шлакоблока:

- 0,6 л воды
- 2 кг цемента М400
- 10,5 кг песка Мкр 2,5
- 10,5 кг лома кирпича

Функциональная схема автоматизации

Для более удобного чтения схемы, а также упрощенного программирования средств автоматизики производство было разделено на 4 участка: пополнение, дозирование, смешивание и формование.

Оборудование

Автоматизация данного производства не создает никаких трудностей. Более того, вложившись в автоматизацию однажды, она окупится за довольно короткий срок и далее станет уверенным источником доходов.

Участок 1: пополнение

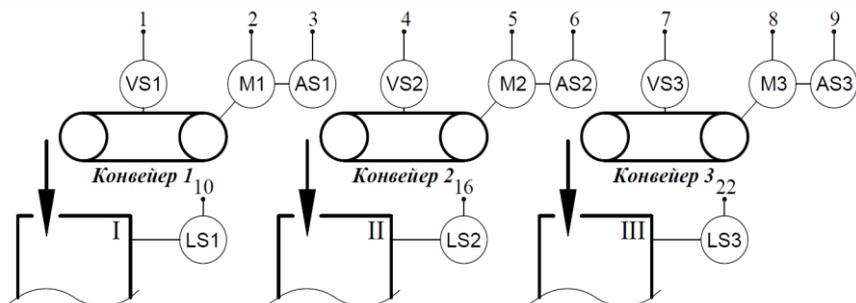


Рис. 1. Схема первого участка.

Участок 2: дозирование

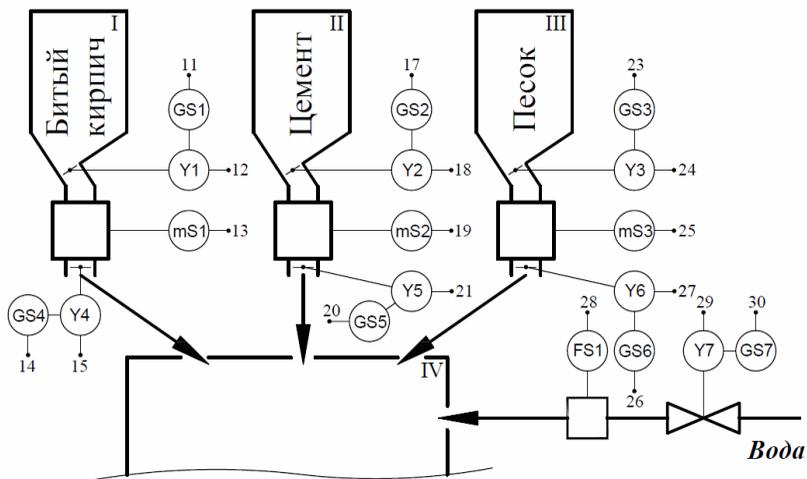


Рис. 2. Схема второго участка.

Участок 3: смешивание

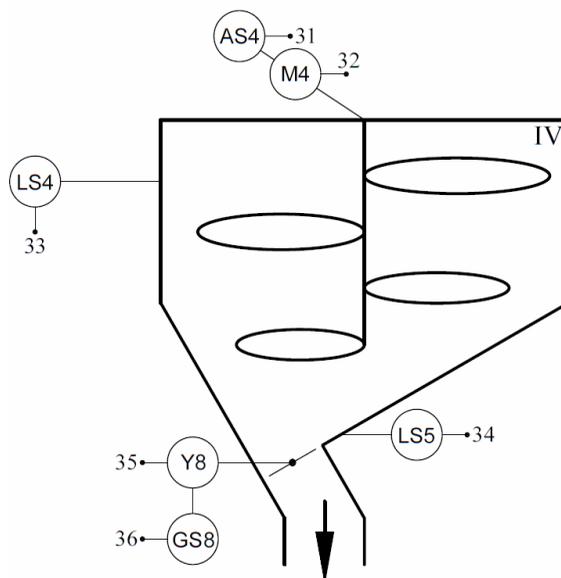


Рис. 3. Схема третьего участка.

Участок 4: формование

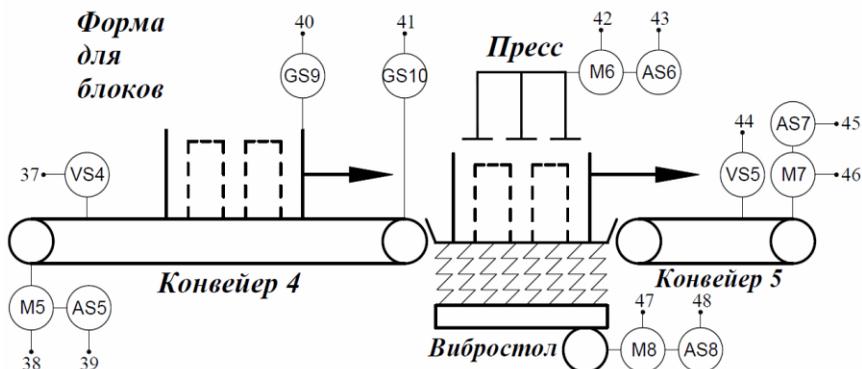


Рис. 4. Схема четвертого участка.

Для стабильной работы завода необходимы качественные средства автоматизации, а также технологическое оборудование.

В качестве оборудования для производства были выбраны аппараты отечественного производства. Сюда входят конвейерные ленты без приводов, бункеры, миксер, пресс и вибростол.

Для привода конвейерных лент, миксера и крупных клапанов в проекте используются приводные асинхронные электродвигатели производства Siemens. В зависимости от предназначения выбраны однофазные, либо трехфазные двигатели.

Но самое главное в этой системе – комплекс Контар KM800. В его состав входит контроллер MC8, а также несколько модулей расширения дискретных входов и выводов. Этот продукт произведен российской компанией МЗТА. Датчики (концевые выключатели, уровня, движения лент) также выбраны российского производства.

Диспетчеризация

Проект автоматизации также предполагает организацию диспетчерского места на основе комплекса Контар SKADA.

С помощью визуализации специально обученный человек будет способен отслеживать все процессы, происходящие на производстве, а также управлять им вручную, либо автоматически.



Рис. 5. Главный экран диспетчера.

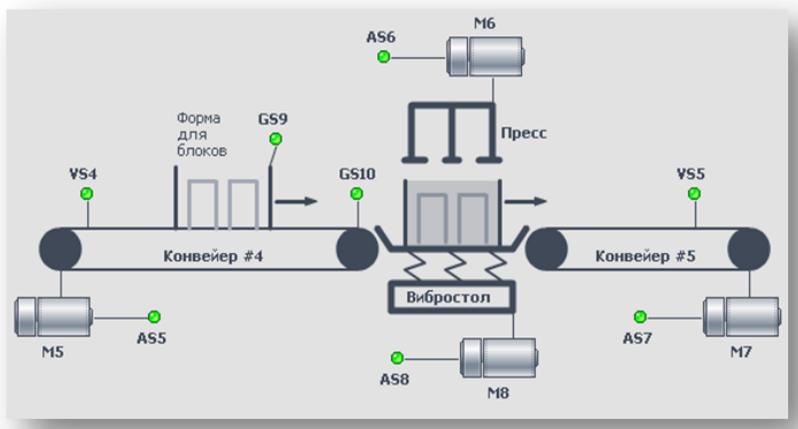


Рис. 6. Пример экрана диспетчера.

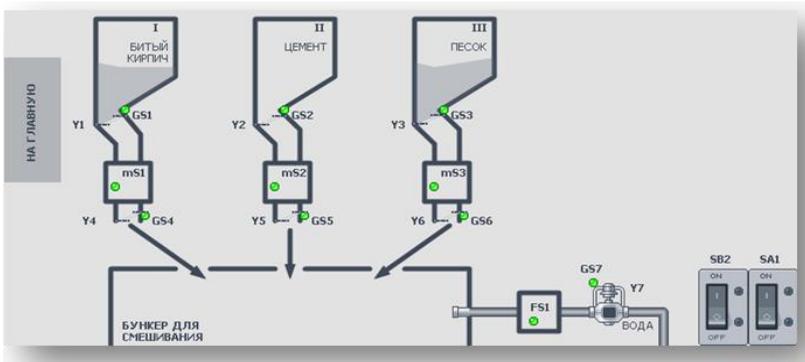


Рис. 7. Пример экрана диспетчера.

Библиографический список

1. Громаков Е.И., Каранкевич А.Г. Проектирование систем управления для гибких автоматизированных производств. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2008. – 152 с.
2. Регуляторы и микропроцессорные САУ // Мои лекции. URL: <http://mylektsii.ru/6-69622.html> (дата обращения: 12.03.2018).
3. Завьялов В.А. Релейно-пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор для управления приводом лифтов / В.А Завьялов, В.А, Величкин // Механизация строительства – 2012. – № 12 – С. 5–17.
4. Себестоимость шлакоблока // О стройматериалах. URL: <http://ostroymaterialah.ru/bloki/sebestoimost-shlakobloka-svoimi-rukami.html> (дата обращения: 12.03.2018).
5. Производство шлакоблока: состав и технология // ResforBuild. URL: <http://resforbuild.ru/beton/bloki/shlakobloki/proizvodstvo-shlakobloka-texnologiya.html> (дата обращения: 12.03.2018).
6. Московский завод тепловой автоматики. URL: <http://mzta.ru/> (дата обращения: 12.03.2018).
7. Волков А.А., Лебедев В.М. Формирование функциональных систем и интеллекта зданий. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 116-119.
8. Волков А.А., Воложенин А.С. Выбор эффективной системы управления базами данных для проектов автоматизированных систем обработки информации и управления в строительных организациях. Научное обозрение. 2016. № 7. С. 240-246.

СЕКЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ

ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА МОСКВЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

*Адиханова Р.Д., Трофимова К.Г., Захаров И.А., студенты 1 курса магистратуры 4 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Примин О.Г., проф., д.т.н.*

К сточным водам относятся не только промышленные и бытовые отходы, полученные в результате определенной деятельности человека, но и продукты атмосферных явлений – осадки. Если таковые выпадают в избытке, то это может привести к развитию негативных факторов воздействия на целостность породы.

Разновидности систем поверхностного стока воды.

Поверхностные сточные воды способны нанести серьезный вред как верхним слоям грунта, так и строениям, расположенным на их поверхности. Поэтому важно разработать план действий по оперативному вмешательству в естественные природные процессы. Часто это связано с разработкой общей системы канализации. Забор воды с поверхности грунта – одна из основных ветвей этого инженерного сооружения.

Все системы для поверхностного стока воды разделяют на:

1. общую (основные элементы такого устройства связаны с городской системой канализации);
2. полураздельную (устройство с отделением периодического характера чистой воды и осадков);
3. раздельную (собранный с поверхности вода сбрасывается в отдельный колодец).

Сама поверхность, с которой необходимо забирать сточные воды также может влиять на обустройство водоотведения. Часто это касается ландшафта территории. А также имеются и отличия систем поверхностного стока воды, связанные с их конструктивными особенностями.

Таковые разделяют на:

1. открытые;
2. закрытые;
3. смешанные.

Открытую систему водоотведения от поверхности считают самой малоэффективной и несовершенной. При таковых условиях, забор воды осуществляется в открытые лотки (кюветы, траншеи или каналы). Недостаток такой системы состоит в том, что перед тем, как утилизировать водяные массы в водоем, они не проходят никакой очистки.

Размещать таковые на улицах города небезопасно и не эффективно. Каналы водостока часто забиваются мусором и их приходится чистить, да и с эстетической стороны, такое сооружение только портит окружающий вид города.

Поверхностные сточные воды, которые удаляются через закрытую систему водоотведения, часто используются для благоустройства населенных пунктов. Сток обычно направляется в специальные дождеприемники, откуда вода утилизируется по трубопроводам в систему канализации. Часто закрытые системы водоотведения комплектуются специальными локальными фильтрационными установками. Присутствие и работа таковых обеспечивает все санитарные нормы.

Смешанная система водоотведения также популярна. Таковая включает в себя все узлы открытой и закрытой разновидности стока. Применение совместных ветвей водоотведения часто встречается в местах, где коммунальщики стараются перейти от неэффективного метода водоотведения, к более прогрессивному.

Исторически сложилось так, что большинство малых рек и ручьев города частично или полностью заключены в коллекторы и эксплуатируется совместно с водосточной сетью. В настоящее время она позиционируется как «коллекторно-речная сеть города», которая охватывает до 90% территории Москвы в ее старых границах.

На современном этапе состояние и развитие системы водоотведения поверхностного стока в городе Москве существенно отстало от темпов развития, освоения и благоустройства городских территорий. Её основной проблемой стало регулярное подтопление территорий города Москвы при дождях высокой интенсивности (например, в 2015 г. количество подтопляемых городских территорий зафиксировано по 471 адресу).

Так же немаловажно качество и количество отводимых поверхностных вод, оказывающих значительное влияние на состояние территории города. На сегодняшний день оно в городе Москве оставляет желать лучшего. Часть поверхностного стока отводится в водоотводящую водосточную сеть и непосредственно в водоприемники совершенно неорганизованно. Этот сток, как правило, представляет собой небольшие рассредоточенные, не увязанные в единую систему водостока потоки с территорий АЗС, открытых стоянок, гаражных комплексов, производственных площадок и иных построек. Качественные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Бас-сейн	Взвешенные в-ва, мг/л	Эфирорастворимые в-ва, мг/л	БПК20 мг/л	ХПК мг/л	Нефтепродукты, мг/л
ПДК	0,25 мг/л+Ср*	–	3	15	0,05
1	440	44	40	600	17,6
1	440	44	40	600	17,6
2	520	35	–	–	14,0
3	2200	44	–	–	17,6
4	1100	57	80	650	22,8

Ср* – концентрация взвешенных веществ в воде водоприемника

Таким образом, сточные воды оказывают колоссальное негативное воздействие на санитарно-эпидемиологическое состояние столицы. Разбрызгиваемые колесами транспортных средств поверхностные сточные воды образуют аэрозоли, которые, находясь в атмосферном воздухе, наносят значительный ущерб здоровью населения и экологии города в целом.

«Генеральная схема отвода и очистки поверхностного стока» для города в его старых границах не была реализована в требуемом объеме и в данное время не актуальна в связи с присоединением новых территорий. Из запланированных к строительству 75 новых и реконструкции 34 очистных сооружений построено 13, реконструировано 11.

В целом, очевидно необходима разработка региональной Программы по охране водных объектов города Москвы от загрязнения поверхностными сточными водами.

Основанием для разработки «Региональной программы по охране водных объектов города Москвы от загрязнения поверхностными сточными водами» является «Водная стратегия РФ на период до 2020 г.» утвержденная распоряжением Правительства РФ от 27.08.2009 г. №1235-р.

Основной целью разработки «Региональной программы по охране водных объектов города Москвы поверхностным стоком» является – снижение антропогенной нагрузки на водные объекты города в целях повышения санитарно-экологического состояния реки Москвы и ее притоков, восстановления водных экосистем и рекреационного потенциала реки Москвы для населения.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что без своевременного внедрения новых технологий и методов очистки сточных вод с урбанизированных территорий не получится быстро и качественно подготовить воду для хозяйственно-бытовых нужд и сброса ее в водоем, что повлечет за собой изменение физико-химического состава воды, а также общей экологической ситуации в прилегающей местности. Для уменьшения вредного влияния загрязняющих веществ, содержащихся в поверхностном стоке, на водные объекты, необходима их более глубокая очистка.

Библиографический список

1. Вельнер Х.А. Сток биогенных веществ и управление им. Антропогенное эвтрофирование природных вод // Материалы III Всесоюзного симпозиума. – Черноголовка, 1985. – С. 11-17.
2. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация: Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
3. Бухтияров В.И. Проблемы защиты водного бассейна от воздействия субъектов топливного рынка // Материалы международной конф. «Экологическая и пожарная безопасность современных АЗС». – М., 1998. – С. 86–89.

4. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию / Kruger International Consult A/S, Denmark, V.F. Karpuhin. – Copenhagen: Ministry of Environment and Energy, Danish Environment Protection Agency, Printed by Schultz Grafiks, 2001. – 253 p.
5. Тимофеева С.С. Биотехнология обезвреживания сточных вод // Хим. и технология воды. 1995. Т. 17, № 5. С. 525-532.
6. Формирование и очистка поверхностных и мочных сточных вод (на примере Москвы) URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=172

ТЕХНОЛОГИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ВОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ

*Айбазов А.Т., студент 3 курса 13 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Андрианов А.П., доц., к.т.н.*

Согласно Стокгольмской конвенции, ратифицированной Россией 27.06.2011 года, в перечень наиболее опасных стойких органических загрязнителей биосферы включено 12 соединений, подлежащих уничтожению. Среди восьми представителей – пестициды, применение которых запрещено, но запасы их составляют по России сотни тысяч тонн. Одним из приоритетных экологически безопасных методов их обезвреживания является сверхкритическое водное окисление (СКВО).

Метод основан на использовании уникальных свойств воды при сверхкритических параметрах температуры и давления. Вещество в сверхкритическом состоянии часто называют флюидом, подчеркивая этим особые свойства сверхкритического состояния, которые отличаются от свойств жидкой и газообразной фаз данного вещества. Вода – самый распространенный и экологически чистый растворитель в природе – переходит в сверхкритическое состояние при температуре выше 374 градусов Цельсия и давлении более 221 атм. Любое повышение давления СКВ не приводит к конденсации, т.е. не разрушает гомогенное состояние среды. Физико-химические свойства СКВ совершенно иные, чем у жидкой воды. СКВ способна растворять неполярные химические соединения и при этом не растворяет многие неорганические соли. При достаточно высоком давлении СКВ обладает неограниченной возможностью смешиваться как с органическими соединениями, так и с кислородом. Способность СКВ растворять органические вещества и кислород и существенно изменять свою плотность и активность при изменении давления и температуры, не разрушая однородности, обеспечивает высокую технологическую эффективность СКВ для частичного окисления сложных органических и сепарации неорганических веществ. Более того, исследования показывают, что при $T > 600$ °С вода сама становится источником водорода и кислорода.

Использование СКВО позволяет существенно повысить эффективность процесса обезвреживания химически опасных веществ и отходов: значительно сокращается время обезвреживания по сравнению с традиционными методами (термическими, реагентной обработки, микробиологическими и др.), увеличивается полнота обезвреживания с образованием нетоксичных продуктов, исключается выброс вредных веществ в окружающую среду. Сложные органические соединения дают при разложении, например, водород, окись углерода, метан, бензол, толуол и другие ценные продукты. Хлор, фтор, фосфор и сера, содержащиеся в органических веществах, образуют кислотные остатки и легко выделяются в виде неорганических кислот или солей. Азотосодержащие органические соединения и аммонийные вещества разлагаются с выделением азота. Металлы выделяются в виде неорганических солей или окислов. Большинство устойчивых в

условиях СКВО неорганических соединений мало растворимы и выпадают в осадок или выделяются в виде газа при сбросе давления.

Полнота и высокая скорость реакций в СКВ обеспечиваются молекулярной дисперсностью реагентов. Кинетика и механизмы химических реакций в СКВ зависят от температуры и давления (плотности) среды. Так, даже незначительное изменение давления СКВ сопровождается значительным изменением плотности, существенным для диффузионных, вязкостных, диэлектрических и растворяющих свойств среды. Исследования показывают, что при оптимальном давлении и температуре СКВ время пребывания исходного вещества («топлива») в реакторе, необходимое для разложения до заданного уровня, составляет 1-2 мин. Это обеспечивает высокие скорости переработки в реакторах проточного типа.

Экспериментальными управляющими параметрами в установке является давление, температура, концентрация кислорода (перекиси водорода) и время пребывания веществ в реакторе.

Установка СКВО работает следующим образом. Стоки из емкости подаются насосом высокого давления в теплообменник, для предварительного подогрева и далее направляются в смесительную камеру. Одновременно, воздух, используемый в качестве окислителя, с помощью воздушного компрессора и ресивера подается в теплообменник для предварительного подогрева и далее так же направляется в смесительную камеру.

Расход подаваемого воздуха контролируется расходомером. В смесительной камере происходит перемешивание стоков и воздуха, и далее полученная смесь поступает в реактор, в котором поддерживаются сверхкритические параметры, и происходит реакция СКВО. Продукты, полученные в ходе реакции, поступают в камеру для сбора осадка, в которой происходит отделение выпавших в осадок солей неорганических веществ, присутствующих в стоках. Далее остальной продукт охлаждается и происходит конденсация паров и вода поступает в емкость для сбора очищенных стоков.

Контроль давления в системе осуществляется манометрами, а регулировка давления производится с помощью вентиля высокого давления, установленного после реактора. Температура контролируется и регулируется с помощью хромель-алюмелевых термопар и электронных измерителей регуляторов ТРМ. Так же стоит отметить, что основные элементы установки выполняются из нержавеющей стали, во избежание развития коррозионных и эрозийных процессов.

Важным обстоятельством кроме универсальности является экзотермичность процесса. Высокая скорость окисления сопровождается и пропорционально интенсивным тепловыделением. Понятно, что с чем большим содержанием органики мы прокачиваем через реактор исходный раствор, тем большее количество тепла выносится из реактора с продуктами. Начиная с некоторой концентрации органики, процесс становится самоподдерживаемым. Это пограничное содержание проще всего определить в единицах ХПК – около 50 000 мгО₂/л. При большем содержании органики

установка СКВО превращается в энергогенератор, надо только ее дооснастить, например, турбиной. Для сравнения приведем такие величины: при сгорании 1 кг бензина выделяется 40 МДж тепла, а при окислении 1 кг любой органики – 20 МДж тепла. Отходы вполне могут стать альтернативным топливом.

Технология сверхкритического водного окисления (СКВО) является наиболее прогрессивной и широко внедряется в промышленно-развитых странах для очистки сточных вод и утилизации промышленных отходов и заменяет другие известные до сих пор методы.

Библиографический список

1. Кулаков А.А. Экологическая оценка комплекса «водный объект – выпуск очищенных сточных вод» // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 5. С. 25–30.
2. Крылова Т. Г. Дезактивация стойких пестицидов из «грязной дюжины» / Т.Г. Крылова, В.С. Григорьев, С.С. Хохлов // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 21–23.
3. Крылова Т. Г. Исследование процессов обезвреживания пестицидов в сверхкритической среде / Т. Г. Крылова, В. С. Григорьев // Нива Поволжья. 2011. № 1 (18). С. 34–40.
4. Федяева О.Н. , Востриков А.А, Сверхкритические флюиды. Теория и практика, № 1, 64-88 (2012).
5. Сайт Мосводоканала [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Мосводоканал, – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.

АНАЛИЗ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РАЙОНЕ ПАРКА ОСТАНКИНО

Безруков М.А., студент 3 курса 18 группы ИИЭСМ
Гагулина А.Э., студентка 3 курса 18 группы ИИЭСМ
Голубева М.И., студентка 3 курса 15 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Викулин П.Д., доц., к.т.н.

В 2014 году Останкинский парк открылся после генеральной реконструкции. Согласно плану, территория получила исторический облик архитектурного ансамбля XVIII–XIX веков, но была полностью приспособлена под нужды современного парка.

В процессе проведения работ по реконструкции было выявлено нарушение дренажной системы парка, что привело к подтоплению дворца и гниению дорогих деревянных полов, которые представляли большую историческую ценность.

Проведя анализ причин подтопления, было обнаружено нарушение существующей дренажной системы построенным новым жилым комплексом, который не был оборудован дренажной системой, рассчитанной на отвод части грунтовых вод бассейна парка Останкино. В итоге на существующую на тот момент дренажную систему начала влиять дополнительная нагрузка. Нарушение дренажной системы повлияло не только на архитектуру парка, но и на ее ландшафтный дизайн: при строительстве дворца и облагораживанию его двора в конце 18-го века, были привезены и высажены редкие виды сибирского кедра, которые прижились с первоначальной дренажной системой, которая была создана в то же время. В начале 20-го века кедры были вырублены. При реконструкции дворца в 2014 году саженцы сибирского кедра вновь были завезены и посажены на историческое место, но из-за высокого уровня грунтовых вод и недостаточного осушения этой территории, как следствие плохой работы дренажной системы, саженцы погибли.

На данный момент вновь ведется реконструкция дворца, но на это раз по причине его подтопления вследствие неправильной работы дренажной системы, также дорабатывается неисправная дренажная система. Проанализировав всю ситуацию, было решено предложить свой проект дренажной системы парка Останкино.

В процессе работы были проведены геометрические замеры театрального дворца и замеры геологических отметок расположения высот, и создан план несовершенной дренажной системы вокруг здания, который был наложен на схематический план (рис. 1).

Расстояние от стенки здания до трубы принято равным 5 м с целью уменьшить вероятность нанесения урона зданию при проведении работ по укладке трубопроводов.

Также был проведен замер приусадебного сада, находящегося за дворцом, и разработана схема дренажа, проходящая под дорожками сада. Обе схемы, дворца и парка, были объединены двумя трубопроводами (рис. 2).

Принимая глубину уровня грунтовых вод по Москве 1,5 м, дренажная система будет находиться на 0,5 м ниже уровня грунтовых вод с целью его понижения и создания под зданием сухой зоны. Это представлено на простой схеме расположения дренажной системы относительно здания дворца (рис. 3).

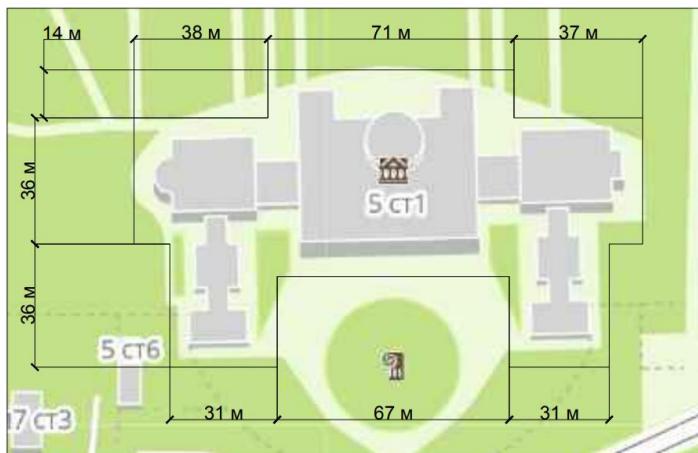


Рис. 1. Схематический план дренажной системы вокруг дворца театра.

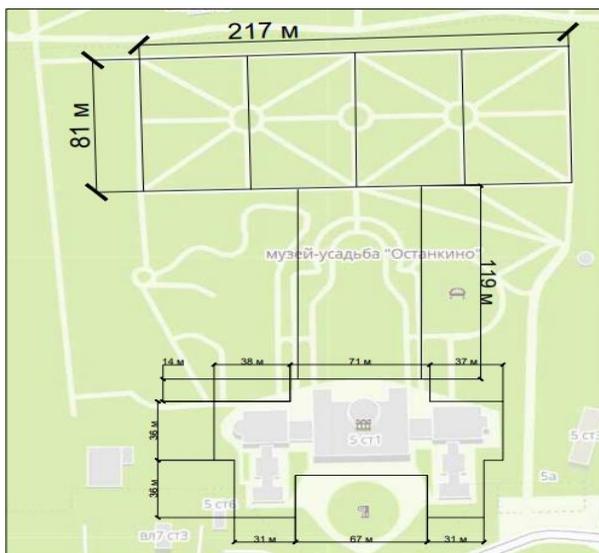


Рис. 2. Схематический план дренажной системы дворца и прилегающего к нему сада.

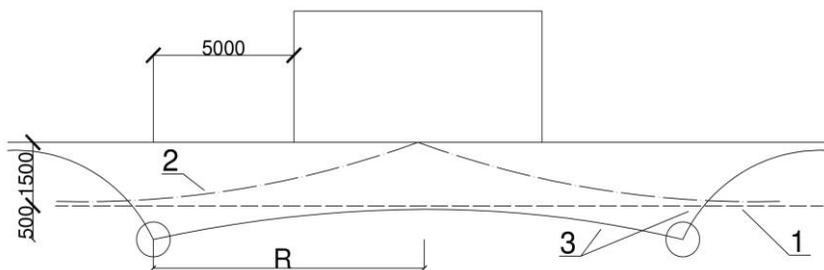


Рис. 3. Схема расположения дренажной системы относительно здания дворца: 1 – естественный уровень грунтовых вод (при отсутствии дворца); 2 – подпор грунтовых вод к зданию при отсутствии или неисправности дренажа; 3 – движение грунтовой воды при исправленном дренаже (создание сухой зоны под зданием); R – радиус образовавшейся депрессионной воронки.

При правильной работе безнапорного дренажа образуются депрессионная воронка, в пределах которой находятся дворец и сад.

Расчет радиуса R депрессионной воронки:

$Q = 15 \text{ л/с} = 1296 \text{ м}^3/\text{сут}$ – расчетный расход воды со всей системы (исходя из показаний количества выпавших осадков с мая по сентябрь 2014 г.);

$l = 1077 \text{ м}$ – общая протяженность дренажа;

$K = 0,1 \text{ м/сут}$ – коэффициент фильтрации для суглинки;

$h = 0,5 \text{ м}$ – глубина погружения дрены под непониженный уровень подземных вод;

$T = 5 \text{ м}$ – превышение несовершенной дрены над водоупором (принимая усредненную по Москве величину в 7 м.);

$r_d = 0,5 \text{ м}$ – радиус дрены;

$\beta = 0,7 \text{ м}$ – ширина дренирующей обсыпки или траншеи дренажа;

Q_o – удельный расход или дебит дрены 1 пог.м, $\text{м}^3/\text{сут}$.

Подставив все значения в формулу для неидеально дренажа и выразив отсюда R получаем:

$$Q_o = Kh \left[\frac{h}{R} + \frac{\pi}{\ln\left(\frac{T}{\pi r_d}\right)} + \frac{\pi R}{2T} \right]$$

$R = 70 \text{ м}$.

На территории парка и рядом с ним находятся 3 водоема: Дворцовый [№1], Садовый [№2] и Первый Каменский пруды [№3]; в один из которых будет осуществляться сброс собранной воды (рис. 4). Сравнив водоемы, был выбран Первый пруд:

- ❖ Дворцовый пруд находится перед дворцом, что дает возможность сброс воды с части системы, собирающая воду вокруг здания, но не удобна для сброса воды от сада [№1].
- ❖ Садовый пруд находится за дворцом и садом, но его дно находится выше максимальной точки сбора системы (161,8 м – перед дворцом, 162 м – дно пруда) [№2].
- ❖ Первый пруд подходит для нас и по расположению и по уровню (157 м – уровень берега), несмотря на его удаленность [№ 3].

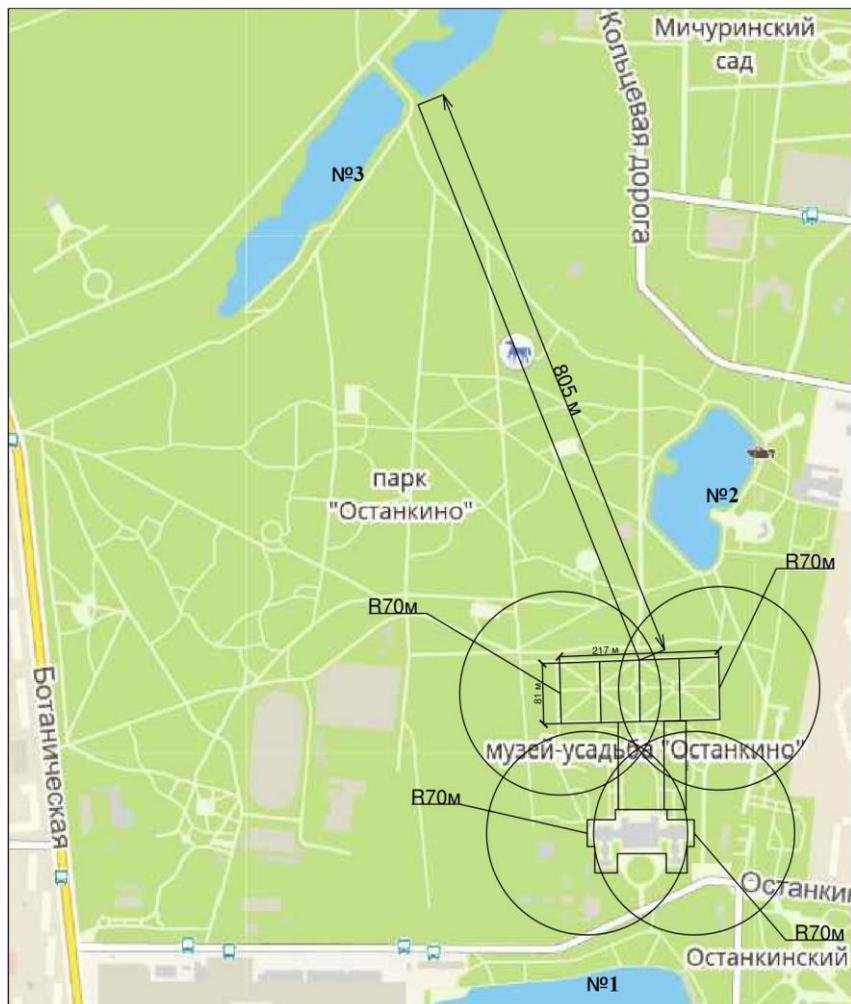


Рис. 4. Схема централизованного отвода воды в Первый Каменный пруд [№ 3].

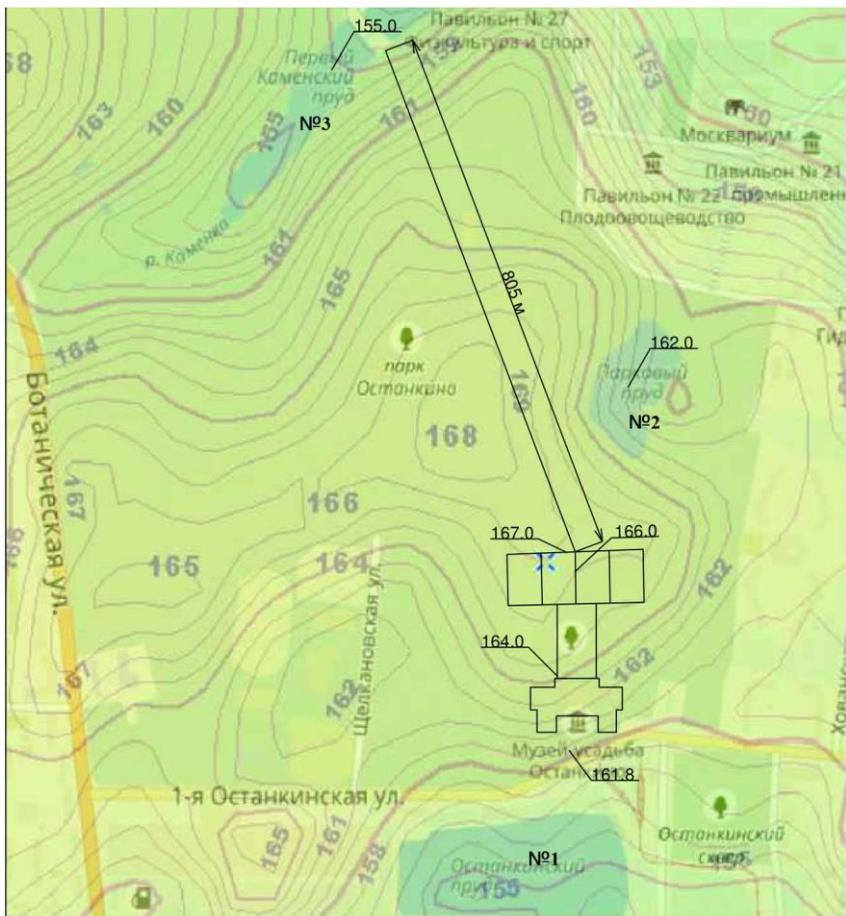


Рис. 5. Схема дренажа в соответствии с высотными отметками.

Представлен продольный геологический разрез местности вдоль всей дренажной системы.

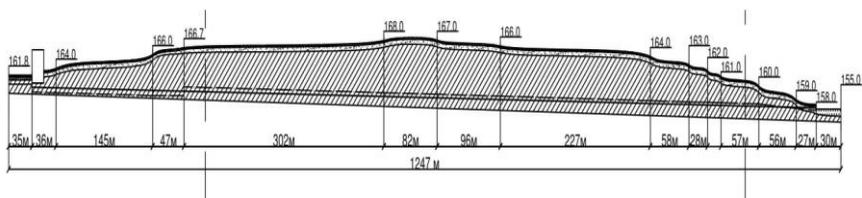


Рис. 6. Полный продольный геологический разрез местности.

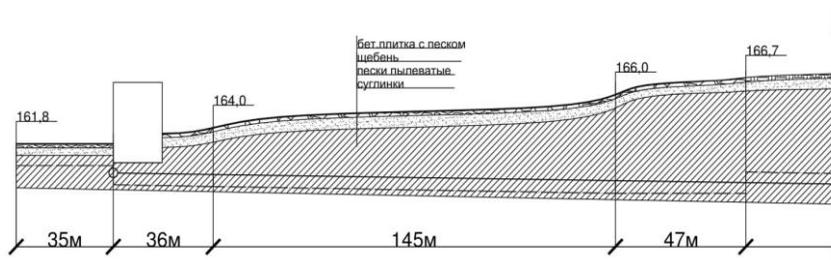


Рис. 7. Частичный продольный геологический разрез местности в начале системы (рабочая область).

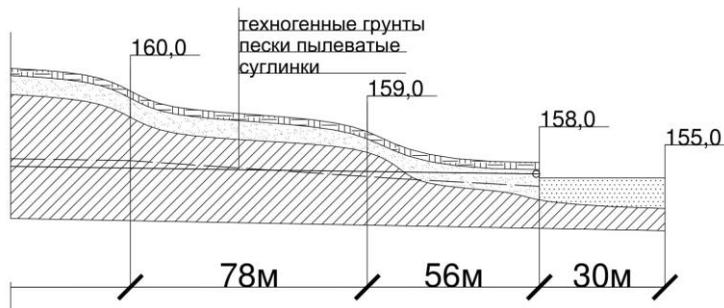


Рис. 8. Частичный продольный геологический разрез местности в конце системы (сброс в водоем).

Как видно по рис. 7 в начале дренажной системы в рабочей зоне уровень грунтовых вод находится ниже дренажного трубопровода. Как только рабочая зона заканчивается границей сада, надобность в понижении подъем вод пропадает, и уровень постепенно возвращается на свой естественный уровень, находясь выше трубопровода. На рис. 8 показан конец системы – сброс в водоем. Сброс осуществляется на уровне берега (157 м) с целью предотвращения обратного попадания воды из водоема.

Сборная труба прокладывается длиной 805 м от точки сбора воды с рабочей зоны и с уклоном в $i=0,004$.

Выводы:

1. Представлены схемы – план дренажной системы вокруг дворца театра, план дренажной дворца и прилегающего к нему сада, схема расположения дренажной системы относительно здания дворца, схема централизованного отвода воды от в Первый пруд, схема дренажа в соответствие с высотными отметками, полный продольный геологический разрез местности и частичный продольный геологический разрез местности в начале и в конце системы.

2. Предложен расчет радиуса действия дренажной депрессионной воронки и места сброса дренажных вод в водоем.

Библиографический список

1. Клиорина Г.И. Дренажи в инженерной подготовке и благоустройстве территории застройки – М.; СПб.: Изд-во АСВ: СПбГАСУ, 2002. – 144 с.
2. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам; под ред. П.Г. Киселева. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1972. – 312 с.
4. Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях: справ. пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1991. – 272 с.
5. Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Системы изоляции строительных конструкций : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 270100 – «Строительство» – М.: МГСУ, 2013. – 671 с.
6. Филатов А.И. О некоторых особенностях расчета дренажно-распределительных систем скорых фильтров большой площади // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 5. С. 17-20.

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ОТ ДРЕВНЕГО РИМА ДО ЭПОХИ ВОЗРОЖДЕНИЯ

*Бусарева Е.А., студентка 1 курса 14 группы ИИЭСМ
Научные руководители – Орлов Е.В., доц., к.т.н.,
Ефремов Р.В., доц., к.т.н.,*

Системы водоснабжения и водоотведения являются системами жизнеобеспечения, которые подают чистую воду на различные нужды и отводят загрязненные стоки на очистные сооружения для поддержания санитарной обстановки в городах и населенных пунктах [1-2].

Сегодня при проектировании данных систем используются передовые технологии подачи и распределения воды, а также водоподготовки и очистки канализационных стоков от различных видов опасных загрязнений, способных ухудшить качество проживания на городских территориях.

Развитие систем водоснабжения и водоотведения проходило непросто. В большинстве случаев оно напрямую зависело не только от уровня научно-технического прогресса определенной эпохи, но в большинстве случаев от мировоззренческих настроений людей того времени, на которых также большое влияние оказывали философские взгляды великих мыслителей.

В эпоху Древнего Рима были накоплены большие знания относительно санитарии и гигиены. На основании этих знаний, а также инженерных решений было построено большое количество систем водоснабжения и водоотведения. Возводились акведуки и виадуки, которые транспортировали воду в города. В Древнем мире широкое распространения получили Римские бани – термы, куда люди ходили наслаждаться водой. Водопотребление в те времена было очень высоким и составляло около 1000 литров на человека в сутки, что говорило об активном использовании воды и высоком уровне санитарии и гигиены [3].

Римская империя в те года занимала большую площадь, которую населяли различные народности. Однако именно в начале 1 тысячелетия нашей эры в связи с ослаблением влияния на другие территории, не захваченные Римом, начал ощущаться определенный застой из-за участвовавших набегов диких племен варваров с севера. Кроме того, также неправильная внутренняя политика императоров того времени значительно ухудшала ситуацию в государстве.

В V веке нашей эры под натиском варваров Рим пал. Было разрушено большое количество памятников архитектуры, а также инженерных сооружений. Дикие племена были способны только к разрушению, у них полностью отсутствовала культура гигиены. По этой причине накопленные ранее научные знания на многие годы были забыты. Именно в это время начинается новый этап исторического развития человечества, который называют Средние века или Средневековье (Темные века).

В это время активно развивается христианство, а также связанная с ней философия Средневековья – Патристика (II-VII века), а затем и Схоластика (VIII-XIV века), которая напрямую пересекается со священным писанием. Великие мыслители того времени (Августин Блаженный, Пьер Абеляр, Ансельм Кентерберийский, Фома Аквинский и др.) развивали теологическое мировоззрение, активно смещая спектр влияния в сторону религии.

Развитие религиозной философии активно подавляло какую-либо другую научную деятельность, так как священное писанием считалось ответом на все существующие вопросы. На этом фоне сильно крепнет церковное влияние и папство, которое на протяжении многих веков активно вмешивалось в государственную политику большого количества стран Западной Европы того времени.

Многие правители номинально находились под папским влиянием. Церковь становится институтом управления, активно увеличивая свое воздействие, сильно богатея. Стоит отметить крестовые походы, организованные при поддержке папства под предлогом освобождения территорий от неверных, которые заканчивались большим количеством грабежей и убийств только для увеличения благосостояния церковных служителей.

Активно расширялись и увеличивались города. Однако отсутствие четких научных знаний по градостроительству и санитарии приводило к неправильным решениям. Крупные населенные пункты того времени возводились и активно развивались именно рядом с большими и полноводными реками, например, Париж на реке Сена, Лондон на реке Темзе и т.д. Города того времени страдали от большого количества отходов и фекалий, которые не вывозились за территорию и не утилизировались. Они сбрасывались в водные объекты и затем сплавлялись вниз по течению, откуда забирала воду люди других поселений. Это приводило к вспышкам различных видов заболеваний. Активно свирепствовали тиф, чума, холера, оспа и т.д. Именно из-за этого гибла львиная доля населения городов того времени.

Кроме того, церковь и инквизиция активно пресекали все возможности малочисленных ученых того времени разобраться в проблеме и постараться ее решить. Наука в том понимании была в сильном упадке и не развивалась. Ученые того времени, которых в то время насчитывалось не более 10 человек (Альберт Великий, Парацельс и т.д.), сосредотачивали свои знания на мистических и оккультных направлениях, забывая о решении повседневных проблем, направляя свои мысли на второстепенные и не совсем актуальные задачи, например, поиск философского камня и получение золота из различных металлов. Учебные заведения в большинстве случаев тяготели к теологии, таким образом, подготовки специалистов по актуальным направлениям развития науки не происходило.

В городах отсутствовала система атмосферной канализации, не был организован правильный отвод с территорий осадков (узкие улицы, скудность застройки и т.д.). По этой причине при выпадении дождей часто

происходило подтопление и затопление территорий. Уровень воды поднимался до критической отметки. Находящиеся на улицах мусор и фекалии вымывались, смешивались с водным потоком, а затем попадали в ближайшие реки и озера, вызывая их загрязнения, что приводило опять к вспышкам эпидемий. Постоянно стоял неприятный запах гниющих отходов. Для передвижения по городу в сезон дождей популярностью пользовались ходули, а также широкие зонтики, т.к. экскременты выливались прямо из окон на прохожих.

Кроме того, активно загрязнялись водозаборные сооружения подземных вод - колодцы. Загрязнения проникали в них через грунт. Фонтаны, которые также использовали для водоснабжения, также сильно подвергались загрязнению в черте города по вышеперечисленным ранее причинам. Очистки природных вод в то время не существовало. Зон санитарной охраны не было ни для поверхностных, ни для подземных вод. От болезнетворных организмов гибло много народу. Существовало ошибочное утверждение о том, что если вода прозрачна, то она пригодная для питья.

При вспышке очередной эпидемии инквизиция искала виноватых и их находила в образе черных кошек, которых активно истребляли. По этой причине увеличивалась популяция крыс, которые являлись переносчиками большого количества заболеваний, т.к. город не очищался от фекалий и мусора.

Такая ужасная ситуация в городах продолжалась около 1000 лет, пока философское мировоззрение не стало меняться в другую сторону. Это произошло в эпоху зрелой Патристики (позднее Средневековье), когда английский философ Уильям Оккам (XIV век) выделил основной принцип дальнейшего развития мыслей того времени. Он заключался в отделении религии от философии, что дало им возможность развиваться отдельно по своим особым направлениям.

Однако изменения стали заметны немного позднее, а именно в начале развития эпохи Ренессанса (Возрождения), когда философское мышление было направлено не на религию, а на человека, провозглашая гуманистические направления в развитии общества того времени (Леонардо Да Винчи, Николай Кузанский, Джордано Бруно, Николай Коперник и т.д.). Именно тогда начинает проявляться интерес к жизни, что сильно отражается в искусстве – скульптуре, живописи и т.д. (антропоцентризм сменяет теоцентризм). Уровень гигиены начинает повышаться, люди начинают следить за чистотой своего тела, появляется много произведений искусства, которые изображают красоту человека, религиозная тематика отходит на второй план.

С технической точки зрения изменения становятся ощутимы. Начинают возводиться системы водоснабжения и канализации, запрещается сброс отходов на улицы и в водные объекты. Людей обязывали собирать фекалии в специальные выгребы, которые затем опорожнялись и увозились за пределы города. Развитие науки позволило создавать прообразы первых насосов для перекачки жидкости. Начинают прокладываться трубопроводы.

Увеличиваются знания по градостроительству и планировки территории городов и населенных пунктов.

Естественно, что глобальные изменения произошли не так быстро, однако это был значительный прорыв через 1000 лет огромного застоя в развитии строительства и архитектуры, а также всей мировой науки.

Стоит отметить, что сегодня в развивающихся и бедных странах ощущаются отголоски Средневековья. Например, в Индии некоторые города завалены мусором, а отсутствие финансов не позволяет строить системы водоснабжения и канализации в некоторых городах и населенных пунктах, из-за чего также возникают различные эпидемии, присущие прошлой эпохи застоя. Также велико влияние религиозных мировоззрений, осложняющих решение проблем санитарии и гигиены. Отсутствие жестких требований по нормированию сбросов загрязнений в водные ресурсы являются большой проблемой, требующей пересмотра водного законодательства, а также других нормативных актов данных государств [4-5].

В качестве заключения стоит отметить:

- застой в развитии систем водоснабжения и водоотведения, а также всей науки, был продиктован именно философскими мировоззренческими взглядами того времени;

- инквизиция и церковь являлись мощным фактором, сдерживающим развитие науки и техники;

- в развивающихся и бедных странах все еще прослеживаются характерные черты Средневековья, особенно там, где велико религиозное влияние;

- решение проблем загрязнения водных объектов развивающихся стран является первоочередной задачей для улучшения экологической обстановки на территории и качества жизни людей, путем строительства современных систем очистки природных, сточных вод, а также систем подачи и распределения воды, отведения сточных вод в городах и зданиях.

Библиографический список

1. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений: Водоснабжение и водоотведение. – М. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2017. – 218 с.

2. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.

3. Орлов Е.В., Балтрунайте О.Ю. Средние века. Особенности исторического развития водоснабжения и водоотведения // Техника и технологии мира. 2015. № 4. С. 43-47.

4. Орлов Е.В., Аксёнова Н.В., Балавас М.Я. Вода и устойчивое развитие. Основные идеи по улучшению водоснабжения городов и сохранению природного наследия // Техника и технологии мира. 2015. № 4. С. 37-42.

5. Орлов Е.В. Причины и предпосылки. Возникновение экологического движения в современном мире // Технологии мира. 2013. № 6. С. 43-47.

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ

*Васютина О.В., Нестеренко А.А., студентки 4 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Макишина Н.А., доц., к.т.н.*

В некоторых регионах нашей страны существуют кризисные ситуации в связи с недостаточными запасами водных ресурсов. Эти проблемы можно разрешить с помощью вторичного использования сточных вод после проведения соответствующей обработки.

Кроме бытовых сточных вод, на вторичное использование могут направляться городские воды и стоки промышленных предприятий. Вторичное использование сточных вод может быть разрешено только при обеспечении полной экологической безопасности (т. е. такое использование не должно негативно влиять на сложившуюся экосистему, культурные растения и почву), а также при исключении всяких рисков в санитарно-гигиеническом отношении для местного населения.

В отношении использования регенерированной воды принято выделять следующие категории:

- гражданское назначение: водоснабжение сетей кондиционирования воздуха и отопительных сетей, мойка мостовых и, а также водоснабжение вторичных водораспределительных сетей без права непосредственного использования такой воды в зданиях гражданского назначения за исключением систем слива туалетов и санузлов;

- промышленное назначение: снабжение систем пожаротушения, производственных контуров, моечных систем, косметической и фармацевтической продукцией;

- системы орошения: полив участков озеленения, полив культурных растений, продуктов непродовольственной сферы, спортивных объектов и садово-парковых зон.

Методы очистки подразумевают процессы с адгезионной биомассой, (это процессы, в ходе которых обеззараживающие бактерии присоединяются к фиксированной основе); либо процессы со взвешенной биомассой, когда грязь (активные грязи) поддерживается в состоянии постоянного перемешивания с нечистотами;

- очистка третьего уровня применяется, когда из очищенной воды удаляют питательные вещества (нитраты и фосфаты), согласно требованиям качества, предъявляемым к воде. Эту очистку производят после первичной и вторичной;

- нитрификация, дефосфоризация, денитрификация;

- финишная дезинфекция (применяется в случае, когда требуется обеспечить полную санитарно-гигиеническую безопасность сточной воды). Данная методика предусматривает обработку УФ-облучением, озонирование, либо же применение реагентов на основе хлора.

Существуют еще две технологии естественной очистки сточных вод, помимо вышеупомянутых способов. Речь идёт о биологическом отстаивании (иными словами лагунирование) и фитоочистка. Обе технологии, главным образом, нашли применение в таких районах, где существует возможность использования больших территорий или на водоочистных сооружениях малых размеров. Эти технологии применяют как очистку второго или третьего уровней.

Для биологического отстаивания требуются большие бассейны (лагуны), куда периодически заливается сточная фекальная вода. Происходит постепенное биологическое разложение загрязнения водорослями, либо живущими в бассейне микробными колониями (за счет аэробного, либо анаэробного метаболизма).

Суть фитоочистки заключается в том, что сточную воду постепенно заливают в каналы или ванны, где поверхность находится непосредственно под открытым небом (глубина воды от 40 до 60 см), а дно, находящееся все время под водой, служит основой корней особого вида растений. Основная цель таких растений – способствовать созданию микросреды, благоприятной для размножения микробной флоры, осуществляющей биологическую очистку. После прохождения очистной ванны, вода медленно направляется на дальнейшее использование, причем в объеме, равном залитому объему воды.

В некоторых случаях в качестве питьевых ресурсов (при недостаточном их запасе) можно использовать прошедшую соответствующую обработку сточную воду. Подобного типа очистные сооружения построены в целом ряде стран (например, в г. Вульпен, Бельгия).

Очищенная сточная вода, прошедшая соответствующую обработку, может подаваться либо в накопительное природного или искусственного типа водохранилище, либо же подаётся непосредственно в питьевой водопровод.

На сегодняшний день, одна из наиболее популярных технологий - так называемые двойные системы. Суть такой системы заключается в том, что рядом с обычной водопроводной сетью питьевого назначения организуется специально выделенная вторая сеть подачи сточной воды, прошедшей очистку.

Такую очищенную воду используют в следующих целях:

- бытовая техническая вода для санузлов в случаях, не предусматривающих прямой контакт с человеком (т. е. в основном, для слива унитазов);
- мойка тротуаров, улиц, пешеходных переходов и т.п.;
- поливка садово-парковых зон, зеленых насаждений, спортивных площадок и футбольных полей, полей для игры в гольф и пр.;
- мойка автотранспортных средств;
- водоснабжение декоративных фонтанов.

Кроме того, параллельно с общими двойными системами сегодня могут применяться эффективные технологии очистки воды, уже использовавшейся в отдельных агрегатах санузлов, для последующего вторичного

применения. Например, сточная вода умывальников, ванны и душевой кабины, после очистки (фильтрование воды и удаление из неё мыла и загрязнений) направляется в сливной бачок унитаза или на другие технические нужды, например, на поливку сада, или для мойки автомобиля. Системы такого типа подходят для применения в индивидуальных домах, отдельных квартирах, клубах, небольших гостиницах и проч.

Сточные воды, прошедшие очистку, успешно можно использовать для общих целей, как в гражданской, так и в промышленной сфере. Также, это могут быть и системы отопления, охлаждения и противопожарной безопасности.

Во многих ситуациях, когда на производстве требуются большие объемы воды, для таких целей также вполне подойдут очищенные сточные воды. Например, в целлюлозно-бумажной, текстильной промышленности, металлургии, красильных цехах и на многих других предприятиях.

В сущности, в агрозоотехнической сфере потребление воды существенно превышает потребление в промышленности гражданской сфере. Поэтому, в сельскохозяйственной сфере вторичное использование воды дает ощутимую экономию расхода водных ресурсов.

Существуют и определённые ограничения по применению вторичных вод в сельском хозяйстве. Например, нельзя использовать сточную воду, когда ее химический состав несовместим с сельским хозяйством (превышение содержания натрия и кальция по сравнению с калием и магнием).

В индивидуальных жилых домах, гостиницах, кондоминиумах, собираемая в накопительные резервуары дождевая вода может успешно использоваться в рабочих контурах санитарных приборов, для уборки, в стиральных машинах, для поливки растений и мойки автомобилей.

Следует отметить, что дождевая вода практически не требует особой очистки: будет достаточно простого фильтрования, пока она стекает по крышам зданий и попадает в накопительные резервуары. По имеющимся данным, в частном секторе до пятидесяти процентов дневной потребности воды можно перевести на использование регенерированной дождевой воды.

В настоящее время ключевой технологией повторного использования сточных вод является мембранная технология.

Мембранные методы очистки сточных вод

Мембранные технологии всё чаще находят применение в зарубежных странах. Считают, что вода после такой очистки достаточно чистая и может широко применяться для полива газонов, при уборке помещений, смыва в санузлах и проч.

Огромным плюсом является компактность систем с использованием мембранного биореактора из-за возможности их размещения в подвалах.

Специалисты выделяют пять способов очистки сточных вод при участии мембранных установок:

- обратный осмос (к раствору прикладывается давление, большее его осмотического давления, вследствие чего растворитель проходит через мембрану);
- ультрафильтрация (перетекание стоков осуществляется за счет давления и различия молекулярных масс и размеров компонентов разделяемой жидкости);
- микрофильтрация (взвеси и коллоидные растворы разделяются посредством применения давления);
- диализ (заключается в различии скорости диффузии различных веществ, для осуществления которой требуется градиент концентрации);
- электродиализ (ионы растворенного в воде вещества проходят через фильтр под воздействием электрического тока).

Мембраны микрофильтрации используются для очищения воды от мутности, в то время как ультрафильтрация позволяет очистить жидкость от механических примесей, сохранив при этом солевой состав.

Нанофильтрация идеальна для удаления ионов тяжелых металлов и хлорорганических веществ, при этом в жидкости солевой состав остается практически неизменным.

Обратноосмотическая фильтрация позволяет получить практически чистую воду: в ней остаются лишь некоторые соли и газы, что позволяет опреснить соленую воду на 97 процентов. Для того, чтобы примеси не задерживали основной поток воды, в фильтре предусмотрена тангенциальная схема движения, при которой одна часть воды проходит через фильтр с целью очищения, а вторая смывает загрязнения с его поверхности.

Мембранный метод очистки сточных вод основан на свойствах пористых тел пропускать предпочтительнее одни вещества, чем другие.

Чаще всего, в технологиях очистки сточных вод от растворенных и тонкодиспергированных примесей используются процессы обратного осмоса, ультрафильтрации и электродиализа. Процесс обратного осмоса применяется для обессоливания воды в системах водоподготовки, в системах локальной обработки сточных вод при небольших их расходах для концентрирования и выделения относительно ценных компонентов и для очистки природных и сточных вод.

Осмоз – это самопроизвольный переход через полупроницаемую мембрану растворителя (воды) в раствор.

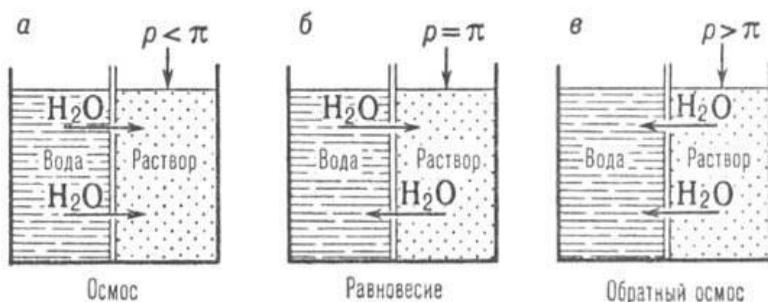


Рис. 1. Иллюстрация процесса прямого и обратного осмоса.

Обратным осмосом (или гиперфильтрацией) называют процесс фильтрования растворов под давлением через микропористые мембраны с очень тонкими порами.

Явление обратного осмоса заключается в том, что мембраны собирают воду, не обладающую растворяющей способностью в поверхностном слое, и, несмотря на то, что размер многих ионов загрязнителей меньше, чем размер молекул воды, через поры мембраны будет проходить только чистая вода. Принципиальное отличие обратного осмоса от обычного фильтрования заключается в том, что при обычном фильтровании осадок откладывается на фильтровальной перегородке, а поток фильтрата образуется в виде очищенного раствора (воды), а при обратном осмосе образуются два раствора, один из которых обогащен растворенным веществом. При обратном осмосе механизм проницаемости гораздо сложнее.

В процессе ультрафильтрации низкомолекулярные вещества и растворитель свободно проходят через поры мембраны, а высокомолекулярные вещества задерживаются, поскольку размер их молекул больше, чем размер пор, либо вследствие большого трения их молекул о стенки пор мембраны.

Отличие ультрафильтрации от обычного фильтрования заключается в отделении частиц меньших размеров и в размере пор мембраны, которые не должны превышать размеров частиц золя при ультрафильтрации. Кроме того, в результате этого процесса получается более концентрированная суспензия (лиозоль), а не осадок, образующийся при обычном фильтровании.

Проницаемость и селективность мембран являются главными характеристиками процессов обратного осмоса и ультрафильтрации. Мембрана, при ста процентах селективности, пропускает только растворитель, т.е. очищенную воду.

Мембраны должны иметь высокую проницаемость (то есть удельную производительность), обладать хорошей селективностью (то есть разделяющей способностью), стойкостью к воздействию среды, а также, постоянством характеристик и достаточной механической прочностью.

Мембраны могут быть сделаны из таких материалов как полимерные плёнки, металлическая фольга, пористое стекло, ионообменные материалы

или керамика. Наиболее популярным стало применение мембран из поливинилхлорида, полиамидов, ацетата целлюлозы, полистирола, и других полимеров.

Применение мембранных технологий для повторного использования сточных вод несомненно является наиболее перспективным методом. Ведь такие технологии позволяют не только экономить количество потребляемой питьевой воды, но также могут существенно снизить общую нагрузку на муниципальные системы канализации и городские очистные сооружения.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов – М.: Изд-во АСВ, 2006.
2. Колесников В.П., Вильсон Е.В. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях / Под ред. Гордеева-Гаврикова В.К. – Ростов-на-Дону: Юг, 2005.
3. Методика технологического контроля очистных сооружений городской канализации. – М.: Стройиздат, 1977.
4. Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачёв Е.А. Водоотведение – М: ИНФРА-М, 2007.
5. Первов А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация (монография). – М.: Изд-во АСВ, 2009.
6. Первов А.Г., Андрианов А.П., Спицов Д.В. Водо- и энергосбережение в городском хозяйстве. Применение современных мембранных технологий // Сантехника. 2013, №6, с. 30-35.

К ВОПРОСУ О НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ЦИАНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СРЕДОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ТОНКОВКРАПЛЕННОЙ САМОРОДНОЙ МЕДИ ИЗ КОРЕННЫХ ПОРОД

*Герасимов В.А., студент 3 курса 14 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Янцен О.В., преподаватель*

Значительное место в природоохранных мероприятиях занимает строительство канализационных очистных сооружений. Поэтому так важно уделять этим вопросам отдельное внимание. При различном производстве образуются разнообразные, по своему составу, сточные воды, следовательно, задача по разработке и строительству комплекса очистных сооружений является уникальной в каждом случае [1].

При эксплуатации золотообогатительных переделов производства с использованием цианистого натрия образуются значительные объемы высокотоксичных отходов производства: жидкие стоки, газообразные выбросы, твердые хвосты процессов цианирования. Все цианистые соединения обладают токсичными свойствами, способные выделять циан-ион, которые пагубно влияют на атмосферу, а также являются ядом для человеческого организма [2].

На основе существующих методов нейтрализации циан-ионов и особенностей извлечения драгоценных металлов [3, 4] была разработана методика нейтрализации циан-ионов в стоках, поступающих с горно-перерабатывающих предприятий, с выделением осадка в виде драгоценных металлов. Самыми эффективными способами являются методы озонирования и щелочного хлорирования. Зачастую при добыче золота значительная часть драгоценных металлов, в частности меди, попадает в образующийся сток и важной задачей при очистке такой сточной воды является выделение меди для дальнейшей ее реализации.

Проанализировав способность циан-ионов подвергаться окислению, было принято решение, что вместо установки по приготовлению озона, одним из недостатков, которой является дороговизна, будет использоваться установка по приготовлению другого окислителя – гипохлорита натрия, который нейтрализует цианид ионы, с выделением азота:



При этом для безопасного окисления цианидов в растворе необходимо выполнить следующие условия: исходная концентрация циан-ионов не должна превышать 10,6 г/л; раствор должен иметь pH не менее 10 и температура раствора в ходе обезвреживания не должна превышать 70 °С.

Для разработки технологической схемы был произведен анализ сточной воды, после всех мероприятий горного обогащения руд, представленный в таблице 1.

Усредненные санитарно-химические показатели сточной воды, образующейся на производстве

	рН	Концентрация, мг/л						
		Mg	SO ₄	Cl	CN	CNS	As	Cd
Сток	11,2	6,1	1554	284	5355	4851	164	0,03
Норм. треб.	7,5-8,5	–	–	350	–	–	–	–
		Co	Cu	Ni	Pb	Sb	Zn	
Сток		5,5	4000	1,7	1,2	6,6	63,3	
Норм. треб.		–	9	–	–	–	9	

Детально проанализировав состав образуемой сточной воды, было выявлено, что рН равен 11,2, а содержание цианидов в стоке составляет 5,35 г/л. Из этого следует, что все условия для протекания реакции поступающего стока с гипохлоритом натрия – выполняются, что позволяет нам использовать этот реагент для нейтрализации. Таким образом, для реализации поставленных задач было разработана схема (рис. 1).

Рассмотрим детально стадии очистки:

I. Отработанный раствор поступает в резервуар-усреднитель исходных стоков, далее в тонкослойный отстойник, внутри отстойника происходит процесс отделения солей тяжёлых металлов, которые находятся во взвеси стока. Для лучшего отделения взвешенных веществ, в тонкослойный отстойник добавляется коагулянт (хлорид железа). После отделения раствора от взвеси, осадок перекачивают пневматическими насосами в реактор смешивания №2, представленный на рис. 3.

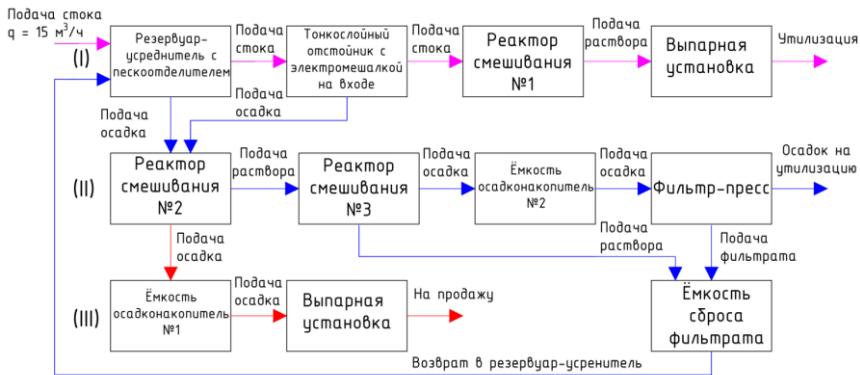


Рис. 1. Схема процессов очистки

(I) Очистка раствора от осадков взвеси солей тяжёлых металлов, солей цианидов и тиоцианатов с помощью добавления хлорида железа (III) FeCl₃ и прохождения через тонкослойный отстойник с последовательной добавкой гипохлорита натрия NaClO и выпаркой раствора; (II) Отделение меди от других солей тяжёлых металлов; (III) Доочистка медесодержащего раствора и выпарка до товарного продукта

Реактор смешивания №1

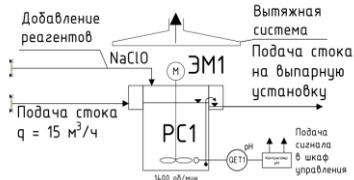


Рис. 2. Реактор смешивания №1.

Реактор смешивания №2

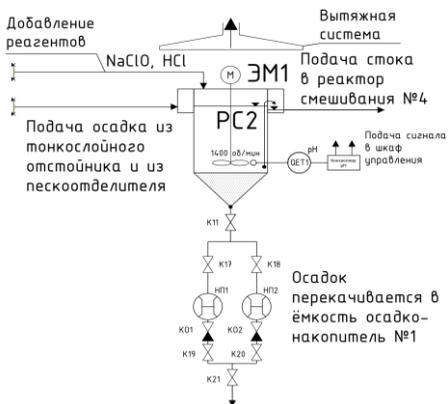


Рис. 3. Реактор смешивания №2.

Из тонкослойного отстойника сток, с помощью насосов, перекачивается в реактор смешивания стоков №1 (рис. 2), в нем находятся датчик кислотности, для контроля pH в сточной воде. Добавляющимся реагентом является гипохлорит натрия, который входит в реакцию с цианидами, нейтрализуя их.

Выделяющиеся газы через адсорбер сбрасываются в системы вентиляции предприятия. По завершении процесса обезвреживания отбирается проба для определения наличия цианидов в растворе. При отсутствии цианидов в обезвреживаемом растворе, включаются компрессоры, и содержимое реактора подаётся на выпарную установку, для образования соли в сухом остатке и для дальнейшей её утилизации.

II. Осадок из тонкослойного отстойника и из пескоотделителя поступает в реактор смешивания №2 (рис. 3), в котором находятся датчик кислотности. Нижняя часть реактора имеет форму усечённого конуса для осаждения нерастворимых соединений. Добавляющимися реагентами в данный реактор являются соляная кислота (корректировка pH) и гипохлорит натрия (нейтрализация циан-ионов).

В данном реакторе происходит 2 процесса: с помощью добавления реагента гипохлорита натрия повторяется стадия очистки реактора смешивания №1 – нейтрализация цианид-ионов, а также происходит отделение ионов меди от других ионов тяжёлых металлов при помощи образования нерастворимого в воде осадка – гидроксида меди, который после пойдёт на доочистку, для образования товарного продукта.

Изучив свойства тяжёлых металлов образовывать гидроксиды при определённом pH, [3], была составлена таблица 2, в которой указано при каком pH металл начинает образовывать гидроксид-ионы. Зная это, можно откорректировать кислотность раствора для образования нужных условий выделения гидроксида меди (II):

Гидроксиды металлов	Значения pH		
	Начало осаждения	Полное осаждение	Переход в раствор
Cu(OH) ₂	6,2	7,1	14
Fe(OH) ₂	7,5	9,7	13,5
Ni(OH) ₂	7,7	9,5	13,2
Pb(OH) ₂	7,4	9,0	10,5 / >>14
Co(OH) ₂	7,6	9,2	14,1
Cd(OH) ₂	8,2	9,7	13,7
Zn(OH) ₂	6,4	8,0	10,5 / 12-13
Sb ₂ O ₃ × nH ₂ O	0,9	1,9	6,5 / >>14

Гидроксид меди образуется при pH 7,1. После образования осадка, его перекачивают пневматическими насосами в ёмкость осадконакопителя, а после – на дальнейшую обработку. Раствор отправляют на доочистку в реактор смешивания №3.

В реакторе смешивания №3 происходит аналогичный процесс, как и в реакторе смешивания №2, только без 1 стадии – происходит корректировка pH для образования нерастворимых осадков тяжёлых металлов, которые после будут перекачены в ёмкость осадконакопитель, осадок из которого поступает на фильтр-пресс

III. Гидроксид меди поступает в ёмкость осадконакопителя, после чего, с помощью пневматических насосов – в выпарную установку, где происходит образования сухого остатка. Полученную медь выставляют на продажу.

Работа станции с требуемой суточной производительностью не более 360 м³/сут предусмотрена при непрерывной работе, с равномерным расходом. Каждое оборудование устроено вместе с вытяжной системой, так как возможно выделение синильной кислоты. Разработанная технологическая схема обеспечивает эффективную и безопасную нейтрализацию цианионов, а также выделение драгоценных металлов из поступающей сточной воды.

Для реализации данного проекта потребуется большое количество гипохлорита натрия, а также дорогостоящее оборудование. Но благодаря выведению и получению меди из отработанного раствора, все материальные затраты будут компенсированы в течение 1-2 лет, что приводит к окупаемости данной методики и использовании её на производствах золотообогатительных переделов с безопасной нейтрализацией циан-ионов в сточной воде.

Библиографический список

1. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.

2. Барченков В.В. Технология гидрометаллургической переработки золотосодержащих флотоконцентратов с применением активных углей. – Чита: Поиск, 2004. – 242 с.

3. Федосеева И.В., Баркан М.Ш. К вопросу о нейтрализации цианистых соединений при проведении средозащитных мероприятий при извлечении тонковкрапленного самородного золота из коренных пород. // Записки Горного института. 2016. Т.219. С.472-476.

4. Панова В.А. Определение простых и комплексных цианидов в природных и сточных водах, химические процессы их превращения в воде водоемов и методы очистки от них сточных вод: Автореф. дис. канд. хим. наук / АН СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инж. гидрогеологии «ВОДГЕО». М., 1963. 22 с.

РАДИАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ

*Гурьева Д.В., Комарова Е.А., студентки 4 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Нечитаева В.А., ст. преподаватель*

Научно-техническая революция (НТР), начавшаяся в середине XX в., а также связанный с ней высокий скачок промышленного производства привел к загрязнению окружающей среды, в том числе и природных источников, используемых для целей водоснабжения (реки, моря, океаны, водохранилища и т.д.). Проблема охраны природных источников от загрязнения встает остро не только в развивающихся странах, но и в промышленно развитых [1-3].

Загрязнение природных вод – это введение в водную среду определенных веществ в результате деятельности человека, которые ухудшают качество воды, а также отрицательно воздействуют на здоровье человека и оказывают негативное влияние на обитающие в водной среде организмы, провоцируя впоследствии их гибель [4-6].

Одним из самых опасных загрязнений водных ресурсов является радиоактивное заражение, когда в воду попадают радиоактивные вещества [7].

Существует несколько возможностей заражения водных ресурсов.

1. При испытаниях атомного оружия происходит выпадение радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва, которые попадают в водные ресурсы, а также воздушный бассейн. Происходит также поражение людей и животных главным образом в результате внешнего гамма- и (в меньшей степени) бета-облучения, а также в результате внутреннего облучения (в основном альфа-активными нуклидами). Радиоизотопы попадают в организм животных и людей с воздухом, водой и пищей [8].

2. При техногенных авариях, например, утечки из ядерных реакторов, утечках при перевозке и хранении радиоактивных отходов, случайных утечках промышленных и медицинских радиоисточников и т. д. происходит выброс данных радиоактивных изотопов в водные ресурсы и воздушный бассейн [9].

Основными загрязняющими радиоактивными компонентами, которые могут загрязнить водные ресурсы, являются

- Йод-131 – является бета- и гамма-радиоактивным, период полураспада составляет около 8 суток. В связи с бета-распадом вызывает мутации и гибель клеток, в которые он проник, а также – окружающих тканей на глубину нескольких миллиметров. Концентрируется в основном в щитовидной железе.

- Стронций-90 – период полураспада – примерно 28,8 лет. В окружающую среду Sr попадает преимущественно при выбросах с АЭС и ядерных взрывах. Крайне опасен. Откадывается, в основном, в костных тканях (костях).

- Цезий-137 – период полураспада – 33 года. Один из главных компонентов радиоактивного загрязнения биосферы. Выброс Cs в окружающую

среду происходит в основном в результате аварий на предприятиях атомной энергетики и испытаний ядерного оружия.

- Кобальт-60 – период полураспада примерно равен 5,3 года.
- Америций-241 – период полураспада примерно равен 433 года.

Одним из самых мощных загрязнений, как водных ресурсов, так и воздушного бассейна, стала серия испытаний атомной бомбы на атолле Бикини в 1946 году американскими военными в рамках операции «Перекрёсток». Это были первые атомные испытания, проведённые на Маршалловых островах (Океания), и первые объявленные публично. На испытаниях присутствовали приглашенные гости и пресса.

Было решено произвести два ядерных взрыва бомбы: в воздухе и под водой, а затем сравнить их разрушающую силу. В качестве мишени американские военные использовали 95 кораблей, которые были собраны в лагуне атолла Бикини с полностью заправленным боекомплектом. Они пытались воссоздать реальную картину боевых действий по нападению врага на военно-морскую базу.

Для того, чтобы корабли-мишени могли войти в гавань, было использовано 100 тонн динамита для уничтожения коралловых выступов на входе в лагуну Бикини.

В самом центре разместили основные корабли-мишени. Это были четыре устаревших американских линкора, два авианосца, два крейсера, одиннадцать эсминцев, восемь подводных лодок, многочисленные вспомогательные и десантные корабли и три захваченных у Японии и Германии корабля. На нескольких кораблях-мишенях были размещены живые животные, что вызвало огромный протест экологов.

Первая атомная бомба была сброшена с бомбардировщика и взорвалась на высоте 158 метров над флотом-мишенью, мощность взрыва составила 23 килотонны. Два десантных корабля затонули немедленно, два эсминца через час, один крейсер – на следующий день.

Некоторые из 114 присутствующих на испытаниях представителей прессы были разочарованы эффектом, который произвёл взрыв. Газета New York Times писала, что «только два корабля затонули, один опрокинулся, а восемнадцать получили повреждения». Военными было сделано заключение, что «крепко построенные и хорошо бронированные корабли сложно потопить, если им не нанесено повреждений в подводной части».

После взрыва радиоактивные продукты распада поднялись в стратосферу и вызвали глобальное загрязнение окружающей среды в большей степени. Они переносились ветром на огромные расстояния Тихого океана, а затем оседали на воду, которая разносила загрязнения в самые разные стороны Мирового океана. Считается, что они могли дойти до континента и попасть в пресные воды водоемов и водотоков Южной Америки и Азии. Несколько рыбацких кораблей Японии попали в радиоактивное облако, в результате чего многие моряки получили лучевую болезнь, а некоторые погибли через некоторое время.

Также в результате испытаний произошло радиоактивное заражение всех кораблей, использованных в качестве мишеней.

Вторую атомную бомбу было решено взорвать под водой на глубине 27 м. В данном случае урон для кораблей мишеней стал больше, чем при первом взрыве. Затонуло большое количество кораблей, находящихся в лагуне, которые от взрывной волны бомбы поднялись в воздух и перевернулись, сразу же затонув. Продукты распада полностью смешались с двумя миллионами тонн брызг и морского песка, которые поднялись колонной в воздух и образовали голову цветной капусты, а затем упали обратно в лагуну. Большая его часть осталась в лагуне и осела на дно или была вынесена в океан внутренними приливно-отливными и ветровыми течениями. Произошло тотальное загрязнение водных ресурсов атолла, а также почвы.

Близлежащие острова стали непригодны для сельского хозяйства, рыболовства и проживания. Большинство жителей островов умерли через несколько лет от лучевой болезни. В связи с радиоактивным заражением Бикини оставался необитаемым до 2010 года, не считая редких визитов дайверов. Сегодня на дне океана покоятся потопленные ранее корабли, радиационный фон которых до сих пор остается очень высоким. Испытания показали, что хорошо бронированный флот может еще некоторое время сопротивляться противнику даже при условии поражения ядерной бомбой. Таким образом, был развеян миф о том, что исход любых военных действий можно решить всего лишь одним атомным взрывом.

Жан-Мишель Кусто – французский исследователь, защитник окружающей среды, кинопродюсер, а также старший сын известного океанографа Жака-Ива Кусто, в середине 90-х годов прошлого века занимался исследованием различных островов Тихого океана. По его мнению, испытания на одном только атолле привели к мощнейшему загрязнению природных ресурсов данного региона. Сейчас в Океании много кораллов гибнут по неизвестным причинам, предполагается, что о себе напоминают отголоски тех давних ядерных испытаний, проведенных на атолле, т.к. радиоактивные загрязнения, скорее всего, продолжают перемещаться в водных просторах.

В 2013 году мир стоял на грани новой атомной катастрофы, когда лидер Северной Кореи Ким Чен Ын пытался произвести пуск баллистической ракеты дальнего действия с ядерным зарядом в учебных целях, что могло бы привести к большим экологическим проблемам. Для предотвращения катастрофы были мобилизованы военно-морские силы Японии и США. К берегам Северной Кореи подошел японский эсминец с ракетным комплексом для перехвата баллистической ракеты при возможной провокации. К счастью, в последний момент пуск ракеты был отменен.

Авария на японской АЭС «Фукусима» привела к масштабным радиоактивным загрязнениям морской воды, которую экстренно использовали для охлаждения ядерного реактора, а затем сливали обратно в море. В ней был обнаружен радиоактивный нуклид йод-131 и цезий-137. В то же время в городе Токио были введены ограничения на употребление водопроводной воды детьми до одного года из-за обнаружения в ней йода-131, который

мог попасть через водозаборные сооружения из загрязненных водоемов или водотоков после аварии на АЭС. Ходят слухи, что под самой станцией образовалось небольшое искусственное радиоактивное озеро.

В пробах морской воды, взятых в 30-километровой зоне станции, был обнаружен иод-131 (несколько выше допустимых норм) и цезий-137 (намного ниже допустимых норм). В пробах, взятых в 330 метрах от станции, активность превысила допускаемые нормы в 3355 раз, а затем в 4385 раз.

В двух из пяти пробах почвы на промплощадке станции обнаружены незначительные количества плутония.

Следы радиоактивных веществ были отмечены по всему земному шару (они переносились по воздуху и через водные ресурсы): в Западной Европе (Германия, Исландия, Франция), США (Калифорния, Вашингтон, Орегон, Колорадо, Гавайи, Массачусетс и др. штаты), Южной Корее (Сеул) и России (на корабле, прибывшем в Ванино из порта Кавасаки, в Приморском крае, в Камчатском крае). Многие страны, в том числе Россия, запретили ввоз в страну продуктов из нескольких префектур Японии.

В конце 2012 года уровень радиации на побережье, где находится АЭС «Фукусима-1», превышал норму более чем в сто раз. Замеры провело министерство окружающей среды Японии. В этом районе по-прежнему запрещено ловить рыбу, а также использовать воду на питьевые цели. Большинство жителей не спешат возвращаться в свои дома.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что использование атомных электростанций в будущем вызывает много вопросов. Многие ученые считают развитие атомной энергетики нецелесообразным. Они убеждены, что решить проблему энергетической безопасности и климата и одновременно ликвидировать энергетическую бедность вполне можно без атомной энергетики. Это совершенно справедливо для России с большими запасами энергоносителей и высоким потенциалом энергосбережения, а также возобновляемых источников энергии. Спорным считается вопрос использования атомных силовых установок в подводных лодках, военных и гражданских кораблях из-за невозможности организации безопасности окружающей среды и экипажа при возможной аварии или при потоплении корабля в результате военных действий (корабль с атомной силовой установкой может преодолеть расстояние в несколько тысяч раз больше, чем на другом виде топлива). Некоторые экологи, учитывая бесперспективность развития атомной энергетики, выступают против строительства новых АЭС и за вывод из эксплуатации старых после выработки их ресурса.

Многие природоохранные организации (Гринпис, Всемирный фонд дикой природы WWF) предлагают пересмотреть принятое сейчас представление об атомной энергетике как о возможном высокотехнологичном товаре для экспорта, поскольку только скоординированные совместные действия по прекращению использования атомной энергии могут обеспечить ядерную безопасность на планете.

Хочется сказать, что открытие радиоактивности позволили человеку решить многие вопросы, например, получение дешевой электроэнергии, но в тоже время, это стало толчком к осознанию тех возможных проблем, с которыми еще предстоит столкнуться по причине небольшой изученности данного научного направления, что можно увидеть в вышеперечисленных примерах.

Необходимо подчеркнуть, что для решения проблемы радиоактивного загрязнения водных ресурсов необходимо как можно быстрее продолжать дальнейшее ядерное разоружение стран, а также препятствовать разработкам атомной энергии в военных целях новыми государствами. Отказ от строительства АЭС будет правильным решением, в связи с вышеперечисленными проблемами. Например, одной из стран, заявившей о переходе на альтернативные источники получения энергии стала Франция. К 2030 году они собираются начать сворачивать свою ядерную программу, а к 2050 году полностью от нее отказаться в пользу солнечной энергетики.

Библиографический список

1. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение. М. Издательский дом Инфра-М. 2015. 443 с.
2. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А., Водоснабжение и водоотведение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 2002. – 335 с.
3. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение. М.: Издательство АСВ. 2015. 216 с.
4. Орлов Е.В., Аксёнова Н.В., Балавас М.Я. Вода и устойчивое развитие. Основные идеи по улучшению водоснабжения городов и сохранению природного наследия // Техника и технологии мира. 2015. № 4. С. 37-42.
5. Орлов Е.В. Причины и предпосылки. Возникновение экологического движения в современном мире // Технологии мира. 2013. № 6. С. 43-47.
6. Орлов Е.В. Водоснабжение. Водозаборные сооружения. – М. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2015. 136 с.
7. Орлов Е.В. Основные источники загрязнения природных вод. Мероприятия по охране природных источников от загрязнения и истощения // Технологии мира. 2013. № 5. С. 35-47.
8. Орлов Е.В., Волков К.А., Юнчина М.Н., Мельников Ф.А., Серов А.Е. Загрязнение природы. Влияние военных конфликтов на состояние водной и воздушной сред обитания // Техника и технологии мира. 2014. № 10. С. 31-37.
9. Орлов Е.В. Час земли. Общественный призыв к решительным мерам по сохранению природных ресурсов нашей планеты // Техника и технологии мира. 2014. № 2. С. 45-47.

ДООЧИСТКА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ

*Звягин И.П., студент 2 курса магистратуры 3 группы ИИЭСМ
Герусова А.Г., студентка 2 курса магистратуры 3 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.*

Обеспечение населения качественной питьевой водой является одной из важнейших задач современности. Часть населения использует питьевую воду, не соответствующую требованиям стандартов.

Станции очистки воды обеспечивают нормативное качество воды до точки ее подачи в водопроводную сеть. Однако в распределительной сети, коммуникации которой зачастую исчерпали свой ресурс, происходит вторичное загрязнение питьевой воды, и изменение ее качества по пути к потребителю.

В таблице 1 приведены данные по числу нестандартных проб питьевой воды на примере г.о. Самара по среднегодовым величинам приоритетных загрязнителей в период 2010-2013 гг. [1].

Таблица 1

Число нестандартных проб питьевой воды (в %)

Показатели	Источник водоснабжения							
	Поверхностный				Подземный			
	% нестандартных проб				% нестандартных проб			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Цветность	58	25	33	75	0	0	0	0
Жесткость	0	0	0	0	100	100	100	100
Сухой остаток	0	0	0	0	100	100	100	100
Перманганатная окисляемость	54	50	75	66	0	0	0	0
Химическая потребность в кислороде	100	100	100	100	100	100	100	100
Нефтепродукты по ИК*	79	75	66	12	0	0	0	30
Нефтепродукты по УФ**	4	87	6	0	0	0	0	0
Фенолы	100	87	58	12	0	0	0	0

*Примечание: * - детектирование в инфракрасной области спектра; ** - детектирование в ультрафиолетовой области спектра.*

Причинами вторичного загрязнения воды могут выступать следующие факторы [2, 3]:

- неудовлетворительное состояние водопроводных труб, что является причиной повышенного содержания железа, появления нежелательной окраски воды или запаха сероводорода;

- нарушение герметичности водопроводных труб, из-за которых в систему попадают различные загрязнения, в основном, крупные механические частицы, ухудшающие органолептические свойства воды;

- использование стальных водопроводных труб без антикоррозийной защиты, подвергающихся разрушению, вследствие интенсивного протекания коррозии;

- остаточные содержания взвешенных веществ, алюминия, железа, фитопланктона могут образовывать рыхлые отложения на стенках трубопроводов (особенно на участках с низкими скоростями движения воды), которые периодически выносятся потоком воды и попадают к потребителю;

- при длительном пребывании воды в распределительной сети также возможна трансформация запахов, появление затхлого запаха, помутнение, а также некоторое повышение концентрации хлороформа за счет увеличенного времени контакта воды с хлором;

- при авариях, неисправности арматуры и неправильной эксплуатации внутридомовой и районной водопроводной сети возможно подмешивание горячей воды в холодную; падение давления при прорывах трубопроводов; нарушение регламента проведения ремонтных работ также может привести к загрязнению водопроводной воды.

Как результат вторичного загрязнения, вода может быть загрязнена механическими примесями, ржавчиной, в ней могут быть обнаружены паразиты, возрастет уровень микробиологических показателей, что в свою очередь, приводит к увеличенной дозе хлора и появлению неприятного запаха.

В связи с тем, что в отдельных случаях качество водопроводной воды не соответствует ее нормативным требованиям [4] возникает необходимость использования бытовых систем доочистки.

Бытовые системы доочистки, как правило, многоступенчатые системы, использующие в технологии от двух до пяти различных блоков (фильтр грубой очистки, сорбционный блок, ионообменный блок, фильтр тонкой очистки, блок минерализации), отвечающих за удаление определенного вида загрязнения из воды и входящих в общую технологическую цепочку.

Фильтры грубой очистки предназначены для удаления из воды механических примесей (ржавчины, песка и пр.) размерами больше 5 мкм.

Сорбционный блок – это касеты со сменными фильтрующими картриджами с активированным углем. Данные фильтры удаляют из воды до 90% органических загрязнений, к которым относятся хлорорганические соединения, гуминовые и фульвокислоты, аммиак. Эффективны активиро-

ванные угли и в отношении солей тяжелых металлов, газов и посторонних запахов.

Ионообменный блок предназначен для очистки воды от солей жесткости и нитратов, в меньшей степени – солей тяжелых металлов, железа, марганца, сульфатов и хлоридов.

Фильтры тонкой очистки представляют собой полупроницаемую (ультрафильтрационную или обратноосмотическую) мембрану. Как правило, используются рулонные фильтр-системы, на которые под давлением подается вода, прошедшая предыдущие этапы очистки.

Блок минерализации насыщает полностью очищенную ультрафильтрацией от солей воду необходимыми минералами. Достигается это пропуском воды через слой шунгита, кремния или другие виды минерализаторов. Кроме того, системы доочистки могут комплектоваться дополнительными ступенями – различными биоактиваторами и структураторами, приближающими воду к максимально физиологичному состоянию.

На рис. 1 представлена типовая схема доочистки питьевой воды в квартире.

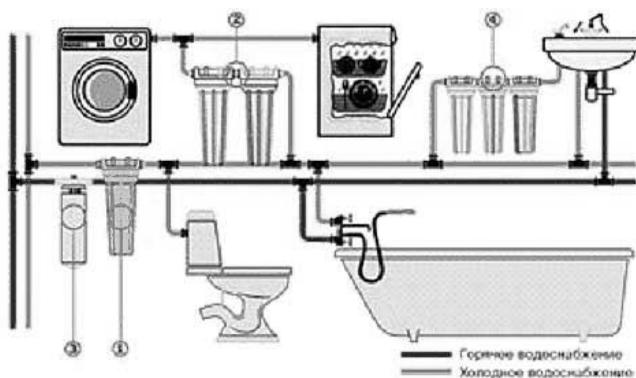


Рис. 1. Схема доочистки питьевой воды:

1 – магистральный фильтр механической очистки холодной воды, 2 – магистральный фильтр умягчения холодной воды, 3 – магистральный фильтр механической очистки горячей воды, 4 – многоступенчатый фильтр доочистки питьевой воды типа «под мойку»

Эффективность водоочистных бытовых устройств определяется согласно ГОСТ Р 51871-2002 [5].

На практике наиболее сложной задачей является определение времени выработки ресурса фильтрующих элементов системы доочистки воды, такие показатели качества воды как запах, мутность, цветность и железо потребитель может оценить органолептически и принять решение о замене (регенерации) фильтрующих элементов. Однако, наибольшую опасность для человека представляют другие химические загрязнения, указанные выше и определяемые только аналитическим способом.

Для определения гарантированного ресурса водоочистного устройства (рекомендуемой частоты замены или регенерации фильтрующих элементов), оно должно быть испытано на эффективность на конкретной исходной водопроводной воде, максимально приближенной по своему составу к очищаемой водопроводной воде.

Представляло интерес определение эффективности работы водоочистного устройства на примере фильтра доочистки воды JNT-RO, общий вид которого представлен на рис. 2, а технические характеристики фильтра – пятиступенчатой фильтрационной установки приведены в таблицах 2 и 3.



Рис. 2. Фильтр доочистки питьевой воды JNT-RO

Таблица 2

Технические характеристики фильтра JNT-RO

Характеристика	Значение
Производительность	190...280 л/сут
Запас чистой воды в баке-накопителе	6...8 л
Давление исходной воды на входе	2...6 атм
Срок службы:	
водоочистителя	1,5...2 года
сменных картриджей	3...6 месяцев
постфильтра	1 год
Габариты	270x210x450 мм
Вес	11 кг
Рабочая температура	от +4 до +35°C

Принцип работы фильтра заключается в следующем. Исходная водопроводная вода сначала проходит предварительную очистку в трех фильтрах, в которых задерживаются механические примеси с размером частиц

крупнее 5 микрон, устраняется запах, остаточный хлор, органические вещества, неприятные привкусы и мутность. Предварительно очищенная вода поступает на четвертую ступень очистки – обратноосмотическую мембрану, где происходит отделение воды от растворенных загрязнений и примесей, в том числе бактерий и вирусов. На заключительной стадии вода проходит через угольный постфильтр.

Таблица 3

Технические характеристики элементов фильтра JNT-RO

Характеристика	Значение
Фильтр 1 ступени	
▪ материал	полипропилен
▪ размер пор	5 мкр
▪ загрязнения	песок, грязь, ржавчина, окалина
▪ ресурс	до четырех человек – 180 сут
Фильтр 2 ступени	
▪ материал	гранулированный кокосовый уголь
▪ загрязнения	хлор, органические соединения
▪ ресурс	до четырех человек – 180 сут
Фильтр 3 и 5 ступени	
▪ материал	активированный уголь
▪ загрязнения	тонкая взвесь, запахи, привкусы
▪ ресурс	до четырех человек – 180 сут
Мембрана (4 ступень)	
▪ материал	полиамидная полупроницаемая рулонная
▪ загрязнения	органические, микробиологические, тяжелые металлы, фтор, нитраты, нитриты, бактерии, вирусы
▪ производительность	до 190 л/сут
▪ пористость	0,00001 мкм
▪ эф-ть фильтрации	98%
▪ рабочее давление	2,8...8 атм
▪ промывка	5% р-р лимонной кислоты, 5-6 ч, 1 раз в 3-4 месяца

Эффективность очистки водопроводной воды (г. Москва) анализировалась в середине эксплуатационного ресурса фильтра через 6 месяцев с момента включения его в работу. Смена фильтрующих элементов и химическая промывка мембраны в течение указанного срока эксплуатации не производились.

Испытания проводились на базе лаборатории кафедры ВиВ НИУ МГСУ. Для определения показателей качества использовались стандартные методики и сертифицированное оборудование. Результаты сведены в таблицу 4.

Качественный состав исходной и очищенной водопроводной воды (27.02.2018)

№ п/п	Показатель	Водопроводная вода		СанПиН	СанПиН
		до установки	после установки	2.1.4.10.74-01	2.1.4.1116-02*
1.	Мутность, мг/л	0,043	0	1,5	1,5
2.	Цветность, град.	13	2	20	20
3.	pH	7,62	6,65	6-9	6-9
4.	Солесодержание, мг/л	289	45	1000	100-1000
5.	Щелочность, мг-экв/л	2,89	0,59	не норм.	не норм.
6.	Жесткость, мг-экв/л	3,75	0,63	7	1,5-7
7.	Ca ²⁺ , мг-экв/л (мг/л)	2,9 (116)	0,41 (16,4)	не норм.	0,62-3,2 (25-130)

Примечание: * норматив физиологической полноценности воды

Результаты показали, что качество исходной водопроводной воды соответствовало нормативам [4]. После пятиступенчатой фильтрационной установки количество взвешенных веществ и цветность воды снижались, однако по показателям солесодержание, жесткость и кальций доочищенная вода не может считаться физиологически полноценной. В данном конкретном случае применение доочистки водопроводной воды не целесообразно.

Библиографический список

1. Сазонова О.В., Исакова О.Н., Бедарева Л.И., Сухачева И.Ф., Вистяк Л.Н., Тупикова Д.С. К вопросу о качестве питьевой воды централизованного водоснабжения в городском округе Самара // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6-1. С. 86-90.
2. Калачев С.Л., Якубаускас А.Н. Питьевая вода и бытовые водоочистительные устройства: потребительские свойства и экспертиза качества. Москва: РГТЭУ, 2010. 102 с.
3. Журба М.Г., Говорова Ж.М., Говоров О.Б. Бытовые и локальные системы подготовки питьевой воды: выбор, надежность, специфика эксплуатации // Водоснабжение и канализация. 2010. № 3-4. С. 64-68.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2002.
5. ГОСТ Р 51871-2002. Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения.

К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ ЗАБОРА ВОДЫ ИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

*Комарова Е.А., Гурьева Д.В., студентки 4 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Михайлин А.В., ст. преподаватель*

Очень часто в практике строительства водозаборных сооружений из поверхностных источников начинают сталкиваться с проблемой забора воды [1-3]. Это обуславливается суровыми природными условиями, которые осложняют работу водозабора. К ним можно отнести шугу и лед. Другой проблемой является засорение водоприемников различными видами наносов, которые мигрируют по реке в водном потоке. Естественно, что все вышеперечисленное осложняет работу всей системы водоснабжения, а в первую очередь водозаборных сооружений.

Для облегчения забора воды из реки, а также с целью борьбы с внутриводным льдом, шугой и наносами в практике строительства водозаборных сооружений используют водоприемный ковш. Под ним подразумевают возведение на водотоке специального искусственного залива, в котором устанавливают водозабор.

Водоприемный ковш на водотоке работает следующим образом. Скорость движения втекающей в него воды значительно меньше скорости в самой реке. Как правило, она составляет порядка 0,15-0,05 м/с. Небольшая скорость воды в холодное время, когда появляются первые заморозки, приводит к тому, что ледостав в ковше образуется значительно раньше, чем в самой реке. Таким образом, нижние слои в искусственном заливе не переохлаждаются, что исключает образование внутриводного льда и шуги, которые, плавая в водном потоке, могут сильно нарушить работу водозабора.

Далее происходит хорошая борьба со взвесью по причине небольшой скорости втекающей воды. Взвешенные наносы при малых скоростях начинают оседать на дно, таким образом, к самому водоприемнику доходит более чистая вода, чем та, которая находится в реке.

Водоприемные ковши целесообразно устраивать на водозаборных сооружениях средней и большой производительности в пределах до 25 м³/с. Допускается строить такой искусственный залив в две параллельные линии (нити канала), что позволяет забирать большие объемы воды. Также одну нить можно отключать на случай аварии, ремонта, либо для очистки ложа водоприемного ковша от скопившегося в нем мусора или наносов.

Строительство водоприемных ковшей идет с использованием тяжелой строительной техники [4-5]. Происходят большие земляные работы с вывозом грунта и устройством насыпей. Если русло сложено скальными породами, приходится выполнять дополнительно много трудоемких работ. В таком случае целесообразно использовать плавучие буровые установки, а также скважинный метод взрывных работ.

Глубина воды в искусственном заливе должна быть больше, чем-то место реки, с которой он граничит. У самого водоприемника она должна

достигать самого высокого значения, чем в других местах ковша, что позволит забирать самую чистую воду без наносов.

Место установки водоприемного ковша должно выбираться после тщательных дополнительных изысканий, которые проводят специалисты перед началом строительства.

Водоприемные ковши не следует строить в зонах, где возможно образование шугозажоров рядом с берегом, что может неблагоприятным образом сказаться на заборе воды. Также искусственный залив не должен приводить к нарушению бытового режима течения самой реки, к возникновению заторов льда и ухудшению водопользования данного водотока.

После ввода в работу водоприемного ковша необходимо его правильно эксплуатировать, чтобы в нем соблюдались все необходимые условия. С определенной периодичностью, в зависимости от объема поступающих наносов, необходимо производить его очистку от отлагающихся в нем взвесей. Водоприемные ковши небольших размеров, которые засоряются песчано-илистыми отложениями, целесообразнее очищать экскаваторами.

Использование водоприемного ковша для организации стоянки даже небольшого водного транспорта не допускается, т.к. это обязательно будет приводить к возникновению неблагоприятных изменений режима течения. Также произойдет засорение водной поверхности, например, топливом, маслом, различными видами мусора. В случае, если вода используется только на технические цели промышленного предприятия и хорошего качества не требуется, то стоянка такого транспорта может быть возможна, но обоснована и в большинстве случаев ограничена.

В зависимости от характера рек и их характеристик существуют различные виды водоприемных ковшей. При установке искусственного залива на шугоносной реке, целесообразнее будет строительство его варианта с низовым входом воды, который при таких условиях будет работать эффективно. Для этого сооружается верховая и низовая дамбы, которые ограничивают вход в ковш.

Строительство водоприемного ковша с верховым входом не практикуется, т.к. такое расположение дамб, в данном случае против течения воды в реке, приведет, особенно на шугоносной реке, к быстрому засорению ковша и самого водозаборного сооружения шугой, сором и наносами.

Другим компоновочным вариантом водоприемных ковшей является их полное или частичное заглубление в берег. В данном случае целесообразнее делать искусственный залив под углом 135° к реке. Это позволяет снизить его заносимость наносами и сором и увеличить его эффективность работы, что доказывается на основании многочисленных научных исследований ученого А.С. Образовского.

Дополнительно могут использоваться на очень шугоносных реках специальные устройства, позволяющие бороться с избыточной заносимостью ковшей взвешенными наносами. Для этого устанавливается шпора, которая бывает или низовой, или верховой. Это зависит от того, на какой дамбе она будет устанавливаться (верховой или низовой). Шпора придает дамбе

большую обтекаемость, таким образом, это позволяет предотвратить возможный подсос загрязненных вод.

На всех перечисленных вариантах водоприемного ковша используется водозаборное сооружение берегового типа, представляющее собой водоприемный сеточный колодец с окнами, находящийся на берегу, куда вставлены решетки для задержания мусора и сора. Надежность такого типа забора воды больше, чем русловых водозаборных сооружениях, т.к. провести их осмотр и ремонт значительно легче.

Необходимо отметить, что водоприемный ковш не является стопроцентным решением в борьбе с шугой. Несмотря на это отказываться от других мер ни в коем случае нельзя. К ним относят электрический обогрев решеток водозаборного сооружения, которые устанавливаются на водоприемных окнах. Это позволяет не нарушать прием воды в водозаборе даже в случае возможного частичного попадания шуги в водоприемный ковш и его транзита к водоприемнику. Также иногда целесообразно применять и другие варианты. Например, на водозаборах промышленных предприятий практикуют сброс горячей воды перед водоприемником, которая направляется от насосных станций горячей воды после технологических процессов. Еще одним вариантом может являться нанесение специальных материалов на основе резины на решетки водоприемных окон, благодаря этому шуга не прилипает к ним [6-7].

В заключении необходимо отметить, что возведение и эксплуатация водоприемного ковша требует серьезного подхода и большой ответственности со стороны рабочих, проектировщиков, эксплуатирующего персонала. Его строительство позволит наладить бесперебойное водоснабжение населенного пункта или промышленного предприятия. Подача воды требуемого качества будет происходить круглогодичного, вне зависимости от сложных природных условий водного объекта.

Библиографический список

1. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А.. Водоснабжение и водоотведение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 2002. – 335 с.
2. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение. М. Издательский дом Инфра-М. 2015. 443 с.
3. Орлов В.А. Трубопроводные сети. М. Издательство Лань. 2015. 160 с.
4. Саломеев В.П., Гогина Е.С., Орлов В.А., Макиша Н.А. Реконструкция систем водоотведения. М. Изд-во МИСИ-МГСУ. 2016. 233 с.
5. Орлов В.А. Строительство и реконструкция инженерных сетей и сооружений. М.: Издательство Академия. 2010. 304 с.
6. Орлов В.А. Защитные покрытия трубопроводов. М. Издательство АСВ. 2009. 126 с.
7. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Реконструкция трубопроводных систем. М. Издательство АСВ. 2008. 215 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДООЧИСТКИ В БИОПРУДАХ

Корнев Н.А., студент 3 курса 13 группы ИИЭСМ

Научные руководители – Королёва Е.А., ст. преп., к.т.н., Ерхов А.А., к.т.н.

1. Понятие системы комплексной очистки

В ходе хозяйственной деятельности основной урон природе наносят сбросы использованных вод, отсюда проблема её сохранения требует значительных капиталовложений в строительство и эксплуатацию очистных сооружений (ОС), поскольку именно от них зависит обеспечение нормативных показателей сточной жидкости (устанавливаемых службой санитарно-эпидемиологического надзора). Существующие сооружения аэробной биологической очистки традиционно включают последовательно расположенные по ходу технологического процесса первичные отстойники, аэротенки и вторичные отстойники, и многолетний анализ их работы говорит, что аэробная биологическая очистка активным илом (АИ) обеспечивает почти полное разложение органических примесей, которые в основном и содержатся в бытовых и промышленных сточных водах.

Комплексная очистка представляет сочетание различных по природе технологических процессов, в ходе выполнения которых сперва на участке механической очистки удаляются взвешенные дисперсно-коллоидные частицы, затем в аэротенках происходит биохимическое окисление растворённых органических загрязнений микроорганизмами АИ, и в конце на биофильтрах или в биологических прудах (биопрудах) следует доочистка оставшихся органических и минеральных примесей. Из всех возможных методов доочистки после станции аэрации для достижения максимальной эффективности процесса целесообразно применять именно биопруды с согласованным с ОС режимом работы. Анализ работы таких комплексов показывает, что каждое сооружение, как элемент, имеет самостоятельное функциональное назначение, но от эффективности его работы в системе зависит результат очистки в целом. Целое, проявляющееся в синергии элементов системы, определено оптимальным согласованием режимов работы в общей технологической схеме, так как между параметрами отдельных функциональных узлов существует непосредственная взаимосвязь и взаимовлияние. Действительно, качество осветления в первичных отстойниках количественно влияет на эффективность и надёжность в аэротенках, параметры биохимического окисления в которых определяют качество дифференцировки смеси сточной воды и АИ во вторичных отстойниках, и от эффективности осаждения АИ, в которых зависит концентрация рециркулируемой и работающей биомассы микроорганизмов, то есть окислительная мощность аэротенков. Процесс очистки не завершается сбросом, поскольку требует дополнительных процедур для приведения показателей в соответствие с требованиями СанПиН, и поэтому при анализе эффективности работы системы комплексной очистки следует учитывать корреляционную зависимость составляющих функциональных звеньев «вход – механическая

очистка – аэробная биологическая очистка – доочистка – обеззараживание – сброс».

Многолетний опыт также свидетельствует об общих неудовлетворительных физико-химических и санитарно-эпидемиологических показателях сбрасываемых вод из-за необходимо высокой скорости процесса очистки, что негативно отражается на состоянии водных ресурсов и пагубно для здоровья животных и людей, поэтому, наряду с очисткой в аэрационных сооружениях необходимо дополнительно доводить сток до разрешённых показателей в открытых водоёмах – биопрудах, являющихся надёжным дешёвым способом глубокой биологической переработки. Биопруд – естественная биологическая система самоочищения с естественным источником энергии в виде солнечной радиации, с обильно растущими планктонными водорослями – агентом самоочищения. Фотосинтезная аэрация доставляет O_2 для бактериального окисления нестабильных органических веществ – в дополнение к O_2 воздуха, перемешивание воды с которым в естественных условиях не предусматривается. Помимо биопрудов станции аэрации хорошо сочетаются с полями орошения и рыбоводными прудами, – всё это добавляет проблемные ситуации относительно условий обеспечения максимальной эффективности и технико-экономической обоснованности очистки, и решение этих проблем требует более глубоких исследований в биологии и медицине, гидрологии и химии, системной инженерии и промышленности в целом. Сочетание искусственных и естественных методов приводит к созданию оптимальных систем, то есть позволяет оптимизировать задачу вычисления целевой функции эффективной очистки.

2. Историко-географическая характеристика

Биопруды наиболее распространены на территории США, где используются для очистки стоков небольших населённых пунктов, – вначале для накопления осветлённых сточных вод с последующим спуском в накопительные лагуны малой проточности. Биопруды королевства Канады с её резко континентальным климатом во внутренней материковой части также имеют большой период задержки воды и, соответственно, небольшие нагрузки на единицу площади зеркала. Действительно, здесь важно, что биопруды успешно практикуют не только в странах с тёплым климатом и незамерзающими водоёмами, но и в суровых условиях как, например, Канады вплоть до Аляски, где накопленные за зиму воды в месячный срок после таяния проходят полную очистку благодаря интенсивному росту фитопланктона в условиях полярного лета, – именно это последнее обстоятельство круглосуточного фотосинтеза даёт постоянно высокое содержание O_2 , большее, чем в прудах южных широт с их суточными колебаниями фотосинтезного процесса. Большое внимание развитию биопрудов уделяют ЮАР, Зимбабве, Израиль, где после окончания процесса вода идёт на орошение, а водоросли – на корм в животноводство и птицеводство. Применяют биопруды и в европейских странах, хотя и в меньших масштабах.

На Люблинских полях орошения, действовавших с 1898 г., с самого начала велись масштабные исследования возможности эффективной очистки в проточных каскадных прудах (четвёртый и последующий оказались пригодными для выращивания рыбы), – с тех пор ведутся и исследования условий и эффективности самоочищения в одиночных непроточных прудах; и на Кожуховской станции аэрофльтрации производительностью 37 тыс. м³/сут, работавшей с 1929 г., впервые была применена комплексная очистка в аэротенках, на биофильтрах и биопрудах.

В настоящее время в разных странах по биопрудам написано много работ с констатацией факта высокого эффекта очистки. По показателям качества биопруды дают лучшие результаты, чем традиционные способы биологической доочистки на биофильтрах, в воде после биопрудов меньше нематод, чем после тех же биофильтров, и поэтому обработку в биопрудах можно рассматривать как метод дегельминтации. Также показано отсутствие опасности выплода в биопрудах комаров (если не происходит зарастание поверхности водной растительностью). Библиографические источники также говорят, что биопруды могут применяться во всех климатических зонах в практике очистки различных видов сточных вод, даже очистки стоков промпредприятий – в основном агропромышленного комплекса – на тех же принципах, что и бытовых сточных вод, но с учётом, что не только в разных климатических, а и производственных условиях характеристики (конструкции) биопрудов и правила эксплуатации различны.

Библиографический список

1. Водные ресурсы и качество вод: состояние и проблемы управления. М.: РААСХН, 2010. – С. 415.
2. Алексеев М.И., Ермолин Ю.А. Теоретические основы управления процессами очистки сточных вод. Учебное пособие/ Алексеев М.И., Ермолин Ю.А.; СПб гос. Архит.-строит. Ун-т. СПб. 2009. – С. 174.

МАЛЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

*Кочетов В.В., студент 4 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Залетова Н.А., проф., д.т.н.*

В настоящий момент в системе канализации обострено внимание на рациональное использование материальных и водных ресурсов. В связи с этим, стали появляться новые разработки, направленные на интенсификацию очистки сточных вод. Благодаря этой цепочке действий стали образовываться новые схемы и методы очистки жидкости. Разделить такие схемы можно по их производительности: городские и локальные (малые) очистные сооружения.

Чтобы КОС называть малым необходимо, чтобы они удовлетворяли ряду требований действующего нормативного документа СП 32.13330.2012: п. 9.2.13.1. На таких очистных сооружениях используются различные методы очистки: биологические и физико-химические

Для использования биологических методов очистки: биологических прудов, полей орошения и подземной фильтрации необходимо обоснование качества грунта и состав сточных вод. Примерный состав представлен в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества воды, мг/л	Значение
ХПК	65
БПК ₅	14
NH ₄	2,0
NO ₂	0,005
NO ₃	5,4
Фосфаты	3,4
Взвешенные вещества	12

При физико-химическом методе очистки могут использоваться различные решения, одни из которых: септик, различные модульные решения, основанные, в основном, на использовании микроорганизмов (аэротенк, биофильтр или мембранный биореактор).

Использование аэротенка в том формате, который используется на городских очистных сооружениях, невозможно. Причины кроются в его габаритах, поэтому зоны разбиваются на отдельные емкости. На рис. 1 показана модульная система, в котором используется биологическая очистка и биологическая доочистка.

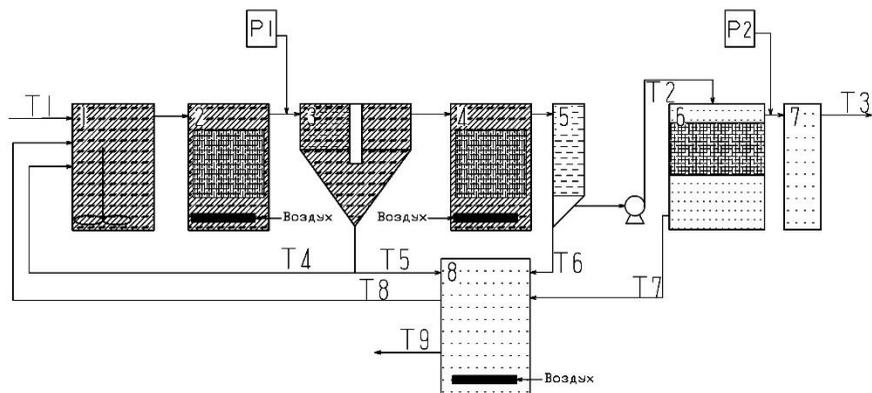


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод модульной установкой: 1 - анаэробная зона; 2 - аэробная зона с носителем; 3 - вторичный отстойник; 4 - аэроблок с носителями; 5 - третичный отстойник (контактный резервуар); 6 - «сухой» фильтр; 7 - контактный резервуар; 8 - минерализатор осадка

Исходная сточная вода T1 подается в анаэробную зону 1, в котором находятся мешалки для перемешивания с рециркуляционным активным илом T4 и сливной водой T8. Из анаэробной зоны иловая смесь самотеком попадает в аэробную зону 2 с прикрепленными микроорганизмами. Далее иловая смесь отстаивается во вторичном отстойнике 3. Если в данной сточной воде зафиксированы большие концентрации фосфора, то перед отстойником добавляется реагент P1. Избыточный активный ил удаляется по трубопроводу T5 в минерализатор осадка 8. Вода, прошедшая биологическую очистку, самотеком попадает в аэроблок с вспененной загрузкой 4, на которой прикреплены микроорганизмы. Далее вода поступает в контактный осветлитель 5 (третичный отстойник), от которого отводится осадок по трубопроводу T6 в минерализатор. Если после прохождения данных сооружений качество очищенной воды не достигает требований ПДК, то используется биологическая доочистка 6. Биологически очищенная сточная вода разбрызгивается по всей площади сооружения и проходит плавающую загрузку с прикрепленными микроорганизмами, избыточный активный ил и осадок отводится с помощью трубопровода T7. После чего сточная вода попадает в контактный резервуар и по трубопроводу T3 осуществляется сброс в водоем. Из минерализатора 8 отводится сливная вода T8 и рециркуляционный активный ил T4 в начало сооружений, а осадок T9 на утилизацию.

Качество исходной воды и очищенной до показателей БПК, с помощью биологической доочистки и реагента для удаления фосфора, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатель, мг/л	Поступающая вода	Биологически очищенная вода	Доочищенная вода
БПК	70-142	9,5-11,4	1,4
ХПК	185-210	61-74	-
pH	7,2-7,5	7,4-7,8	7,2
Фосфаты	1,3-2,5	0,14-1,8	-
Взвешенные вещества	82-131	4-16	-
СПАВ	0,8	0,1	0,05
Нефтепродукты	0,9-5,5	0,05	0,01
Жиры	0,18	0	-
Сульфаты	40	45	47
Хлориды	127	140	183
Сухой остаток	479	563	623
Азот аммонийный по N	11-15,8	0,5-2,6	0,1
Нитриты по N	0,1	2,5-3,6	0,8
Нитраты по N	0,05-0,5	0,012	0,07

Преимущества данной схемы:

1) Сборка схемы может производиться в любых условиях и в любом месте (как в здании, так и в контейнере).

2) Для эксплуатации сооружений не требуется квалифицированный персонал.

3) Данная схема успешно справляется с требованиями ПДК для водоемов различного назначения.

4) Необходимо небольшое количество электроэнергии для перекачки и подачи реагентов (без учета отопления и освещения здания).

Особое распространение получили **септики**. Так как они просты в использовании и имеют разнообразные принципы работы. Но в такие сооружения не следует сбрасывать большое количество хлоросодержащих веществ и детергентов, так как они влияют на биологические процессы очистки. Для штатной работы септика имеются основные показатели сточной воды, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Показатель, мг/л	Исходная вода	Очищенная вода
БПК _n	250	5,2
Взвешенные вещества	250	8,5
Азот аммонийный по N	25	0,85
Нитраты по N	-	7,9
Нитриты по N	-	0,13
Фосфаты по P	10	0,24
СПАВ	8	0,06

В последнее время многие поселки стали обустриваться очистными сооружениями с **мембранными биореакторами**. Данное решение обуславливается жесткими требованиями сброса в водоем.

Принцип работы данной установки (рис. 2) начинается с фильтрования через сито 4 и жидкость попадает в усреднитель 1. С помощью подающего насоса 5 сточная вода попадает в зону денитрификации 2, в которую подается циркуляционный активный ил с раствором для удаления фосфора 13 (хлорное железо, например). Для равномерного перемешивания устанавливаются мешалки 6. Далее самотеком иловая смесь попадает в зону нитрификации 3. Для поддержания требуемых параметров очистки используется воздухоподувка 8. Затем иловая вода попадает в мембранные кассеты 7 с непрерывной подачей воздуха из воздухоподувки 9. Отвод ила осуществляется насосом 10 в обезвоживатель осадка 16, из которого часть ила идет на рециркуляцию. По всасывающему патрубку насоса пермеата 11 с добавлением раствора гипохлорита натрия из бака 14 подается в бак обратной промывки 15, через который осуществляется сброс очищенной воды в водоем. Отбросы и обезвоженный осадок отвозятся за пределы станции.

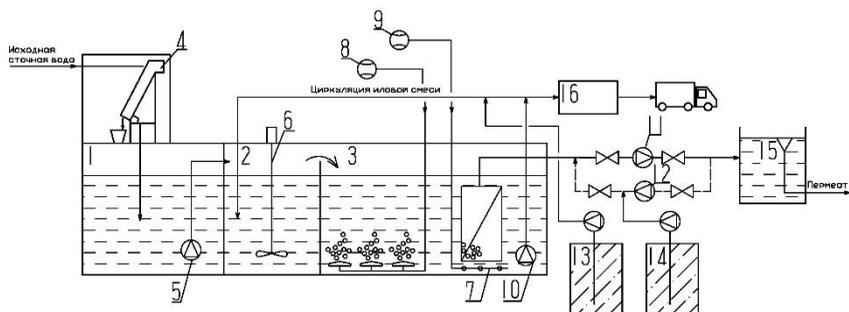


Рис. 2. Принципиальная схема модульной установки мембранного биореактора: 1 - усреднитель; 2 - денитрификатор; 3 - нитрификатор; 4 - сито; 5 - подающий насос; 6 - мешалка; 7 - мембранная кассета; 8 - воздухоподувка биореактора; 9 - воздухоподувка мембранного блока; 10 - насос рециркуляции иловой смеси; 11 - насос пермеата; 12 - насос обратной промывки; 13 - система дозирования реагента для удаления фосфора; 14 - система дозирования гипохлорита натрия; 15 - бак обратной промывки; 16 - установка обезвоживания осадка

Для использования разных (плоскостных или половолоконных) мембран необходимо знать качество сточной воды, которое надо подготовить для данного этапа очистки. Очищенная и дезинфицированная сточная вода соответствует нормативным документам.

Преимуществами данной схемы можно считать, что установка может происходить в любых климатических условиях. Есть возможность установки системы в контейнеры.

Недостатки: высокая стоимость установки и эксплуатации данной системы. Необходимо наличие квалифицированного персонала.

Для очистки сточных вод малой производительности используют систему с SBR (реакторами периодического действия) реакторами. Процесс очистки сточных вод заключается в периодической смене реакций нитрификации и денитрификации, которые поддерживаются аэрацией и мешалками. Данная очистка происходит с равномерно поступающим стоком, который можно регулировать при помощи усреднителей, показанный на рис. 3. Очистка протекает в несколько стадий:

- 1) Подача насосами исходной воды в резервуар.
- 2) Перемешивание стоков с илом, находившемся в сооружении.
- 3) Подача системой аэрации воздуха, для насыщения кислородом активного ила (процессы 2 и 3 могут повторяться несколько раз).
- 4) Отстаивание иловой смеси.
- 5) Отвод очищенной сточной воды с помощью насоса, а избыточный активный ил откачивается илососами на блок сооружений по обработке осадка.

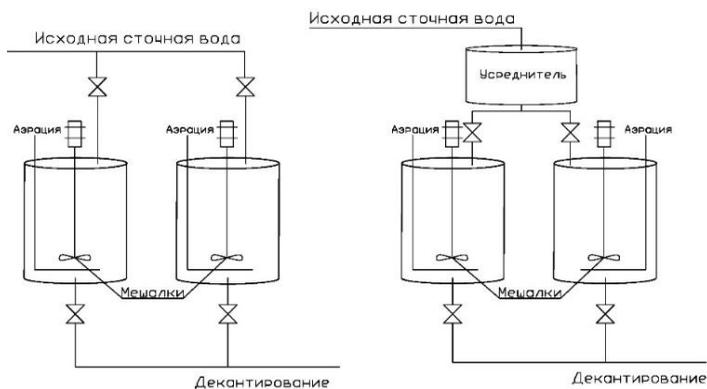


Рис. 3. Технологические схемы работы SBR реактора

Преимуществами данной системы очистки можно назвать:

- 1) Компактность сооружения.
- 2) Эффективность очистки от азота и фосфора.

Недостатками этой схемы являются:

- 1) Большой расход электроэнергии.
- 2) Необходимость наличия квалифицированного персонала.

3. Выводы

Из всех рассмотренных схем очистки сточных вод малой производительности выбрать одну, подходящую для всех случаев, не представляется возможным. Так как у каждой технологической схемы есть свои отрицательные стороны (как инженерные, так и экономические). Поэтому необходимо подходить к каждой проблеме индивидуально и уже исходя из имеющихся характеристик подбирать ту или иную технологическую схему.

Библиографический список

1. Залетова Н.А., Залетов С.В. Модульная система «Контус» для очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. №3. ч.1. С. 39-45.
2. Залетова Н.А., Залетов С.В. «Контус»® – установка полной заводской готовности для глубокой очистки сточных вод // Водоснабжение и канализация. 2014. № 5-6. С. 72-76.
3. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: АСВ. 2009. – С. 693-707.
4. Степанов С.В., Степанов А.С., Сташок Ю.Э., Блинкова Л.А. Модульные мембранные биореакторы // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. №8. С. 51-55.
5. Дзенис Л., Гогина Е.С., Гуринович А.Д. Модернизация малых очистных сооружений по технологии SBR // Водоснабжение и канализация. 2014. № 2. С. 72-78.
6. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения». 2013.
7. СНиП 2.04.03-85. «Канализация. Наружные сети и сооружения». Москва. 1986.

МЕМБРАННЫЙ БИОРЕАКТОР. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

*Нестеренко А.А., Васютина О.В., студентки 4 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Макиша Н.А., доц., к.т.н.*

Сегодня во многих промышленно развитых странах в сфере очистки сточных вод происходит активное внедрение мембранных технологий и оборудования на их основе. Мембранные биореакторы (МБР) – одна из наиболее перспективных и динамически развивающихся областей промышленной технологии (рис. 1).

Данные системы очистки сточных вод используется не только в масштабных зданиях, но и в малогабаритных строениях, подключенных к городским системам водоснабжения и водоотведения – компактность систем с мембранным биореактором позволяет размещать их в подвалах. Количество сточных вод на таких объектах достаточно для работы системы очистки. Системы с мембранным биореактором кономят количество потребленной воды питьевого качества и снижают общую нагрузку на муниципальные системы канализации и городские очистные сооружения.

Мембранный биореактор включает в себя как биологическую обработку активным илом, так и механическую мембранную фильтрацию. Мембранный модуль применяется для разделения иловой смеси. Он является альтернативой широко используемому методу осаждения активного ила во вторичных отстойниках, применяемого в традиционных системах биологической очистки – в аэротенках.

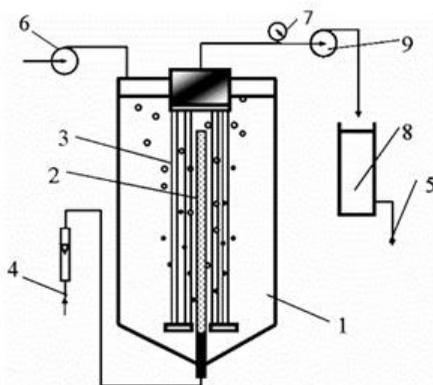


Рис. 1. Схема мембранного биореактора:

1 – реактор, 2 – аэратор, 3 – половолоконные мембраны, 4 – воздух, 5 – очищенная вода, 6, 9 – насосы, 7 – манометр, 8 – фильтр

Для того чтобы разобраться в экономических параметрах мембранных биореакторов, стоит вспомнить их историю.

В первый раз концепция мембранных биореакторов была осуществлена в конце 1960-х годов, как только мембраны ультрафильтрации и микрофильтрации стали доступны не только для научного, но и для частного применения. Подлинный процесс был введен корпорацией Dorr-Olivier – они использовали сочетание активного ила и мембранной фильтрации. Плоские полимерные листы мембраны, используемые в данном процессе, имели величину пор от 0,003 до 0,01 мкм. Хотя мысль о замене традиционного отстойника активного ила была заманчивой, было тяжело обосновать использование такой сложной операции для очистки сточных вод по причине трех моментов: дороговизны мембран, низкой экономической ценности товара (серых стоков), и вдобавок быстрой потери эффективности мембраны из-за загрязнения ее пор. Мембранные биореакторы первого поколения нашли применение на небольшом количестве очистных сооружений, из-за низкой окупаемости, например, на таких, как отдельно стоящие горнолыжные курорты.

Таким образом, одним из экономических параметров является высокая стоимость и малый цикл использования мембран.

Момент, когда в 1989 году корпорация «Ямамото» решила погрузить мембраны непосредственно в биореактор, произошел долгожданный прорыв в развитии мембранных биореакторов. До того момента все мембранные биореакторы были исполнены с разделением устройств и принцип их работы основывался на формировании высокого трансмембранного давления для обеспечения фильтрации, а для этого было необходимо поддержание большого расхода сточных вод.

Системы очистки, в которых мембраны помещены в биореактор могут работать при невысоком расходе сточных вод и при этом потребляют на порядок меньшее количество энергии, в отличие от отдельных систем, разница затрат на электроэнергию может достигать значений до двух раз меньших, при использовании мембран, расположенных в биореакторе. Важным фактором, влияющим на процесс очистки, при использовании системы с погружными мембранами является аэрация. Аэрация сохраняет твердые вещества в состоянии суспензии, очищает поверхность мембраны и снабжает кислородом биомассы, от чего происходит лучшее биологическое разложение и клеточный синтез.

Следующий экономический фактор – энергопотребление, рассуждения о котором привели к совершенствованию биореакторов.

Иным важным шагом в развитии последних мембранных биореакторов была идея применять двухфазную пузырьковую жидкость для контроля загрязнения. Это автоматизировало процессы очистки. Низкие затраты на эксплуатацию, показанные при использовании погружной конфигурации мембранного биореактора, вместе с уверенным снижением стоимости мембраны, вызвали значительный рост использования установок с середины 1990-х годов. С того времени конструкцию постоянно улучшали, использовались модифицированные типы мембраны, производились эксперименты по подбору наилучшей скорости потоков сточных вод и аэрируемого воз-

духа для того, чтобы увеличить износостойкость мембраны. В последние годы был разработан процесс более точного контроля параметров работы, в свою очередь была введена обратная промывка, которая позволяет системам с мембранным биореактором надежно функционировать и затрачивать небольшое количество энергии, около 0,3 кВт·ч на м³ продукта.

Применение технологии МБР является экономически выгодным, так как сокращает капитальные затраты на строительство на 20- 30%, однако энергозатраты повышаются в процессе эксплуатации. Площади очистных сооружений сокращаются на 50%.

Таким образом, целесообразность применения МБР определяется его небольшим объемом и допустимостью регулировать режим очистки сточных вод для разных производств. Итак, высокий экономический эффект применения систем МБР для очистки сточных вод вызывается тем, что при относительно высоком качестве очищаемой воды, по сравнению с традиционной схемой очистки воды, происходит снижение расходов на эксплуатацию и строительство, примерно на 30%. В нашей стране технологии МБР для очистки сточных вод в муниципальном секторе и в индустриальном не используются.

Используются мембранные биореакторы при очистке сточных вод промышленных предприятий, очистке поверхностные сточных вод, в промышленной очистке воды текстильного производства, при очистке сточных вод молокозаводов и маслосырзаводов, а также сточных вод птицефабрик.

Главные достоинства введения систем мембранных биореакторов:

- Увеличение эффективности и надежности очистных сооружений;
- Создание небольших очистных сооружений, при помощи замены вторичного отстаивания и фильтрации на фильтрах различного типа на мембранную доочистку;
- Повышение производительности очистных сооружений благодаря увеличению концентрации активного ила в аэротенках;
- Уменьшение объема избыточного активного ила.

Какие основные трудности возникают при эксплуатации мембранных биореакторов? Исключив тонкости функционирования самой биологической очистки, можно выделить следующие характерные проблемы (по приоритету):

- загрязнение мембран и сетчатых фильтров;
- повреждение мембран или сильное загрязнение;
- отказы линий связи систем автоматизации;
- отказы системы обдувки мембран;
- отказ воздуходувок и аэраторов;
- загрязнение сеток или решеток;
- отказ рециркуляции;
- отказ вспомогательного мембранного оборудования.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 704 с.
2. Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачёв Е.А. Водоотведение – М: ИНФРА-М, 2007. – 416 с.
3. Жуков А.И., Демидов Л.Г., Монгайт И.Л, Родзиллер И.Д. Канализация промышленных предприятий: Учебник. – М: Стройиздат, 1969. – 375 с.
4. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменением N 1). М.: Минрегион России, 2012.
5. АО «Мосводоканал» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОСФОРА

*Овсиенко А.С., студент 3 курса 18 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Янцен О.В., преподаватель*

Биогенные элементы играют важную роль в биологических природных процессах, в том числе и в процессах, протекающих в водах водоемов. Основными элементами в сфере очистки сточных вод являются азот и фосфор. Они постоянно присутствуют в коммунальных и хозяйственно-бытовых водах. Азот может быть представлен рядом соединений: азот аммонийный (NH_4), азот нитритов (NO_2), азот нитратов (NO_3), азот органический. Фосфор в сточных водах может находиться в составе органических соединений, полифосфатов (P_2O_5) и ортофосфатов (PO_4) [1].

В наше время водоемы подвергаются тяжелой антропогенной нагрузке, что приводит к различного рода загрязнениям, а также к эвтрофикации [2].

Биогенные элементы, попадающие в водоем, служат причиной развития в них водорослей, вызывающих эвтрофикацию. Этот процесс, в свою очередь, приводит к цветению, ухудшению качества воды и обеднению животного разнообразия водоема. И хотя эвтрофикация является естественным природным процессом (старение водоемов), антропогенное воздействие ускоряет его в сотни раз.

В связи с этим, было разработано множество способов удаления соединений азота и фосфора, и способов их интенсифицирования. Развитие получили физико-химические и биологические методы, последним мы уделим основное внимание как наиболее перспективным. Однако стоит заметить, что в современной практике, достижение требуемых параметров очищенных сточных вод достигается за счет совместного применения вышеуказанных способов.

Существуют несколько путей интенсифицирования процесса очистки. Таковыми будут являться количественное, качественное изменение биоматериала, а также варьирование способов его крепления; выстраивание оптимальной последовательности биологических процессов и техническая модификация модулей очистных сооружений. Далее подробнее рассмотрим приведенные направления.

1. Методы интенсификации

1.1. Интенсификация работы аэротенков

Одним из основных направлений интенсификации биохимической очистки сточных вод является увеличение дозы активного ила. Увеличение дозы активного ила пропорционально увеличивает окислительную мощность аэротенка. Основным ограничением в системе является вторичный отстойник, доза ила в котором должна составлять 1,5-2 г/л. Повышение дозы активного ила достигается рядом способов:

1. Введение отдельной регенерации активного ила. Это достигается за счет возврата на стадии регенерации уплотнённого во вторичных отстойниках активного ила. Его доза в регенераторе может быть 7-8 г/л, а в рабочей зоне 1,5-2,5 г/л.

2. Аэротенки с фильтрационным разделением иловой смеси. Очищенная сточная жидкость, перед поступлением во вторичный отстойник пропускается через специальные фильтровальные перегородки сетчатого или пористого типа. Так, при дозе активного ила в рабочем сооружении до 25 г/л, концентрация взвешенных веществ во вторичном отстойнике составит не более 3-4 г/л.

3. Использование новых материалов, в качестве фильтрующих элементов (пористая нержавеющая сталь), позволяет отказаться от вторичных отстойников, поскольку вынос активного ила не превышает 20 мг/л. Данная технология снижает технико-экономические затраты и позволяет достичь высокой окислительной мощности при низкой нагрузке на активный ил.

4. С целью повышения эффективности работы действующих коридорных аэротенков целесообразно переоборудовать их в многокамерные аэротенки. В таком устройстве, разделённом перегородками с отверстиями на ряд камер, осуществляется полное перемешивание жидкости в пределах каждой из них, но отсутствует, перемешивание между ними. Последовательное перетекание иловой смеси из одной камеры в другую создаёт гидродинамический режим, в большей степени отвечающий режиму идеального вытеснения, причём мера этого соответствия возрастает с увеличением числа камер. Разделение аэротенка на камеры можно осуществить с помощью перегородок из разнообразных материалов (железобетона, дерева, пластмасс и др.). Отверстия для перетекания жидкости из одной камеры в другую надо размещать у дна аэротенка, скорость потока в отверстии должна быть при максимальном притоке около 0,2 м/с.

5. Использование инертных материалов с развитой поверхностью, на которые впоследствии крепится биологическая пленка. Такое закрепление микроорганизмов увеличивает количество ила, не повышая при этом в существенных размерах поступления иловой смеси ко вторичным отстойникам.

6. Модификация конструкции аэротенка. Сущность изобретения заключается в том, что аэротенк содержит подводящий и отводящий трубопроводы, резервуар с пневматической системой аэрации, разделенный на зоны перегородками из контактных носителей, дополнительно выполненных из синтетической сетки, закрепленной на металлических рамах, которые установлены в жестком каркасе, что обеспечивает поворот на угол 0-270°, а перегородки установлены под углом к направлению движения потока сточных вод, и у остроугольного примыкания перегородки со стенкой установлен водоподъемник, имеющий трубопровод возврата биомассы в начало секции (рис. 1-4) [6].

В процессе работы на контактном носителе 8 происходит иммобилизация клеток. В последовательно расположенных зонах обеспечивается видо-

вой состав микроорганизмов, отвечающий назначению данной зоны. Сточная вода поступает в резервуар 1 по трубопроводу 2, проходит последовательно зоны окисления – нитрификации, денитрификации и отдувки газообразного азота и отводится по трубопроводу 3 во вторичный отстойник.

При увеличении объемной нагрузки рамы 6 устанавливаются в положение «закрыто», что способствует росту иммобилизованной биомассы при входе в данную функциональную зону. При этом увеличение гидравлического сопротивления сетчатой перегородки-ферментатора 5, вызывает отрыв части иммобилизованных клеток и переход их в свободно суспендированное состояние, повышая таким образом концентрацию биомассы в свободном объеме данной зоны.

При снижении объемной нагрузки рамы 6 устанавливаются в положение «открыто» и система работает по типу неподвижного пластинчатого носителя с увеличением слоя иммобилизованной микрофлоры и физиологическому отрыву биомассы.

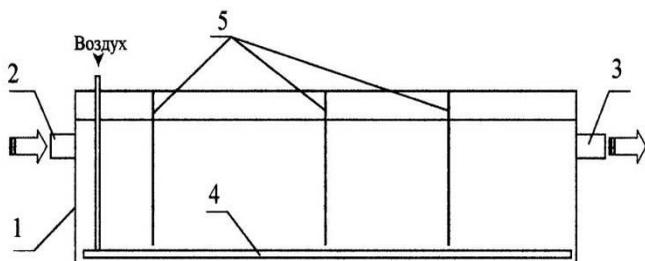


Рис. 1.

1 – резервуар; 2 – патрубок подачи сточной воды; 3 – патрубок отвода очищенной воды; 4 – система аэрации; 5 – перегородки-ферментаторы

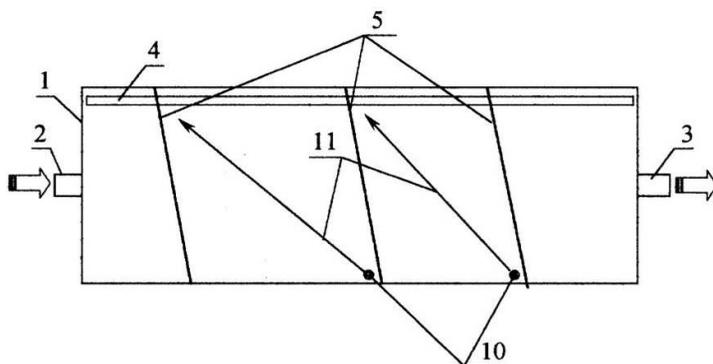


Рис. 2.

1 – резервуар; 2 – патрубок подачи сточной воды; 3 – патрубок отвода очищенной воды; 4 – система аэрации; 5 – перегородки-ферментаторы; 10 – водоподъемные устройства; 11 – трубопроводы возврата биомассы

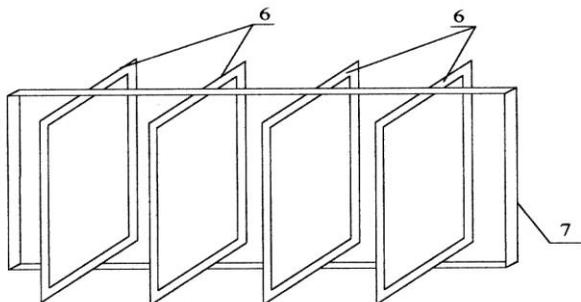


Рис. 3.

6 – рамы; 7 – жесткий каркас

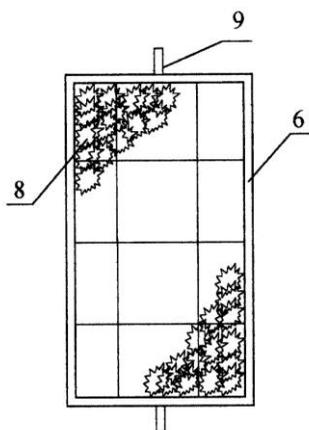


Рис. 4.

6 – рамы; 8 – синтетическая сетка 8x8 мм; 9 – продольная ось вращения

1.2. Интенсификация работы биофильтров

Увеличение производительности биофильтров может быть достигнуто за счет подачи на них части очищенных сточных вод. Возвращаемая на биофильтры очищенная вода несёт с собой кислород, нитриты и нитраты, аэробные микроорганизмы и ферменты. Вследствие этого смесь рециркуляционной воды с неочищенными сточными водами приобретает свойства, обеспечивающие повышение скорости окисления загрязнённой биоплёнкой.

Существует два типа рециркуляции:

1) От каналов после вторичных отстойников к осветленной воде после первичных отстойников. В данном случае, увеличена нагрузка на вторичные отстойники, в большинстве случаев требуется строительство дополнительных отстойников

2) От осадочной части вторичных отстойников вместе с осевшей биопленкой к неочищенной воде перед первичным отстойником. За счет биокоагуляции с пленкой, часть коллоидных загрязнений удаляется из воды уже на этапе первичного осветления сточных вод. При нагрузке по БПК₂₀ равной 3,2 кг/м³ сутки данная схема позволяет повысить эффект очистки на 10% по сравнению с обычной. Требуется увеличения объема вторичных отстойников.

Также был разработан способ очистки сточных вод, в котором рационально сочетаются рециркуляция очищенной воды и флотационное осветление её перед подачей на биологические фильтры. Сущность способа заключается в том, что рециркуляционная вода, отбираемая вместе с биопленкой из осадочной части вторичных отстойников, используется в качестве рабочей жидкости биокоагулятора, используемого для предварительного осветления сточных вод [Д].

Использование ультразвука для интенсификации очистки сточных вод за счет повышения ферментативной активности микроорганизмов было изучено в Харьковском НИИ по охране вод. Объектом исследований была многокомпонентная смесь, содержащая более 700 органических и минеральных загрязнителей. Установлено, что для сточных вод данного производства оптимальной является выходная мощность 10 Вт при 10-ти минутной обработке активного ила ультразвуком. При воздействии ультразвука концентрация дегидрогеназа (группа ферментов, катализирующая перенос водорода) в активном иле повышается в 1,4–1,8 раза. В результате увеличивается окислительная мощность сооружения [4].

1.3. Биоаугментация активного ила

Условно, в зависимости от источника обогащающей культуры, подходы можно разделить на две группы:

- приобретение необходимой микрокультуры извне,
- создание условий для развития необходимых организмов в иле в ходе применяемого технологического процесса.

Первый тип легок в организации, не требует изменения размеров сооружений и эффективен в краткосрочной перспективе. В основном применяются на промышленных предприятиях, на которых образуются специфические по составу сточные воды. Однако в области очистки городских сточных вод изобретения первой группы не годны по причине их экономической невыгодности.

Наиболее рациональную схему обогащения активного ила предлагают изобретения, входящие во вторую группу по источнику обогащающей культуры. В зарубежной литературе они получили название On-site (проведение процесса на месте) [С]. В группе данных технологий выделяют три основные подгруппы:

- 1) с использованием двух или более параллельных реакторов;
- 2) с применением реактора-обогапителя;
- 3) с применением реактора-обогапителя с рециклом активного ила.

С использованием двух или более параллельных реакторов

Избыточный ил из нитрифицирующего реактора с высоким временем пребывания ила в системе используется как обогатитель и активатор для технологии полной нитрификации (рис. 5). Преимущество – простота процесса и конструкции, позволяющая обрабатывать сточные воды с высокими содержаниями труднорастворимых органических соединений. Минусы – самый высокий прирост биомассы, т.е. большая нагрузка на вторичные отстойники.

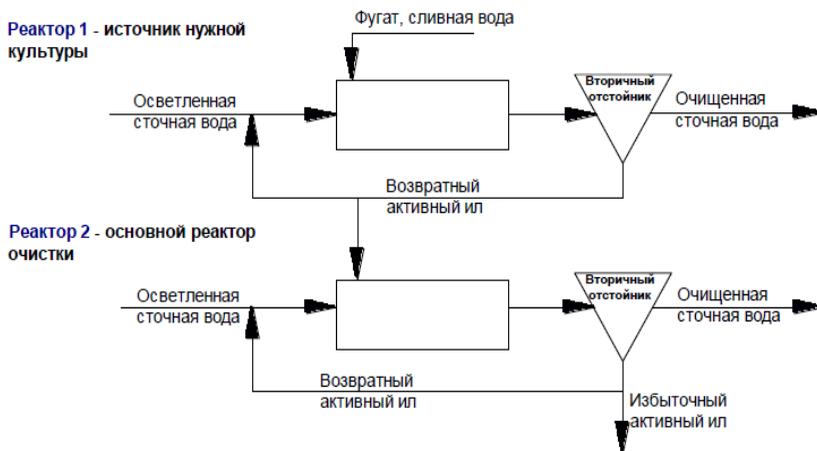


Рис. 5. Схема с применением параллельных реакторов.

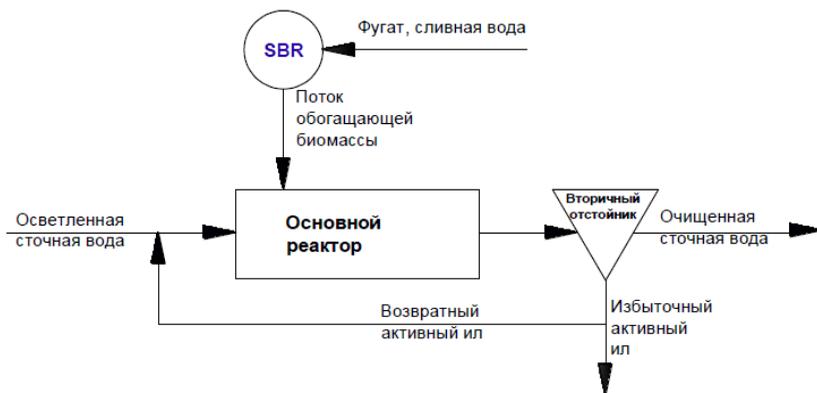


Рис. 6. Схема с применением реактора-обогапителя.

С применением реактора-обогапителя

Эффективны на стадии предобработки высокозагрязненных возвратных потоков, перед подачей в основной биореактор. Обогапителем обычно

являются реакторы SBR с последовательными ступенями очистки в одном объеме. Источником аугментирующих культур служит высокая производительность нитрификаторов в SBR (рис. 6).

Минусы: 1) Селектированная в SBR масса со временем теряет свою способность к эффективной нитрификации потоков и теряет устойчивость к токсинам 2) Из-за резкой смены сред, при переходе из биоаугментатора в реактор, снижается эффективность нитрификации добавляемого активного ила.

С применением реактора-обогапителя с рециклом активного ила

Используются в основном для повышения активности или восстановления работоспособности активного ила. Метод основан на обогащении биомассы возвратного ила в специализированном реакторе. Ил, перед попаданием в основной биореактор, проходит через «реазератор», в котором концентрируются загрязнения возвратных потоков (сливная вода с цеха). Загрязнения используются как субстрат, питающий нитрифицирующую массу (рис. 7).

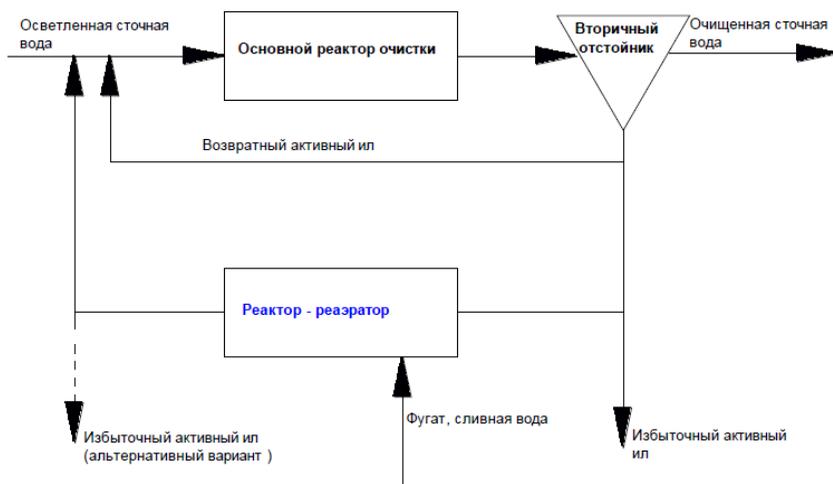


Рис. 7. Схема с применением реактора обогапителя для рециркуляции активного ила.

Выводы

В настоящее время технологии интенсифицирования биологической очистки сточных вод от соединений азота и фосфора предоставляют множество гибких подходов к улучшению эффективности и производительности очистных сооружений. Такое разнообразие, в свою очередь, положительно сказывается на экономической составляющей проектирования, реконструкции и модификации очистных станций.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебное издание – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 760 с.
2. Е.С. Гогина Удаление Биогенных элементов сточных вод: Монография – М.: МГСУ, 2100. – 120 с.
3. Макиша Н.А. Интенсификация процессов удаления аммонийного азота из сточных вод с применением плавающего грузочного материала: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04. – М., 2010.
4. Михайлова Ю.В. Разработка технологии улучшения качества очистки сточных вод с использованием биоаугментации: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04. – М., 2017.
5. Ткачук Н.Г. Интенсификация роста и ферментативной активности микроорганизмов ила для очистных сооружений электрическим током и ультразвуком: дис. ... канд. техн. наук: Киев, 1983. – 154 с.
6. Gogina E., Ruzhitskaya O. Modern technologies of the removal of nutrients from sewage and the study of microbiological processes in their application // MATEC Web of Conferences. 2017. V. 106, 07001.
7. Пат. 2152362 Российская Федерация, МПК C02F3/02. Аэротенк глубокой очистки сточных вод / Серпокровлов Н.С., Долженко Л.А., Носов С.В., Олифиренко В.Н., заявл. 04.06.1999, опубл. 10.07.2000.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Пещеркина С.Ю., студентка 4 курса 1 группы ИИЭСМ

Говоров В.О., студент 3 курса 16 группы ИИЭСМ

Назаров Д.Я., студент 4 курса 2 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.

Качество воды поверхностных и подземных водоисточников под действием антропогенных нагрузок постоянно ужесточается. Претерпевают изменения и нормативные требования к очищенной воде в сторону уменьшения предельно-допустимых концентраций.

Построенные в 70-90-х годах прошлого столетия водопроводные станции эксплуатируются в условиях морального и технического износа водоочистного и насосного оборудования, трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры и не всегда способны выполнять возложенную на них барьерную функцию в отношении ряда показателей, таких как запах, остаточный алюминий, хлорорганические соединения (хлороформ, четыреххлористый углерод) и пр.

Таким образом, оценка эффективности очистки воды и работы водопроводных очистных сооружений (ВОС) в целом, анализ существующих современных технологических решений для разработки мероприятий и обоснования инвестиций является актуальной задачей, требующей решения предприятиями водопроводно-канализационного хозяйства [1].

В качестве инструмента оценки эффективности работы ВОС и их технического состояния используется технический и технологический аудит, результаты которого являются основой разработки мероприятий по модернизации, техническому перевооружению или реконструкции ВОС и могут служить не только для обоснования закупок нового оборудования, но и более эффективного использования имеющихся производственных мощностей в условиях постоянного сокращения государственного и частного финансирования промышленного сектора [2].

Технический аудит предусматривает комплексную проверку договорной, проектно-сметной и технической документации и включает такие этапы, как:

- экспертизу эксплуатационной и технической документации водопроводных очистных сооружений (ВОС);
- проверку документации на предмет ее соответствия требованиям российского законодательства, нормам, стандартам, инструкциям и правилам в области промышленной, экологической и пожарной безопасности;
- анализ состояния объектов водоочистных станций, в том числе основанный на результатах технических испытаний, проведенных на месте;
- проверку состояния приборов учета;
- оценку энергозатрат в целом по комплексу ВОС.

По результатам аудита составляется технический отчет, содержащий информацию по фактическому состоянию водопроводных очистных сооружений и зданий [3], степени износа оборудования, трубопроводов, арматуры и др., балансовой схеме водопотребления и водоотведения. Кроме того, разрабатываются рекомендации на устранение выявленных проблем, и составляется перечень мероприятий, направленных на модернизацию ВОС с учетом развития предприятия и в перспективе увеличения производственных мощностей при одновременной минимизации финансовых затрат.

Технологический аудит в общем смысле является способом проверки технологического состояния предприятия с помощью критериев, дающих возможность выявления их сильных и слабых сторон, что ведет к формированию стратегии, направленной на повышение эффективности работы водопроводных очистных сооружений в современных условиях, достижение соответствия качества очистки природной воды действующим нормативам при снижении затрат.

Структура технологического аудита в общем виде представляет собой: сбор информации – анализ – синтез (разработка рекомендаций) – составление отчета.

В зависимости от производительности водопроводных очистных сооружений, объема эксплуатационных данных и данных по качеству исходной и очищенной воды в сопоставлении с фактическими параметрами ведения процесса технологический аудит может проводиться с разным уровнем детализации [4]. В качестве примера на рис. 1 приведена блок-схема проведения технологического аудита.

В ходе проведения технологического аудита, который применительно к ВОС направлен на оценку используемых технологий и их эффективности, оценку качества предоставляемых услуг и возможностей его повышения и рисков возникновения технологических нарушений:

- выполняется детальный анализ качества природной воды за период наблюдений не менее 10 лет по основным загрязняющим природным (мутность, цветность, перманганатная окисляемость, рН, щелочность, солесодержание, жесткость, железо, марганец) и антропогенным (нефтепродукты, соли тяжелых металлов, пестициды, ПАВ, фенольные соединения) компонентам, уровню бактериальной загрязненности (ОМЧ, ОКТ, ТКБ, колифаги и пр.) и гидробионтам в характерные периоды года, учитывая сезонные колебания, особенно для поверхностных водоисточников;
- выявляются корреляционные связи между физико-химическими и микробиологическими показателями и параметрами работы;
- оценивается эффективность работы существующих ВОС в целом и отдельных блоков, технологических линий по следующим критериям: производительности (фактической и проектной), показателям качества природной и очищенной воды, в том числе по ступеням очистки, параметрам работы основных сооружений и вспомогательных блоков (реагентное хозяйство, сооружения по обработке промывных вод и водопроводных осадков), соответствию реализованной технологии необходимым требованиям.

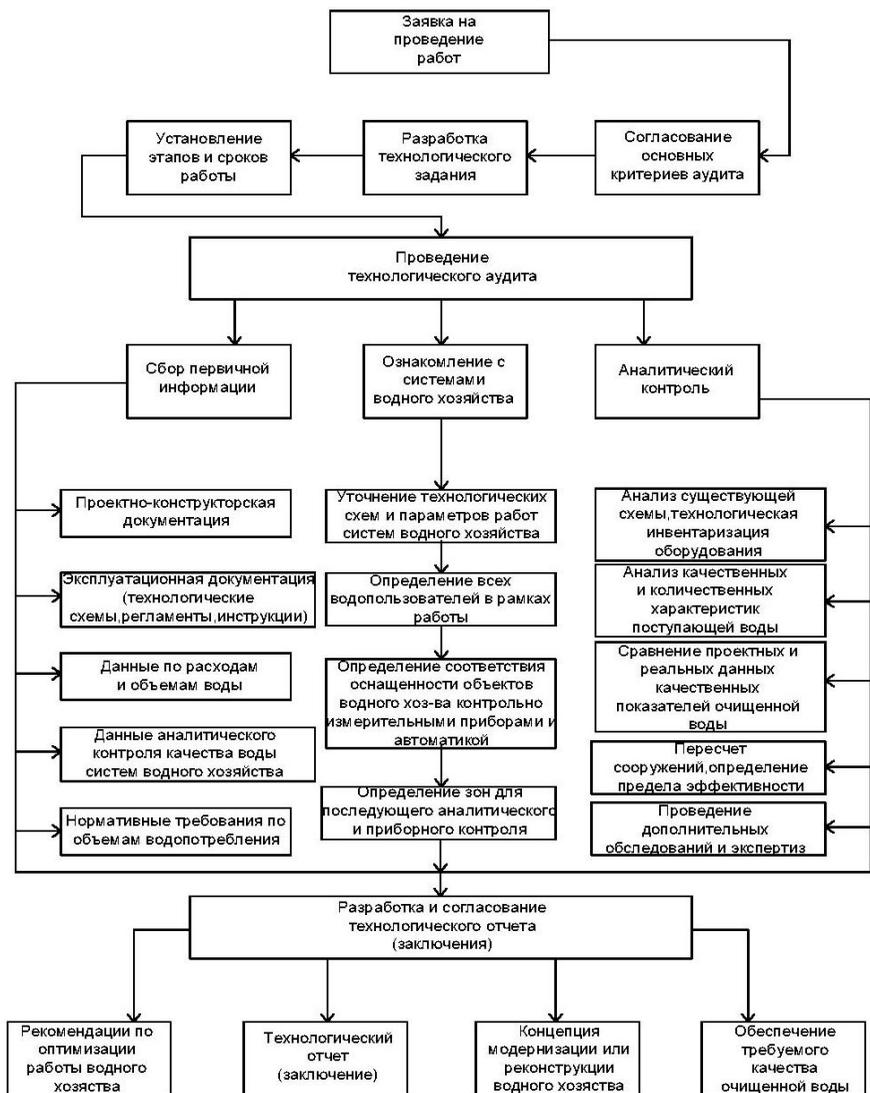


Рис. 1. Блок-схема технологического аудита

Технологический аудит позволяет не только выявить проблемы, но и определить причины несоответствия параметров, заложенных в проект и фактических данных.

Разработке мероприятий и рекомендаций по повышению эффективности работы действующих сооружений должен предшествовать глубокий и критический анализ существующих технологических решений и методов, опыта внедрения их на объектах ВКХ и технико-экономическая оценка.

В современных условиях к таким решениям можно отнести: применение флотации, дисковой фильтрации и префильтров с плавающей загрузкой для удаления фитопланктона; интенсификацию работы отстойников и осветлителей путем применения новых коагулянтов и флокулянтов и их сочетанием, устройством тонкослойных модулей; оснащение фильтров новыми дренажными системами; применение новых фильтрующих материалов; пре- и постаммонизация воды; замену хлора гипохлоритом натрия; включение в систему обеззараживания УФ-облучения; применение озонсорбции и мембранных технологий и др.

Реализация мероприятий, разработанных в рамках технологического аудита, позволит отладить работу сооружений и стабильно достигать качества очищенной воды на уровне требуемых значений.

Библиографический список

1. Говорова Ж.М., Журба М.Г. Обоснование водоочистных технологий и их инвестирования. Научное издание. – М. 2012. – 176 с.
2. Боровлев А. Технологический аудит как первый этап технического перевооружения предприятий на базе проектных решений // URL: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=602&group_id_4=85 (дата обращения: 30.10.2017).
3. Эпов А.Н., Данилович Д.А. Техническое обследование систем водоснабжения и водоотведения как инструмент повышения эффективности эксплуатации и развития // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения, 2016. № 5. С.26-36.
4. Пильнов Г., Тарасова О., Янковский А. Как проводить технологический аудит // Серия методических материалов «Практические руководства для центров коммерциализации технологий». Проект EuropeAid «Наука и коммерциализация технологий». ЕС 2006. 96 с.

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ВОДОПОДГОТОВКИ И ОЧИСТКИ КОММУНАЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

*Пинко Д.А., студентка 4 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Алексеев С.Е., доц., к.т.н.*

В связи с отрицательной динамикой изменения качества воды поверхностных источниках питьевого водоснабжения, сложных химических составов подземных источников питьевого водоснабжения, ужесточения нормативов сбросов сточных вод, необходимостью энергоэффективной модернизацией водоочистных объектов, требуются все более совершенствованные и технологичные процессы. На сегодняшний день такими технологиями являются мембранные, занимающие передовые позиции в сфере подготовки и очистки воды в сравнении с традиционными технологиями, насчитывающими в своем применении уже более полувека.

Суть мембранных технологий состоит в изменении давления во время прохождения смеси сквозь полупроницаемую мембрану, с задержанием большинства компонентов, содержащихся в фильтруемых жидкостях.

История разработки мембранных технологий в России относится к середине шестидесятых годов прошлого века, а активное применение – с 2010 г., когда производство мембран стало более массовым и доступным для потребителей, когда производство мембранных модулей позволило увеличить поверхности фильтрации, автоматизировать управление технологическим процессом.

Процессы очистки на мембранах можно классифицировать так:

- обратный осмос;
- нанофильтрация;
- ультрафильтрация;
- микрофильтрация.

При использовании обратного осмоса растворы фильтруются через полупроницаемые мембраны, которые пропускают растворенные молекулы и полностью или частично задерживают ионы и молекулы растворенных веществ.

Ультрафильтрация воды задерживает белковые молекулы, соединения органики, а также является эффективной при задержке бактерий и вирусов. При этом сохраняется природный солевой состав воды.

Нанофильтрация технологически занимает промежуточное положение между методами ультрафильтрации и обратного осмоса.

По расположению мембран выделяют четыре типа мембранных установок:

- с плоскими мембранными элементами;
- с трубчатыми мембранными элементами;
- с мембранными элементами рулонного типа;
- с полволоконными мембранами.

Наиболее часто используются мембраны из керамики с жесткой структурой или уплотняющиеся мембраны из полимерных материалов.

Области применения мембран зависят от типа используемых технологий.

Практика применения мембранных систем при подготовке питьевой воды, обессоливания, химически подготовленной – достаточно широка, имеет более распространенный опыт и историю применения.

Очистка же хозяйственно бытовых и сильно загрязненных сточных вод, имеет более позднее массовое внедрение и связано, в первую очередь, с более жесткими требованиями к степени очистки сточных вод при сбросе в природную среду (например, нормативы для водоемов рыбохозяйственного значения, которые массово предъявляются для коммунальных систем очистки). При этом уже недостаточно реагентной и мембранной очистки воды, требуются и биологические процессы, необходимые для глубокого удаления загрязняющих веществ.

Для очистки сточных вод применяют их комбинацию – мембранный биореактор (сочетает в себе биохимические и мембранные процессы), что открывает иные возможности в очистке коммунальных и промышленных стоков, повышает степень их очистки, повышает энергоэффективность, снижает себестоимость эксплуатационных и капитальных затрат. МБР является комбинацией процессов микрофильтрации, процесса аэробной биологической очистки сточных вод и ультрафильтрации.

При использовании традиционной технологии биологической очистки сточных вод необходимы процессы доочистки (дорогостоящие комплексы, как правило, не применяемые в современных условиях) и обеззараживания, что обычно осуществляется с помощью хлорных агентов (чрезвычайно опасных в условиях эксплуатации и вредных для окружающей среды) или ультрафиолетового облучения (энергозатратного механизма). Для хлорных агентов необходимы дополнительные сорбционные фильтры, а ультрафиолетовые лампы не всегда обеспечивают нужную степень обеззараживания.

Таблица 1

Классический и мембранный биореакторы для биологической очистки сточных вод. Сравнительная характеристика.

Классический	Мембранный биореактор
<ul style="list-style-type: none">• взвешенные вещества в иловой смеси имеют низкую концентрацию (3-5 г/л)• малая продолжительность жизни активного ила• выживают только быстрорастущие бактерии• компонент-специфические бактерии не образуются• осадок перетекает	<ul style="list-style-type: none">• взвешенные вещества в иловой смеси обладают высокой концентрацией (10-20 г/л)• более длительная продолжительность жизни активного ила• выживают все виды бактерий• благоприятная среда для развития компонент-специфических бактерий• осадок не перетекает

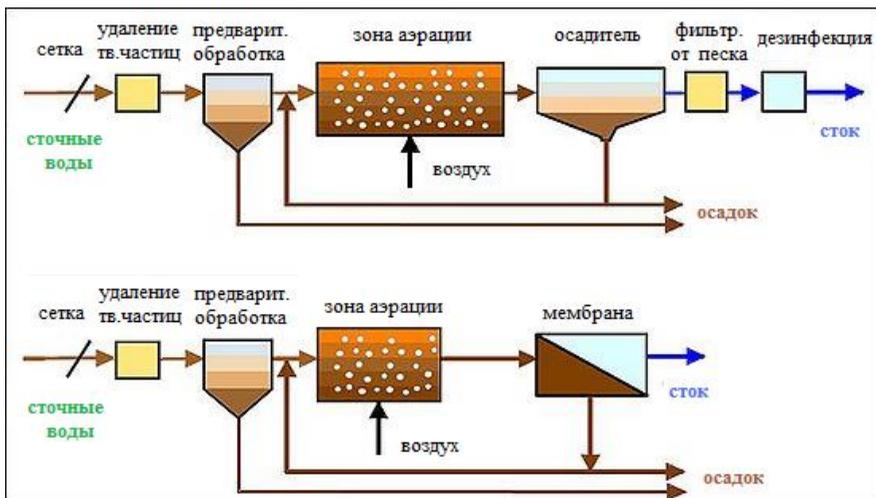


Рис. 1. Схематическое изображение очистки, при которой применяется активный ил и очистка с использованием мембранного биореактора.

При этом мембранный биореактор является более надежным, менее затратным при капитальном строительстве.

В использовании мембранных биореакторов можно выделить следующие особенности.

- обеспечивается разделение фаз в одной ступени, то есть мембранные биореакторы способны заменять функции вторичного отстойника;
- обеззараживание не требуется и обеспечивается удалением бактерий и вирусов;
- работа не зависит от структуры осадка, его осаждающей способности – очищенные стоки не содержат взвешенных веществ;
- компактное размещение;
- для компоновки требуется половина или одна треть площади в сравнении традиционной технологией;
- меньше строительных работ;
- высокая степень автоматизации и эксплуатационной безопасности.

Среди недостатков можно выделить

- эксплуатация и обслуживание требует хорошо обученного персонала;
- требуются реагенты для очистки мембран;
- требуется замена мембран один раз в 7-10 лет;
- высокая стоимость мембранных модулей.

Применение мембранных биореакторов позволяет:

- увеличить степень эффективности и надежности очистных сооружений;

- повысить производительность сооружений благодаря росту концентрации активного ила в аэротенках;
- создать очистные сооружения, которые будут компактнее путем замены фильтрации на фильтрах и вторичного отстаивания на мембранную доочистку;
- сократить объем избыточного активного ила.

Таким образом, современная мембранная технология с использованием мембранного биореактора является альтернативой традиционной биологической очистке с многоступенчатой реагентной очисткой и доочисткой сточных вод.

В практике применения мембранные биореакторы используются так же при очистке сточных вод с промышленных предприятий, маслозаводов, птицефабрик, поверхностных сточных вод.

Библиографический список

1. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2015. 443 с.
2. НПП «Медиана-Эко». Современные технологии очистки промышленных сточных вод и рекуперации отходов. – Режим доступа: http://www.mediana-eco.ru/information/stoki_biological/bioreactor/, свободный.
3. Технопарк РХТУ им Д.И. Менделеева. Транснациональный экологический проект. – Режим доступа: http://www.hydropark.ru/equipment/membrane_bioreactor.htm, свободный.
4. BBS Research. Membrane Bioreactors: Global Markets. Susan Hanft. June 2008. <http://www.bccresearch.com/report/MST047B.html>, свободный.
5. Сайт Мосводоканала [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Мосводоканал. – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.

СТАНЦИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ SVARTEDIKET (г. БЕРГЕН, НОВЕГИЯ)

*Прокопьева А.И., студентка 2 курса магистратуры 4 группы ИИЭСМ¹
Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.*

Берген – второй по величине город в Норвегии и первый по количеству осадков в Европе – примерно 2250 мм/год. Изменение климата, в части дальнейшего увеличения количества и интенсивности осадков, вероятности наводнений, повышения уровня моря и тем самым переполнение канализационных коллекторов и ухудшение санитарного состояния – факторы, которые должны учитываться при проектировании, строительстве и эксплуатации системы водоснабжения города.

Система водоснабжения г. Берген состоит из 6 станций водоподготовки – Svartediket, Sædalen, Espeland (Gullfjellet), Kismul, Risnes, Jordalsvatnet, включает 61 плотину, 36 водохранилищ (250000 м³), водопроводную распределительную сеть протяженностью 920 км и 90 насосных станций. Ежегодное обрабатываемое количество воды составляет 35,8 млн. м³ при этом ~97% жителей из 270 тыс. человек обеспечены водой.

Все станции водоподготовки в г. Берген соединены между собой трубопроводами на случай возникновения аварийных или других непредвиденных ситуаций. Резервуары на всех станциях имеют двухдневный запас питьевой воды.

Самой крупной и уникальной станцией водоподготовки, обеспечивающей водой центральную часть г. Берген, является Svartediket (рис. 1).

В 2007 г. станция Svartediket была введена в эксплуатацию после крупномасштабной реконструкции, предусматривающей размещение основных сооружений и оборудования станции в тоннелях горного массива г. Бергена. Средняя производительность станции составляет 45,0 тыс.м³ в сутки и при необходимости может быть увеличена почти вдвое.



Рис. 1. Станция водоподготовки Svartediket. Плотина и главное здание.

¹ Фотоматериалы – Прокопьевой А.И.

Качество озерной воды состоянием на январь 2017 года приведено в табл. 1.

Таблица 1

Качество воды озера Svartediket

№ п/п	Показатель	Значение
1.	Мутность, F.T.U.	0,45
2.	Цветность, mg Pt/l	12
3.	pH	5,31
4.	Общий органический углерод, mg/l	1,87
5.	Общий азот, г N/l	208
6.	Общий фосфор, г P/l	2
7.	Колиформные бактерии, кл/100 мл	0
8.	Сульфитредуцирующие кластридии, кл/100 мл	5

Видовой состав фитопланктона озерной воды численностью от 6,0 до 812,0 тыс. кл/л и биомассой от 0,003 до 0,0242 мг/л представлен в основном *Tabellaria fenestrata*, *Sphaerocystis*, *Ubest. Flagellater* и *Samlet*.

Зоопланктон общим содержанием 4,67 тыс. ед/м³ в основном представлен 3 видами *Vannlopper (Cladocera)* и 6 видами *Hoppkreps (Copepoda)*.

С целью подготовки воды питьевого качества необходимо обеспечить снижение коррозионной активности воды и содержания гумусовых веществ и ее обеззараживание.

На рис. 2 и 3 представлен план станции и ее высотная схема, а на рис. 4 – основные сооружения, оборудование, коммуникации.

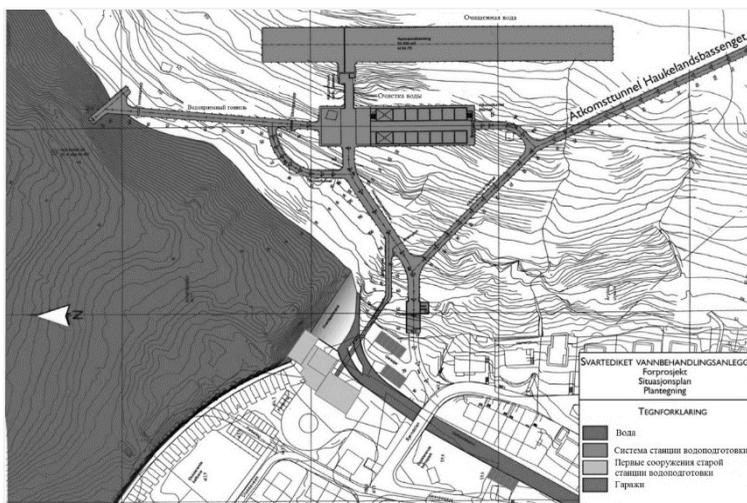


Рис. 2. План станции водоподготовки Svartediket после реконструкции

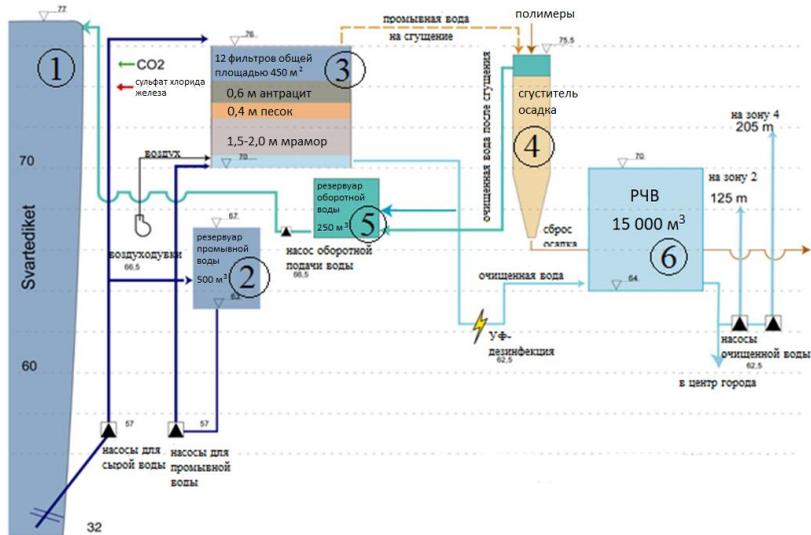


Рис. 3. Высотная схема обработки воды:

1 – источник водоснабжения, 2 – резервуар промывной воды, 3 – фильтр, 4 – сгуститель осадка, 5 – резервуар оборотной воды, 6 – резервуар чистой воды

Озерная вода забирается на высоте 28 м ниже нормального уровня воды из озера Svartediket, на высоте 77 м над уровнем моря. Для предотвращения всасывания больших предметов концы двух впускных труб оборудованы сетками. Подача исходной воды на станцию осуществляется по водоводу диаметром 900 мм (рис. 4, а) и затем группой из трех насосов (рис. 4, б) – непосредственно в фильтры.

Процесс очистки воды включает:

- насыщение воды CO_2 с целью увеличения содержания кальция, и повышения рН;
- обработку раствором сульфата (хлорида) железа для осаждения органических веществ и частиц примесей (рис. 4, в);
- фильтрование со скоростью 4,4-8 м/ч через трехслойную загрузку из антрацита (0,6 м), кварцевого песка (0,4 м) и мраморной крошки (1,5-2,0 м). Число фильтров – 12 штук общей площадью 450 м² (рис. 4, г). Промывка фильтров – водо-воздушная;
- УФ-обеззараживание (при необходимости – предусматривается подача хлора) – рис. 4, д);
- реагентную обработку и повторное использование промывной воды и сгущение осадка (рис. 4, е).

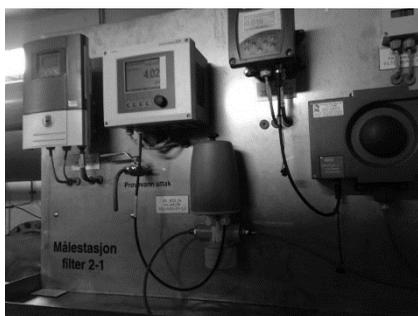
Очищенная вода подается в систему водоснабжения в центральную часть города, а также по соединительным галереям – в резервуары Lægdene (205 м) и Fløyen, Haukeland, Ulriken/Landås (125 м).



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 4. Станция водоподготовки:

а – водовод, б – насосы подачи исходной воды, в – реагентный блок, г – зал фильтров, д – блок обеззараживания, е – зал сгустителей осадка

На станции осуществляется постоянный мониторинг качества воды. Так, в среднем один раз в неделю проводится онлайн-мониторинг воды по показателям – рН, мутность, цветность, температура, наличие бактерий, анализ бактериологических показателей воды после фильтров и онлайн-

мониторинг мутности. Благодаря наличию системы онлайн-мониторинга осуществляется контроль за интенсивностью и дозой УФ.

Использование высокотехнологичного оборудования позволяет для поддержания работоспособности станции постоянно задействовать лишь 2 сотрудника, которые с помощью автоматизированных систем следят за работой оборудования и качеством воды и предупреждением аварийных ситуаций.

Станция водоподготовки Svartediket г. Бергена оснащена современным оборудованием, имеет два гигиенических барьера (химическую дезинфекция и УФ-обеззараживание), обеспечивает эффективную очистку воды, соответствующую нормативным требованиям и безопасность системы водоснабжения г. Берген в целом.

Библиографический список

1. Vassdragsundersøkelser i nedbørfeltene til vannverkene på Byfjellene i Bergen sommeren. 2000 г. – 84 с.
2. Presentation Bergen and Bergen Water – Ivar Kalland civil engineer, ex. director Bergen Water & Sewerage Works.
3. Сайт коммуны г. Бергена [Электронный ресурс] – Bergen Kommune – Режим доступа: <https://www.bergen.kommune.no/>

К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ ТРИГАЛОГЕНМЕТАНОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Рудич У.С., студентка 4 курса 2 группы ИИЭСМ

Осипов Д.А., студент 1 курса магистратуры 1 группы ФЭМС ВГУ

Говоров В.О., студент 3 курса 16 группы ИИЭСМ

Ромаш Д.А., студент 4 курса 4 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.

Важным этапом подготовки воды питьевого качества является ее обеззараживание, которое чаще всего осуществляется с помощью различных хлорсодержащих реагентов. При хлорировании свободным хлором воды, содержащей высокие концентрации органических загрязнений, образуются токсичные летучие хлорорганические соединения (в основном, тригалогенметаны), которые в свою очередь обладают высокой мутагенной и канцерогенной активностью. В связи с этим, вопрос о снижении тригалогенметанов (ТГМ) в питьевой воде является актуальным и в настоящее время.

По литературным данным [1] за образование ТГМ в питьевой воде отвечают такие органические вещества, как:

- гумусовые вещества и нефтепродукты, способные к образованию карбонильных соединений при изомеризации, окислении или гидролизе;
- оксосоединения, имеющие одну или несколько карбонильных групп, находящихся в мета- или параположении;
- соединения, содержащие фенольные гидроксильные группы.

Немаловажное влияние оказывает на образование ТГМ наличие в воде фитопланктона, его клеточная масса и продукты жизнедеятельности [2].

К ТГМ относятся такие соединения как хлороформ (CHCl_3), бромдихлорметан (CHBrCl_2), дибромхлорметан (CHBr_2Cl), бромформ (CHBr_3) и другие. Большая часть (~95%) ТГМ в питьевой воде представлена в виде хлороформа.

Отличительной особенностью ТГМ по данным [3] является способность давать наиболее тяжкие отдаленные эффекты. Употребление воды с повышенной концентрацией ТГМ способствуют развитию онкологических заболеваний у людей. Второе отличительное свойство ТГМ – комплексное поступление в организм человека в бытовых условиях. При повышении температуры вследствие летучести ТГМ способны проникать в легкие и через кожные покровы, что оказывает дополнительное воздействие на организм человека.

Допустимые концентрации ТГМ в воде приведены в таблице 1.

К методам снижения концентрации ТГМ в питьевой воде относятся: предотвращение загрязнения источника водоснабжения, удаление ТГМ в процессе водоподготовки и предотвращение образования ТГМ [1].

Предпочтение отдается методам, направленным не на удаление образовавшихся ТГМ из очищаемой воды, а на предотвращение или минимизацию их образования. К таким методам относятся: предварительная очистка

от органических взвешенных и растворенных загрязнений, изменение режима хлорирования и замена хлора другими окислителями, такими как озон, перманганат калия и др.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации ТГМ в питьевой воде

Показатель, мкг/л	СанПиН 2.1.4.1074-01	ГН 2.1.5.1315-03	ГН 2.1.5.2280-07
Хлороформ	200 (2)	100 (1)	60 <к>
Бромдихлорметан	30 (2)	30 (2)	30 <к>
Дибромхлорметан	30 (2)	30 (2)	30 (2)
Бромформ	100 (2)	-	-
Четыреххлористый углерод	6 (2)	2 <к>	2 <к>
* В скобках указан класс опасности, <к> – канцерогенный			

Рациональным и доступным технологическим решением, позволяющим уменьшить концентрацию тригалогенметанов, является применение на предварительной стадии аммонизации, которая состоит в следующем. При наличии в воде аммиака или солей аммония вводимый в нее хлор образует хлорамины, окислительный потенциал которых значительно ниже, чем у свободного хлора. Однако продукты гидролиза и разложения хлораминов представляют собой сильные окислители. В зависимости от значения pH водной среды и концентрации хлора и аммиака (ионов аммония) образуются монохлорамины (NH_2Cl), дихлорамины (NHCl_2) или трихлорамины (NCl_3). Два последних соединения являются неустойчивыми [4].

Для аммонизации воды в отечественной практике водоподготовки нашли применение такие реагенты как водный раствор аммиака (аммиачная вода) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ГОСТ 9-92), хлорид аммония (хлористый аммоний) NH_4Cl (ГОСТ 2210-73), сульфат аммония (NH_4)₂SO₄ (ГОСТ 10873-73). При выборе реагента предпочтение следует отдавать наиболее безопасным в эксплуатации, хорошо растворимым в воде и не отличающимся коррозионной активностью реагентам. Таким требованиям в первую очередь отвечает сульфат аммония [5].

В рамках данной работы нами были проведены исследования, целью которых являлась оценка эффективности аммонизации природной воды, характеризующейся высокой цветностью (до 201 град.), малой мутностью (до 12,5 мг/дм³), содержанием органических загрязнений по перманганатной окисляемости и ХПК 32 и 83 мгО₂/дм³ соответственно и высоким уровнем микробиологических показателей. Хлорпоглощаемость воды в зависимости от сезона года изменяется в широких пределах от 0,2 до 8,6 мг/дм³.

На действующей водопроводной станции производительностью порядка 100 тыс.м³/сут (рис. 1) очистка воды осуществляется по трем технологическим линиям, на двух из которых спроектированы горизонтальные отстойники и скорые фильтры, а на третьей – осветлители со слоем взве-

шенного осадка и скорые фильтры. Для обеззараживания воды на всех технологических линиях применяется хлор.



Рис. 1. Водопроводная очистная станция (слева направо): смеситель и скорый фильтр

Было установлено, что на этапе первичного хлорирования в воде образуется хлороформ в количестве 4,3 ПДК. Затем его концентрация незначительно снижается и при вторичном хлорировании возрастает. Использование такого технологического приема как дробное хлорирование дозами, не превышающими $1,5 \text{ мг/дм}^3$, позволяет на этапе первичного хлорирования снизить образование хлороформа в обрабатываемой воде как минимум в 4,1 раза. Необходимо отметить, что количество образующегося хлороформа зависит не только от концентрации органических загрязнений, дозы хлора, pH, но и от температуры воды, при повышении которой концентрация хлороформа резко возрастает [6-7].

Исследования процесса аммонизации проводились на установке, которая моделировала процесс реагентной обработки воды на действующих сооружениях [8] и включала:

- блок реагентного хозяйства с расходными баками, насосами-дозаторами сульфата аммония, хлорной воды, коагулянта и флокулянта,
- механический смеситель,
- модели ОВО и фильтра,
- технологические трубопроводы, контрольно-измерительную и запорно-регулирующую арматуру.

Отбор проб воды осуществлялся на входе, после ОВО и на выходе из фильтра (рис. 2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при хлорировании воды без аммонизации хлороформ образуется в концентрациях, превышающих ПДК в 1,8 раза, добавление за 2 минуты перед хлором сульфата аммония в зависимости от его дозы позволяло снизить концентрацию хлороформа на 50-60% и обеспечить его норматив в очищенной воде (рис. 3).

При принятых режимах обработки и параметрах работы основных сооружений (скорость восходящего потока и скорость фильтрования соответственно 5 мм/с и 5 м/ч) качество очищенной воды по всем показателям соответствовало нормативам на питьевую воду (табл. 2).

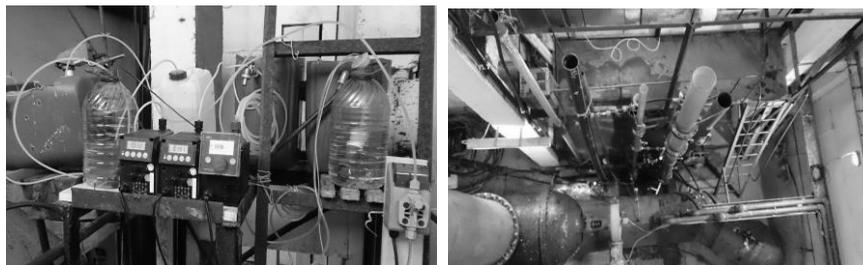


Рис. 2. Модельные установки (слева направо): блок реагентного хозяйства, ОВО и фильтр

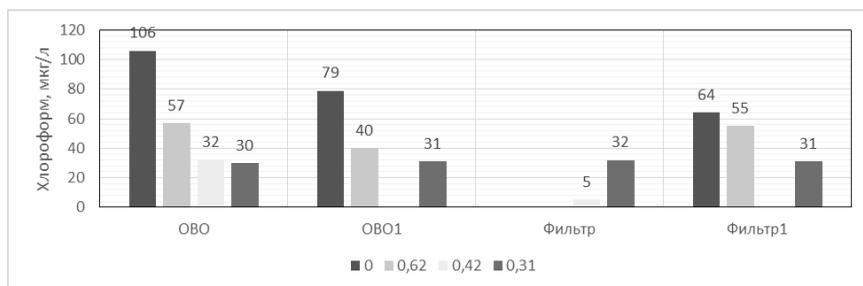


Рис. 3. Содержание хлороформа в очищенной воде при обработке по двухступенчатой реагентной технологии: осветлитель+фильтр с разными дозами сульфата аммония и хлора (D_{chl}): ОВО, Фильтр – продолжительность фильтроцикла (10...14 ч); ОВО1, Фильтр1 – продолжительность фильтроцикла (4,5...5 ч)

Таблица 2

Качество исходной и очищенной воды

Показатель	Речная вода	Фильтрат	СанПиН 2.1.4.10.74 -01
Цветность, град.	76	12	20
Мутность, ЕМФ	4,68	0,42	2,6
Окисляемость, mgO_2/dm^3	10,9	3,7	5,0
pH	7,76	7,32	6-9
Щелочность, $mmol/dm^3$	4,5	3,6	не норм.
Алюминий, mg/dm^3	-	0,11	0,2
Аммоний, mg/dm^3	0,18	0,14	2,0
ОМЧ, КОЕ/1 мл	55	отс.	менее 50
ОКБ, КОЕ/100 мл	310	отс.	отс.
ТКБ, КОЕ/100 мл	296,5	отс.	отс.
Колифаги, БОЕ/100 мл	20	отс.	отс.

Таким образом, применение аммонизации воды перед хлорированием позволяет снизить концентрации хлорорганических соединений (тригалогенметанов) в питьевой воде на 60-80%, обеспечить соблюдение нормати-

вов питьевой воды по ТГМ, снизить интенсивность запахов, улучшить микробиологические показатели воды в водопроводной сети и стабилизировать концентрацию остаточного хлора в питьевой воде, уменьшить расход хлора на 40-50%, что и подтверждается опытом внедрения данного метода на многих водопроводных очистных сооружениях страны.

Библиографический список

1. Руководство на технологию подготовки питьевой воды, обеспечивающую выполнение гигиенических требований в отношении хлорорганических соединений. – М.: ОНТИ НИИ КВОВ, 1989. 25 с.

2. Васильева А.И., Насырова М.Р., Кантор Л.И., Труханова Н.В., Мельницкий И.А. Роль водорослей в образовании побочных продуктов хлорирования воды // Водоснабжение и санитарная техника, 2014. № 3. С. 34-70.

3. Егорова Н.А., Букшук А.А, Красовский Г.Н. Гигиеническая оценка продуктов хлорирования питьевой воды с учетом множественности путей поступления в организм // Гигиена и санитария. 2013. № 2. С.18-24.

4. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. 2-е изд, перераб. и доп. – Киев: Выща школа. 1986 – 352 с.

5. Кинебас А.К., Нефедова Е.Д., Бекренев А.В., Яковлев В.Ю. Внедрение двухступенчатой схемы обеззараживания воды на водопроводных станциях Санкт-Петербурга // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 2. С. 36-42.

6. Алексеева Л.П. Снижение концентрации хлорорганических соединений, образующихся в процессе подготовки питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. № 9. С. 27-34.

7. Арутюнова И.Ю., Калашникова О.Б. Применение метода предварительной аммонизации и хлорирования при подготовке москворецкой воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 10. С. 18-22.

8. Говорова Ж.М., Журба М.Г. Обоснование водоочистных технологий и их инвестирования: Научное издание. – М., 2012. – 176 с.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НОВЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

*Семёнова Д.П., Тайбарей В.В., студентки 4 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов Е.В., доц., к.т.н.*

Сегодня комфортность проживания в здании определяется системами водоснабжения и водоотведения, которые обеспечивают население качественной питьевой водой и поддерживают санитарную безопасность на высоком уровне. Из года в год требования к комфортности все более возрастают. Это приводит к тому, что в новых зданиях начинают применяться различные технические решения и новое оборудование, которые были недоступны ранее [1-2].

В новых жилых зданиях меняется подход к проектированию санитарно-технических помещений, в которых присутствуют системы водоснабжения и водоотведения. Под санитарно-техническими помещениями подразумеваются в квартире помещения кухонь и санитарно-технических узлов (кабин).

Сегодня присутствует тенденция в пользу увеличения площадей кухонь и санитарно-технических кабин. Это обуславливается установкой в них нового оборудования, которое ранее не использовалось широко в жилищном строительстве.

Новые объемно-планировочные решения начинают диктовать новый подход к комфортности пользования системами водоснабжения и водоотведения.

В квартирах, количество комнат в которых начинает превышать две и более, сейчас рекомендуется проектировать две санитарно-технические кабины. Это позволяет значительно ускорить процесс проведения санитарно-гигиенических процедур, избежав очередей по утрам. Как правило, проектируется одна раздельная и полноценная санитарно-техническая кабина, в которой устанавливаются минимально необходимые приборы – унитаз, умывальник и ванна. Второй санузел имеет, как правило, меньшее количество приборов. Возможны различные варианты компоновки, например, только унитаз, или унитаз и ванна.

Кухни сейчас рекомендуется проектировать площадью не менее 9 м² – для однокомнатных квартир. Это позволяет не только без особых проблем размещать мебель, но также комфортно принимать пищу, чего не было ранее в домах, которых проектировались 20-25 лет назад. Сегодня в обязательном порядке при строительстве нового жилья в гидравлический расчет вводят посудомоечные машины, подводки для которых размещают на кухнях. Данный водоразборный прибор подключается к системам внутреннего холодного водопровода и канализации. Он способен за один цикл мойки вымыть 10 комплектов грязной посуды, истратив всего 12 литров воды. Это позволяет, во-первых, экономить значительное количество воды. Во-вторых, сэкономить большое количество свободного времени, т.к. весь

процесс полностью автоматизирован. Кроме того, использование стиральных машин рекомендуется всеми водоканалами наших городов как наиболее эффективный метод экономии чистой питьевой воды.

Сегодня начинают проектироваться новый тип квартир – так называемые евро-двушки. Они представляют собой однокомнатную квартиру, в которой площадь кухни может достигать 12-15 м², а иногда и больше, по сути ее можно использовать для постоянного или временного проживания. В некоторых объемно-планировочных решениях современных квартир такие кухни даже имеют большую площадь, чем жилая комната. Это позволяет без особого труда устанавливать и различным образом компоновать все возможные водоразборные приборы и приемники сточных вод.

Автоматические стиральные машины предназначены для стирки белья. Подводки для них монтируют непосредственно в санитарно-техническом узле. Данный водоразборный прибор подключается к системам внутреннего холодного водопровода и канализации. Стиральная машина позволяет постирать 5-6 кг грязного белья, потратив всего лишь 35-45 литров воды. Кроме того, значительно экономится время для жителя квартиры [3-4].

В раздельных санитарно-технических кабинках для удобства использования рядом с унитазом проектируется маленький рукомойник. Он позволяет помыть руки после процедуры. Таким образом, отпадает необходимость в ожидании очереди к умывальнику, в случае если ванной в данный момент пользуется кто-то другой. Рукомойник монтируется на стенку, на нем устанавливается смеситель с подводкой холодной и горячей водой.

Для экономии воды в последнее время рекомендуется устанавливать на умывальник бесконтактные смесители. Прибор автоматически включается при поднесении к нему рук за счет фото датчика, встроенного в корпус. Настройка температуры задается до включения через блок управления или с помощью специального рычажка, расположенного на приборе [5]. Водоразборный прибор позволяет значительно экономить воду по сравнению с устаревшими двухвентильными смесителями, а также однорычажными. Получается, что тратится именно столько воды, сколько необходимо потребителю. Единственный недостаток данного водоразборного прибора – это цена, которая на сегодня еще не такая дешевая, как хотелось бы.

Также для экономии воды используются специальные водосберегающие насадки. Они монтируются вместо стандартного аэратора на обыкновенный однорычажный смеситель. Прибор работает по следующей схеме. Вначале потребитель рычагом смесителя регулирует на глаз температуру, а затем поднимает рычаг для того, чтобы вода дошла до водосберегающей насадки. Далее необходимо включить водосберегающую насадку. Для этого потребителю кончиком пальца нажимает на специальный механизм насадки – шток. Вода начинает поступать из смесителя. После процедур необходимо вновь нажать на шток и вода перестает поступать через насадку. Таким образом, данный простой прибор значительно экономит воду, его цена сегодня является небольшой, его можно рекомендовать как дешевый аналог бесконтактного смесителя.

Большие площади санитарно-технических кабин также позволяют устанавливать и другое нестандартное оборудование систем водоснабжения и водоотведения.

Промышленностью совсем недавно был создан и широко продается специальный туалет для кошек и пород собак небольших размеров, которые приучены к лотку (чихуахуа, тойтерьер и т.д.). Это автоматический туалет, имеющий бесконтактную систему смыва (сенсорную). Данный прибор работает следующим образом. Он подключается к системе внутреннего холодного водопровода, а также к системе внутренней канализации. После того, как животное воспользовалось туалетом, оно уходит с унитаза и ровно через 15 секунд сенсор дает команду на смыв. Загрязнения проходят гидрозатвор и по отводным трубам попадают в систему внутренней канализации. Таким образом, неприятные запахи больше не будут сильно беспокоить хозяина, в отличие от обычных лотков. Уровень гигиены будет поддерживаться на необходимом уровне. Исследования, проведенные изобретателями таких туалетов, подтверждают, что практически все кошки и собаки, приученные к лотку, пользуются данным прибором без каких-либо осечек. Никакого дискомфорта и страха домашние питомцы не ощущают, а привыкание происходит практически сразу же.

В возводимом сегодня на территории московской области жилом комплексе «Ап-квартал Римский» по проекту российского архитектора Михаила Филиппова прослеживается не только красота итальянской архитектуры, но также и создания комфортной среды обитания. Например, инженерами для удобства жителей на первых этажах запроектированы помывочные помещения для животных. Это позволяет после прогулки вымыть лапы животных, чтобы не нести грязь в подъезд и квартиру, что уменьшает затраты на уборку помещений.

В заключении хочется сказать, что использование новых водоразборных приборов и приемников сточных вод в помещениях позволяет повысить комфортность проживания на территории объекта во много раз.

Библиографический список

1. Исаев В.Н., Нечитаева В.А. Энергоресурсосбережение в системах водоснабжения // Водоснабжение и канализация. 2010. № 4. С. 88-91.
2. Журов В.Н., Пугачев Е.А., Федоровская Т.Г., Комаров А.С., Викулина В.Б., Михайлин А.В., Нечитаева В.А. Водоснабжение и водоотведение жилого дома. М. Издательство АСВ, 2004. 32 с.
3. Чистякова А.В., Чухин В.А., Андрианов А.П. Автоматизация инженерных систем зданий. Системы водоснабжения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. № 1 (97). С. 48-54.
4. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А.. Водоснабжение и водоотведение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 2002. – 335 с.
5. Орлов В.А. Трубопроводные сети. М. Издательство Лань. 2015. 160 с.

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ПОЛИВОЧНОГО ВОДОПРОВОДА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

*Тайбарей В.В., Некрасова К.И., студентки 4 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов Е.В., доц., к.т.н.*

Биоклиматическая архитектура является новым этапом развития архитектурных стилей, в котором решается задача единения здания – как искусственной оболочки, созданной человеком, с природой, большим количеством зеленых насаждений, которые образуют рекреационные парки и сады.

Данный архитектурный стиль, используемый в высотном строении, появился в умах иностранных архитекторов. Однако, стоит отметить, что и в нашей стране можно найти зачатки данной архитектурной концепции в некоторых зданиях, например, в дизайне интерьера здания московского государственного строительного университета (г. Москва, Ярославское шоссе, дом 26). Именно в холлах данных зданий предполагалось сделать напор на посадки небольших растений.

Стоит подчеркнуть, что сегодня зеленые насаждения в зданиях биоклиматической архитектуры являются также и важным элементом, который обеспечивает сложную систему поддержания микроклимата здания, а не только рекреационную и чисто эстетическую [1-3].

Единение с природой в таких зданиях строится по следующему принципу: случайно залетевшая в здание птица не должна понять, что она находится в искусственно созданной человеком среде. Поэтому по мнению современных экологов развитие больших по объему зданий, в том числе и высотных должно идти именно по такому принципу единения человека с природой.

Большое количество зеленых насаждений в здании создает также определенные сложности. Прежде всего, для поддержания их в нормальной среде жизнедеятельности им требуется ежедневная поливка. Для этого для них должен быть запроектирован поливочный водопровод.

Некоторые архитекторы в своих работах приводят различные варианты размещения в здании садов, парков и отдельных зеленых массивов, однако вопросы автоматической поливки растений нигде тщательно не рассматриваются.

В высотном здании имеются определенные особенности при возведении и эксплуатации данной системы, поэтому предлагается их рассмотреть, сосредоточившись на основных и важных моментах.

Систему поливочного водоснабжения в высотных зданиях следует проектировать раздельной от хозяйственно-питьевой и противопожарной. Кроме того, внутренний водопровод высотных зданий должен иметь высокую степень надежности [4-5]. Для этого в здании необходимо проектировать не менее трех вводов от городского водопровода. Причем желательно

их подводить к строению с разных сторон. Это обеспечит бесперебойность подачи на случай чрезвычайных ситуаций.

Как и все инженерные системы, внутренний поливочный водопровод предлагается зонировать по вертикали. Это позволит снизить избыточные давления на нижележащих этажах. Количество зон будет определяться расчетом в зависимости от гарантийного давления городской сети.

Магистраль внутреннего поливочного водопровода прокладывается в подвале (техническом этаже). Так как объем поливаемой территории значителен, то предлагается сделать не тупиковую, а кольцевую систему водоснабжения. Это обеспечит надежность в случае аварии на магистрали по сравнению с тупиковой сетью [6-7].

На технических этажах необходимо устанавливать водонапорные баки, объем которых сможет обеспечить поливку территории в случае аварии в системе. Также они помогут стабилизировать давление в сети. На техническом этаже будут устанавливаться насосы в количестве не менее двух штук (точное количество определяется расчетом).

Расчетные расходы на поливку зеленых насаждений будут зависеть от типа посаженных растений, а также от климатических условий здания. Кроме того, необходимо учитывать, что поливочный водопровод будет использоваться также уборщицами для мытья лестничной клетки и дворовой территории перед высотным зданием. По усредненным нормам можно принять на поливку объем, находящийся в диапазоне от 3 до 7 л/м².

Качество воды для некоторых видов растений может не соответствовать питьевым, поэтому оно должно определяться в зависимости от природных особенностей некоторых видов зеленых насаждений.

В качестве водоразборных приборов, подающих воду непосредственно из системы внутреннего водопровода к растениям, предлагается использовать автоматические краны. Через определенный промежуток времени такие приборы с помощью электроздвижки будут включаться и подавать воду к зеленым насаждениям, а затем таким же образом выключаться.

Водопроводную сеть целесообразно проектировать из медных труб. Стойки систем поливочного водопровода желательно группировать рядом с зелеными насаждениями и трассировать трубопроводы без лишних поворотов для снижения потерей напора на местные сопротивления и по длине.

Трубы из меди уже давно применяются в зарубежных странах. Например, в некоторых домах Великобритании водопровод, построенный в начале 1950 годов прошлого века, работает и по сегодняшнее время без сбоев, в то время как водопровод из стали менялся и не один раз.

Для изготовления медных трубопроводов используется медь марки Cu-DHP. В своем составе она содержит медь (Cu) не менее 99,9%, фосфор (P) не более 0,04 % и серебро (Ag) около 0,015%.

Стоит перечислить высокие антикоррозионные свойства трубопроводов, выполненных из меди. Также у них имеется необходимая пластичность и твердость, отсутствует обрастания внутренней поверхности трубопроводов. Медные трубопроводы имеют низкий коэффициент шероховато-

сти, а также высокую стойкость к перепадам температур. В качестве минусов стоит перечислить высокую стоимость, а также непопулярность в нашей стране.

Для опорожнения системы внутреннего поливочного водопровода на случай аварии или ремонта целесообразно проектировать трубопроводы и трассировать их с уклоном 0,01-0,005 в сторону спускных кранов.

Для некоторых растений с целью водосбережения предлагается использовать капельное орошение, которое практикуется в сельскохозяйственном водоснабжении. При таком методе полива вода поступает напрямую к корням растений, а не в грунт. Водоразбор осуществляется с помощью специальных капельных дозаторов, которые возможно автоматизировать также, как и поливочные краны. Кроме того, данная система позволяет снизить эрозию почв, а также уменьшить вероятность размножения сорняков.

При особом требовании к качеству воды определенными видами зеленых насаждений возможно проектирование в здании на техническом этаже специальной системы водоподготовки.

Кроме того, возможно добавление в поливочную воду специальных удобрений, которые позволят растениям бороться с различными паразитами, что позволит увеличить продуктивность зеленых массивов.

Таким образом, можно подчеркнуть, что при проектировании зданий биоклиматической архитектуры необходимо также устраивать поливочный водопровод с системой автоматической поливки, а также удобрений, что позволит значительно упростить создание зеленой среды обитания в высотных зданиях.

Библиографический список

1. Инженерное оборудование высотных зданий / под общ. ред. М.М. Бродач. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2011. – 458 с.
2. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А. Водоснабжение и водоотведение. М.: Стройиздат. 2002. 336 с.
3. Чистякова А.В., Чухин В.А., Андрианов А.П. Автоматизация инженерных систем зданий. Системы водоснабжения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. № 1 (97). С. 48-54.
4. Чухин В.А., Андрианов А.П. О возможности идентификации биокоррозии в системах водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 5. С. 32-41.
5. Андрианов А.П., Чухин В.А. Структурные и морфологические особенности коррозии стальных водопроводных труб // Научное обозрение. 2014. № 7-1. С. 176-180.
6. Андрианов А.П., Бастрыкин Р.И., Чухин В.А. Изучение коррозионных отложений в трубопроводах систем подачи и распределения питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 7. С. 30-36.
7. Андрианов А.П., Чухин В.А. Причина коррозии стальных труб в системах горячего водоснабжения // Вода Magazine. 2015. № 3. С. 36-38.

УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКОСИСТЕМ

*Цой В.Е., студент 4 курса 1 группы ИИЭСМ;
Научный руководитель – Викулин П.Д., доц., к.т.н.*

Устойчивость экосистемы – один из важнейших факторов окружающей среды. Экосистема показывает на сколько способна окружающая среда и ее части удачно противостоять отрицательным внешним факторам, не утратив при этом ни только свою структуру, но и свои функции. Главная функция устойчивости заключается в противостоянии возникающим колебаниям. Эта способность тщательно изучается для определения последствий от воздействия антропогенных факторов.

Устойчивость (гомеостаз) – это свойство экосистемы или ее организмов возвращаться в свое нормальное для функционирования состояние.

Оно характеризуется:

- умением рецикла, то есть приходиться в естественное состояние после любого негативного воздействия;
- способностью переносить изменения без нарушения своих качеств.

Биосфера – это система, объединяющая в себя все живое на планете, в ней происходит глобальный круговорот веществ [2. С. 98].

Стабильность экосистемы как правило определяется двумя факторами: жесткостью окружающей среды и эффективностью внутренних управляющих механизмов. Так же различают резистентную и упругую стабильности. Резистентная характеризуется способностью оставаться в нормальном состоянии под нагрузкой, вторая – способностью быстро восстанавливаться.

Иными словами, резистентная устойчивость – это способность экосистемы бороться с нарушениями, оставив неизменными свою структуру и функцию, тогда как упругая устойчивость – это способность экосистемы восстанавливаться после того, как ее структура и функция были нарушены. На рис. 1 видно, что, когда функция экосистемы под действием какого-либо возмущения (нарушения) выходит за границы обычных значений, параметр этого отклонения определяет меру упругости системы – количество времени, необходимое для восстановления обычных значений, а площадь над кривой - общую устойчивость экосистемы. Понятно, что два типа стабильности взаимно исключают друг друга, так как быстро развить в себе два типа устойчивости экосистеме будет трудно.

В целом экосистемы подразделяют на естественные и искусственные. К естественным экосистемам относят всё, что произошло природным путем, к искусственным – всё, что было создано руками человека. Более узко экосистемы разрешено классифицировать по их функциональным или структурным признакам. По структурным признакам природные экосистемы делят на наземные, пресноводные и морские. По источнику энергии выделяем четыре функциональных типа экосистем: не субсидируемые природные, т.е. искусственные, субсидируемые природными процессами, субсидируемые человеком, техногенные. Все из указанных типов экосистем

отличаются ежегодным уровнем притока энергии (E , $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$). К первому типу относятся открытые океаны и высокогорные леса ($E = 1000\text{--}10000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$); ко второму – воды континентального шельфа, некоторые дождевые леса ($E = 10000\text{--}40000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$); третий тип включает агроэкосистемы, аквакультуры ($E = 10000\text{--}40000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$); четвертый – города, пригороды, индустриальные зоны ($E = 100000\text{--}3000000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$). Главным источником энергии здесь является топливо, а не солнце, такие системы зависят от экосистем до $E = 10000\text{--}40000$ $\text{ккал}\cdot\text{м}^{-2}$. В развитии общества человечество прошло через все типы энергетических экосистем. На данный момент довольно четко выражена поляризация данного развития. 50% экосистемы работает как экосистема, движимая горючими ископаемыми [1. С. 125].



Рис. 1. Функция экосистемы

Устойчивость и продуктивность экосистем позволяет сделать выводы о пределах допустимости хозяйственной деятельности человека.

1. Разнообразие видов живых организмов, необходимых для максимальной замкнутости круговорота веществ, обеспечивает устойчивость экосистем. Глобальная экосистема Земли – Биосфера включает в себя более двух млн. видов. Любая деятельность человека, которая вызывает снижение численности и разнообразия видов на Земле, приводит к нарушению равновесия Биосферы. Опасно не только то, что наши потомки не увидят живыми те или иные виды растений и животных, но и то, что вывод Биосферы из равновесия приведет ее к глобальной сукцессии, в результате которой придется кардинально изменять все сложившиеся технологии природопользования и жизнеобеспечения человека.

2. Использование потока энергии экосистемы должно быть направлено на максимальное сохранение равновесия. Следовательно, деятельность человека, обеспечивающего свое выживание за счет возможности воспроизводства других видов экосистемы, приведет к нарушению равновесия эко-

системы, истощению ресурсов, необходимых для его существования, что в итоге приведет к его гибели как вида. С эволюционной точки зрения приспособленным является тот вид, который, обеспечивая свое воспроизводство, не препятствует воспроизводству других видов экосистемы.

3. Использование потока энергии в хозяйственной деятельности направлено на его перераспределение для получения максимума продукции в необходимых человеку пищевых цепях (господство избранных человеком видов за счет невозможности существования других), поэтому вмешательство человека в природные экосистемы нарушает их равновесие.

4. Формирование и восстановление равновесия экосистем - это саморегулируемый процесс, основывающийся на случайностях (случайный занос семян или случайная миграция животных, случайные наследственные изменения свойств организмов в результате мутаций и рекомбинаций генов).

5. Попытка человека изменить равновесие экосистемы приведет к соответствующему увеличению непредсказуемости и беспорядка в других ее частях. Иными словами, предпринимая любые преобразования природы для решения своих насущных проблем, человек должен быть готов к неизбежному появлению новых и совершенно неожиданных проблем.

6. Максимальная урожайность с/х культур ограничена коэффициентом полезного действия фотосинтеза в данной природной географической зоне (при этом КПД фотосинтеза колеблется от 12% до 0,02%), повысить который невозможно.

7. Суммарная масса производства пищевого животного белка не может быть выше производства растительных пищевых продуктов, даже при самой развитой и совершенной биотехнологии.

8. Биосфера Земли не в состоянии обеспечить питанием человечество, растущее численно: ее возможности ограничены естественными непреодолимыми факторами.

Таким образом, экосистема - это основная функциональная единица в экологии, состоящая из организмов и неживой среды, взаимодействие между которыми поддерживает жизнь на Земле.

Библиографический список

1. Богдановский Г.А. Химическая экология: Учебное пособие / М.: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.
2. Ровинский Ф.Е. Методы анализа загрязнения окружающей среды. – М., 1978. – 262 с.

ИСТОРИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ

Цой В.Е., студент 4 курса 1 группы ИИЭСМ

Семёнова Д.П., студентка 4 курса 2 группы ИИЭСМ

Научные руководители – Зубарева О.Н., доц., к.т.н.,

Орлов Е.В., доц., к.т.н.

В 30-е годы прошлого века по причине увеличения численности населения столицы, а также из-за быстрого увеличения площади города остро встает вопрос о водоснабжении питьевой водой. В то время московский водопровод уже в полной мере не смог удовлетворит город необходимыми объемами воды [1-2].

Именно в те года по причине нехватки воды водопотребление проживающего на территории города жителя составляло всего лишь 120 л/сут. В других же развитых городах Западной Европы этот показатель был на уровне 400-500 л/сут.

Генеральный план развития города Москвы предполагал увеличения водопотребления до уровня современных европейских городов. Это позволило бы городу и далее увеличивать свои границы, возводя большое количество промышленных предприятий.

В то время основная проблема заключалось в том, что река Москва уже не была способна дать такое количество воды. Необходимо было искать новый источник для водоснабжения столицы.

Кроме того, река Москва из-за большого объема забираемой из нее воды, а также по причине увеличения притока неочищенных сточных вод, становилась все грязнее. Исследования, проведенные в те годы, говорят о том, что количество кислорода в воде приближалось к нулю. Таким образом, стало необходимым срочно организовать обводнение реки Москвы свежей водой из нового источника.

В те годы роль водного транспорта была небольшой. Однако, для генерального плана развития и расширения города было необходимо завозить большое количество строительных материалов. Стоит сказать, что водная система тех лет вышперечисленную задачу была решить не в состоянии.

Таким образом, для решения проблем с водоснабжением города, расширения судоходства, а также для улучшения санитарного состояния реки Москвы было принято начать поиск нового источника, которым стала река Волга. Для этого было решено построить водный канал, по которому волжская вода будет приходить к городу и обеспечит его необходимыми объемами воды [3].

Было предложено несколько вариантов строительства водного канала (Старицкий, Шошинский и Дмитровский). От первых двух вариантов было решено отказаться из-за сложности геологических условий. Таким образом, был выбран Дмитровский вариант. Кроме того, проведенные экономические расчеты показывали, что себестоимость грузоперевозок водным

транспортом по первому и второму варианту была бы намного убыточнее, чем по выбранному проектировщиками.

В Дмитровском варианте трасса канала начиналась в месте впадения в Волгу реки Дубны и доходила до города Москвы в районе село Щукино.

Для обеспечения требуемого забора воды в канал предусматривалось строительство плотины на реке Волга у села Иваново. Уровень воды был поднят на 16 метров, что позволило также построить гидроэлектростанцию мощностью 30 МВт. Длина трассы канала должна была составить 128 км.

После окончательного утверждения Дмитровского направления Управление строительства приступило к изысканиям и проектированию, которые были выполнены в короткий срок. Было решено не привлекать зарубежных инженеров и специалистов.

В связи с большими затратами электроэнергии для подъема волжской воды на водораздел предусматривалось строительство восьми гидроэлектростанций.

Строительные работы на канале были начаты в конце 1932 года, а в мае 1937 года строительство было завершено.

Для такого масштабного строительства решено было использовать труд заключенных. За время строительства было выполнено 200 млн. м³ земляных работ, уложено порядка 29 млн. м³ бетона, а также смонтировано 37,5 тыс. т. металлических конструкций.

Основной объем земляных работ был выполнен при сооружении судоходно-водоводного и водопроводного каналов (66,6%) и при разработке котлованов под шлюзы (8,3%). Большие земляные работы были сделаны также при создании земляных плотин и устройстве пересечений с железными и шоссейными дорогами.

В первые два года средств механизации не хватало. Первые экскаваторы в количестве 26 штук появились на строительстве объекта только в начале 1934 года. Использовались полноповоротные паровые экскаваторы на гусеничном ходу полууниверсального типа марки ППГ-1,5. Объем ковша составлял 1,0 м³. В 1935 году на объекте строительства действовало уже 171 единица техника, что значительно расширило объемы земляных работ.

Земляные работы при строительстве канала велись круглый год, кроме наиболее ответственных насыпей, плотин и дамб. Зимой грунт разрыхлялся с помощью взрывов.

По требованиям проекта строители осуществляли сортировку грунта с учетом его фильтрационных свойств, влажности и степени устойчивости на сдвиг. После исследования свойств грунтов и признания их годными производились работы по возведению насыпей. Грунты в насыпях плотин, дамб и других возводимых сооружений тщательным образом уплотняли.

Примерно 160 сооружений на канале имени Москвы было возведено из бетона и железобетона. Наиболее крупными сооружениями, в которые уложено примерно 70% всего бетона, являются шлюзы, плотины, насосные станции и гидроэлектростанции. Дольше других производилась укладка бетона на Ивановской плотине.

При возведении гидротехнических сооружений высокие требования предъявляются к качеству бетона. Бетон этих сооружений должен быть в обязательном порядке водонепроницаемым, морозоустойчивым и химически стойким. Это гарантирует долговечность возводимых сооружений. По этой причине бетонные работы на строительстве канала имени Москвы строго контролировались.

Большая часть строительных материалов была доставлена по железным дорогам, и только небольшое количество с помощью водного транспорта. Было построено более 200 км железнодорожных путей.

В составе канала различные гидротехнические сооружения (плотины, шлюзы, насосные станции и т.д.) представляли собой систему сложнейших механизмов с большим количеством конструкций и изделий [4-5]. Для технического сооружения канала были привлечены крупнейшие промышленные предприятия страны.

Самого широкого размаха при строительстве канала достигали работы по монтажу металлических конструкций и механизмов. Объем их монтажа составил 37,5 тыс. т.

Стоит сказать пару слов и об архитектуре сооружений канала. При их оформлении архитекторы учитывали образцы архитектурных форм классического советского периода.

Для внешней облицовки различных гидротехнических сооружений широко использовали мрамор, а также гранит разных цветов. Здания насосных станций получили архитектурное выражение легкости.

Была широко распространена архитектура малых форм на таких сооружениях, как заградительные ворота, переправы, дюкеры и т.д. Это оживляло однообразную в некоторых местах линию берегов канала.

В заключении хочется сказать, что строительство канала имени Москвы было по тем временам весьма сложной, но необходимой задачей, благодаря которой сегодня столица не ощущает проблем с водоснабжением и позволяет в дальнейшем расширять свои границы, возводя большое количество нового жилого фонда.

Библиографический список

1. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства. – Ростов-на-Дону. Издательство Феникс. 2004. – 752 с.
2. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений: Водоснабжение и водоотведение. – М. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2017. – 218 с.
3. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.
4. Орлов Е.В. Водо- и ресурсосбережение. Жилые здания коттеджных и дачных поселков // Технологии мира. 2012. № 10. С. 35-41.
5. Исаев В.Н., Чухин В.А., Герасименко А.В. Ресурсосбережение в системе хозяйственно-питьевого водопровода // Сантехника. 2011. № 3. С. 14-17.

СЕКЦИЯ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА

*Зотов О.А., студент 5 курса 11 группы ИИЭСМ,
Гоева Е.М., студентка 3 курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Густов Д.Ю., доц., к.т.н.*

Модернизация строительной техники в целом или её отдельных элементов является актуальной задачей, решением которой занимаются все мировые производители, такие как Hitachi, Caterpillar, JCB и др. С развитием технологий доступно больше путей улучшения существующего оборудования или создания чего-то принципиально нового.

Одним из способов модернизации оборудования, являющихся целесообразным с экономической и технологической точек зрения, является модернизация металлоконструкции рабочего оборудования экскаватора.

Учитывая, что экскаватор является одной из самых распространенных и задействованных машин для производства земляных работ, модернизация его рабочего оборудования представляется более важной. При этом необходимо учитывать то, что, несмотря на то, что основным видом рабочего органа является обратная лопата, экскаватор может работать с различными видами сменного оборудования, такими как: грейфер, гидромолот, гидроножницы и бетоноломы, фрезерное и др. оборудование. Поэтому при разработке конструкции стрелы и рукояти экскаватора необходимо учитывать весь спектр нагрузок, которые могут возникать, при использовании разных видов сменного рабочего оборудования. Это особенно важно для рабочего оборудования ударного действия [1], эффект от воздействия которого на конструкцию особенно серьезен.

При этом указанное более актуально для экскаваторов малых масс. Для экскаваторов с массами порядка 30 тонн и более, которые чаще всего используются для массовой экскавации грунта ковшем обратной лопаты, модернизируемые стрела и рукоять могут рассчитываться преимущественно на одну преобладающую схему нагружения.

Модернизация рабочего оборудования может быть направлена на решение нескольких частных задач: увеличение/расширение зоны работы машины; расширение перечня сменного оборудования, используемого с применением универсальных быстросъемных устройств; уменьшение затрат на обслуживание; снижение массы оборудования и многое другое.

Различные варианты модернизации, предлагаемые проанализированными патентами [2-4] в основном направлены на усложнение конструкции, которые изменяют функциональные возможности машины. Работы, упрощающие конструкцию, открыто не публикуются и используются изготовителями как ноу-хау.

С учетом вышеотмеченного нами было принято решение о рассмотрении варианта модернизации машины с целью упрощения конструкции, что обеспечивается снижением массы оборудования.

За основу принят концепт концепт-вариант экскаватора, предложенный фирмой Volvo [1] (см. рис. 1). Компания предлагает перейти от балочной стрелы и рукояти коробчатого сечения к псевдоферме (балочной коробчатой конструкции с обличениями/разгрузками). По анализу открытых источников указанное является единственным оригинальным вариантом уменьшения массы металлоконструкции без изменения её геометрических характеристик.



Рис 1. Концепт-вариант рабочего оборудования Volvo.

Проведенный анализ рабочего оборудования показал, что данный вариант может дать существенный выигрыш по массе

К переходу к псевдоферме необходимо учитывать, все нагрузки, действующие на стрелу и рукоять, при этом их модернизация по предложенной схеме будет происходить с разной эффективностью.

Модернизация рукояти в случае перехода от коробчатой рукояти к псевдоферменной не испытает серьезных сложностей так как рукоять практически всегда испытывает все нагрузки за исключением скручивания - кручения рукояти вокруг продольной оси. Скручивание возможно только в случаях копания одной стороной ковша и резкого торможения экскаватора при повороте при условии, что ковш расположен перпендикулярно к рукояти. Однако, возникающие при этом скручивание незначительно и не приводит к критическому деформированию псевдофермы.

В случае со стрелой ситуация усложняется большими плечами действия сил инерции при торможении на повороте. Совместная масса рукояти и ковша с грунтом расположена на значительном удалении от оси скручивания стрелы и возникающие крутящие моменты не могут быть восприняты псевдофермой стрелы без дополнительного усиления металлоконструкции. Последнее может существенно утяжелить стрелу и нивелировать массовый эффект от проведенной модернизации.

При этом следует отметить, что проблемы скручивания металлоконструкции стрелы будет проявляться либо только в головной части стрелы или по всей длине. Указанное будет зависеть от числа гидроцилиндров подъема-опускания стрелы. В случае если указанное осуществляется спаренными гидроцилиндрами, то можно считать, что крутящий момент практически полностью будет восприниматься парой гидроцилиндров, и корневая часть стрелы не будет испытывать скручивания. При наличии одного гидроцилиндра подобное не произойдет, и стрела будет скручиваться полностью.

С учетом отмеченного подобная модернизация рабочего оборудования требует детального моделирования в CAD/CAE продуктах [6], и, возможно, формирование отдельных рекомендаций по подбору материала.

Первоначальное оценочное моделирование было направлено на изменение конструкции рукояти. За основу были приняты параметры гидравлического одноковшового экскаватора фирмы Hitachi ZX270.

Моделирование велось в среде T-Flex (учебная версия компании ЗАО «Топ Системы»). Полученная конструкция представлена рис. 2.

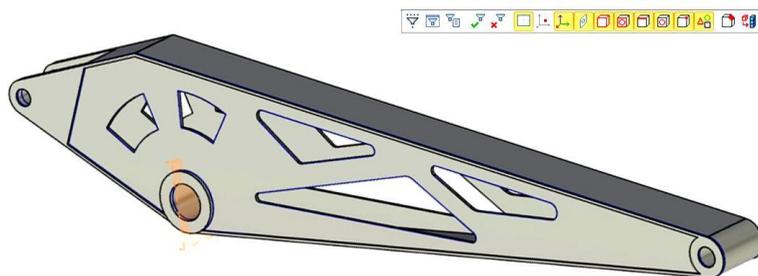


Рис 2. Облегченная CAD-модель рукояти

Для полученной конструкции был проведен статический расчёт, предварительно нагруженной усредненным значением массы ковша и его гидроцилиндра. Результаты расчета показаны на рис. 3.

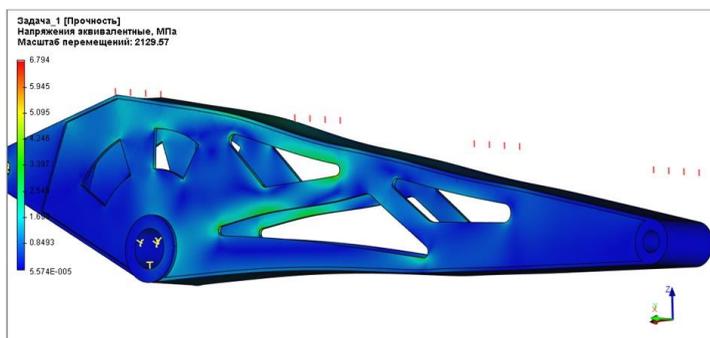


Рис 3. Напряжения и деформация рукояти

Из рис. 3 следует, что первоначальная модель имеет в целом незначительный напряжения, что позволяет дальнейшее развитие перехода рабочего оборудования к псевдоферме. Следующий шаг – проверка прочность детали при копании ковшом и рукоятью. Для упрочнения слабых участков детали и уменьшения её деформации можно использовать ребра жёсткости.

Полученные результаты показывают на целесообразность дальнейшего более детального моделирования стрелы–рукояти с целью оптимизации массово-геометрических характеристик. По завершении конструкторской проработки необходима оценка технологичности производства и определение экономического эффекта при применении экскаватора в комплекте с различной сопутствующей техникой [7] и в различных условиях эксплуатации.

Библиографический список

1. Густов Д. Ю., Якушев С. Е. Влияние работы гидромолота на динамику одноковшового экскаватора // Автоматизация и современные технологии. 2007. № 6. С. 18-19.
2. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора : пат. РФ № 2007515, а.с. СССР N 1263758, МПК E02F3/38. 1986. / Оренбойм Б.Д., Салтан С.С.
3. Рабочее оборудование гидравлического экскаватора: пат. РФ № 2130528, МПК E02F3/40. 1999 // Гаврилов Ю.М., Курилов Е.В., Гринев Е.В.
4. Рабочее оборудование гидравлического экскаватора: пат. РФ № 2049861 МПК E02F3/28. 1995// Шаволов А.С., Алимов С.И.
5. <https://www.youtube.com/watch?v=nQ183Dq2sts> (дата обращения 01.02.2017)
6. Кудрявцев Е.М. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования // Механизация строительства. 2014. № 2. с. 12-18.
7. Кудрявцев Е.М., Густов Д.Ю. Определение производительности одноковшового экскаватора с оборудованием обратная лопата // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. 2010. №4. Т.1. С. 101-107.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЕГУНОВ СМ 685 ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МАССЫ

*Ильичев И.А., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Шаранов Р. Р., проф., д.т.н.*

Производство силикатного кирпича является базовой отраслью отечественного строительства. Одним из основных видов оборудования, отвечающих за качество получаемого продукта, являются бегуны. Поэтому целью данной статьи является модернизация бегунов СМ 685 для повышения их производительности с дальнейшим повышением эффективности измельчения масс с одновременным снижением массы и габаритов бегунов [1-3].

Бегуны СМ 685 предназначены для производства строительной керамики, в частности к глиноперерабатывающему оборудованию для производства силикатного кирпича, и предназначено для измельчения и доведения до однородного состояния глиняной массы.

На рис. 1 представлена схема производства кирпича [4], где применяются бегуны СМ 685 для измельчения и перемешивания сырой массы (песка и извести).

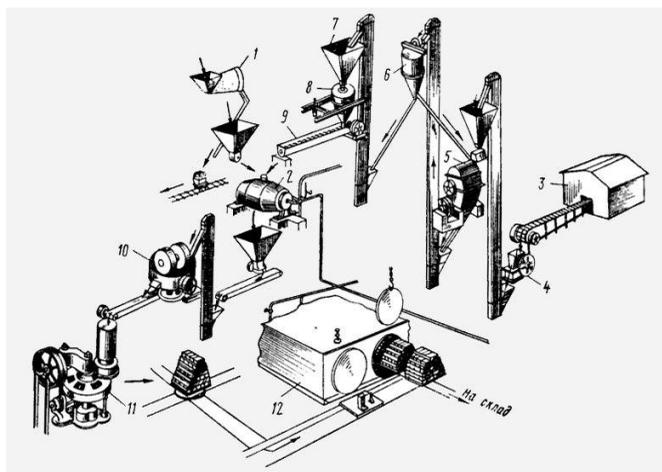


Рис. 1. Схема производства кирпича:

1 – барабанный грохот; 2 – гасильный барабан; 3 – склад извести; 4 – дробилка; 5 – мельница; 6 – сепаратор; 7 – бункер молотой извести; 8 – весы; 9 – шнек; 10 – бегуны СМ 685; 11 – прессование кирпича; 12 – твердения кирпича

Перед разбором сущности изобретения рассмотрим схему и принцип работы бегунов СМ 685.

Бегуны (рис. 2) [5] содержат чашу 1, состоящую из решетки 2 и боковины 3, являющиеся ободом шкива клиноременной передачи 4 привода

вращения чаши. Решетка 2 образована длинномерной пластиной 5, свернутой по спирали с зазором между витками и зафиксированной в таком состоянии радиальными штырями 6 и ступицей 7. Боковина 3 чаши с канавками для клиновых ремней привода ее вращения прикреплена с помощью крепежных элементов 8 к ступице 7 решетки 2. Чаша с помощью подшипникового узла 9 смонтирована на вертикальной опоре 10, соосно которой установлена вертикальная ось 11 крестовины 12. Крестовина 12 имеет возможность свободного вращения относительно оси 11 и несет на своих полуосях свободно установленные катки 13. Катки 13 прижаты к решетке 2 чаши кольцевым элементом 14, прикрепленным к внутренней стороне кожуха 15, который подпружинен пружинами 16 к станине 17 бегунов. На цилиндрической поверхности катков выполнен винтовой паз 18. К крестовине 12 прикреплены скребки 19, подающие материал под плоскости катков, а к станине, с обратной стороны рабочей поверхности чаши скребки 20, считающие измельченный материал со дна решетки [5].

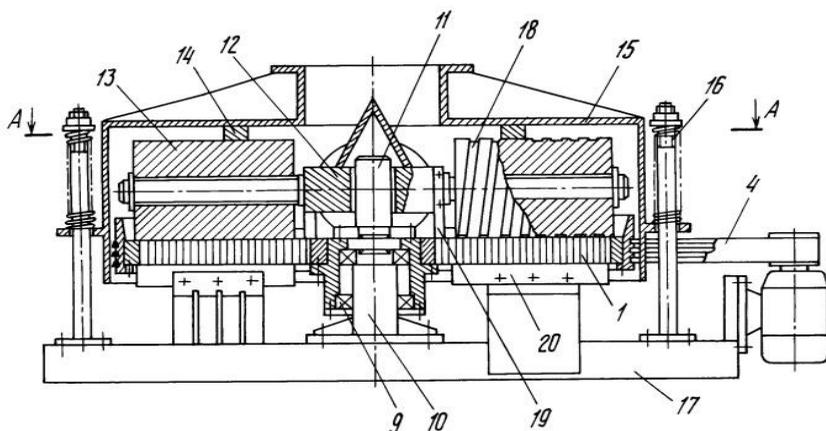


Рис. 2. Общий вид бегунов СМ-685

Для этого в бегунах, содержащих чашу с приводом ее вращения, вращающиеся вокруг своих осей катки с механизмом прижатия их к днищу чаши, днище чаши выполнено в виде решетки, образованной одной или несколькими разнесенными между собой длинномерными пластинами, свернутыми по спирали с зазором между витками и зафиксированными в таком состоянии связующими элементами, например, радиальными штырями. Уменьшение массы катков происходит благодаря винтового паза, выполненного по его цилиндрической поверхности, из-за чего уменьшается площадь позволяет увеличить удельное давления. При этом при вращении катка винтовой паз срабатывает как шнек, способствуя более равномерному распределению массы, а следовательно, и более эффективной ее переработке [5].

Заключение.

Благодаря данной модернизации глина приобретает необходимую для качественного изготовления изделий степень измельчения, при этом расход энергии на единицу массы перерабатываемого материала значительно ниже, чем в конструкциях известных бегунов, что позволяет снизить мощность двигателя, а следовательно, снижая затраты на электричество. А также позволяет изменить коническую передачу на клиноременную, которая приводит во вращение чашу 1 с решеткой 2. Вследствие того, что катки прижаты к вращающейся решетке и свободно смонтированы на полуосях крестовины 12, которая передает вращательное движение каткам, и они перекатываются по измельчаемому материалу.

Библиографический список

1. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.
2. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.
3. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87-90.
4. Сайт «Димдом» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dimdom.ru/silikatnyj-kirpich-cto-eto-takoe.html>, свободный.
5. Сайт библиотека патентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/203/2036008.html>, свободный.

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Панова Ю.Е., студентка 2 курса ИИЭСМ

Научный руководитель – Севрюгина Н.С., доц., к.т.н.

С каждым годом потребление ресурсов увеличивается. Рост городов и мегаполисов грозит глобальной проблемой утилизации мусора. Свалок на земле становится все больше, обширное захламление грозит экологической катастрофой. Поэтому такое большое значение приобретает экономия природных ресурсов, поиски альтернативных ресурсов, вторичная переработка сырья, повторное использование отходов. Решение проблемы – ресайклинг.



На сегодняшний день проблема стоит очень актуально. Ещё каких-то полвека назад вопрос не стоял так остро. Наша планета нуждается в помощи. Сотни гектаров земли страдают от свалок и полигонов. Загрязнение окружающей среды представляет собой глобальную проблему современности, которую регулярно обсуждают в новостях и научных кругах. Создано множество международных организаций, борющихся с ухудшением природных условий. Учёные давно бьют тревогу о неминуемости экологической катастрофы в самое ближайшее время.

Каждую минуту в мире используется миллион пластиковых пакетов, и ни один из них ещё не разложился. Пакеты загрязняют почву и воду, а некоторые животные даже принимают их за еду и погибают.

Подход к сбору мусора в России намного отличается от европейских методов. За рубежом принято расформировывать мусор в соответствии с типом отходов. Так намного проще производить повторную переработку

мусора. В России же утилизация заканчивается на вывозе разного рода отходов на свалку. Огромные сотни гектаров загрязненной земли становятся непригодны для жизни и источают вредоносные запахи. Мы очень далеки от решения проблемы.

В России перерабатывается около 3% от всего мусора! Для примера в Европе перерабатывают 40% мусора. Самые лучшие показатели по переработке отходов в Европе сейчас у Швейцарии более 80% мусора, Германии порядка 70%, Нидерландов около 70%, Швеции порядка 60%. В этих странах свалки уничтожены [5].

Всего в России в настоящий момент действует более 1000 полигонов для отходов, 15 тыс. санкционированных свалок, 17 тыс. несанкционированных свалок и 13 тыс. несанкционированных мест размещения мусора. Переработкой занимаются 40 мусоросжигательных и 243 мусороперерабатывающих завода, а сортируют мусор 53 комплекса. По данным Счетной палаты, количество таких предприятий надо утроить.

Указанная Счетной палатой площадь свалок (4 млн. гектаров) примерно равна территории Нидерландов или Швейцарии, вдвое больше Израиля или Словении и в четыре раза превосходит площадь Кипра.

В СССР утилизации придавалось большое значение. Были разработаны унифицированные бутылки для молока, прохладительных напитков, по всей стране существовали пункты сбора стеклотары. Для сбора макулатуры и металлолома привлекались школьники и члены пионерской организации. Был налажен жёсткий учёт драгметаллов, применяемых в промышленности, в частности, в электронике.

Следует упомянуть о том, что при советской власти во всех дворах также находился контейнер с пищевыми отходами, которые впоследствии отправляли в ближайшие совхозы.

Известно четыре основных подхода к ТБО: захоронение, сжигание, ресайклинг и компостирование, совмещённое со сбраживанием. **Ресайклинг** называют рационализированную систему сбора и переработки компонентов ТБО в продукты, имеющие потребительскую стоимость.

Технологически процесс ресайклинга начинается с отдельного сбора и идентификации отходов, пригодных для повторной переработки. Затем следует сортировка по типу сырья. Пищевые отходы, древесина, листва – все, что способно перегнивать, идет на компостирование или опять-таки в переработку. Захороняемый или сжигаемый остаток при этом составляет не более 30-40 % от общей массы ТБО. Но и этот несортированный мусор, как показывает опыт многих организаций в России, после отделения металлов можно измельчать и перерабатывать в экологические стройматериалы.

Переработка экономически целесообразна до тех пор, пока сумма прибыли от вторсырья и затрат на устранение является более высокой, чем затраты на ресайклинг. Расчёты вариантов с вторичным использованием по стеклу, пластику, бумаге и картону, а также данные зарубежного опыта, однозначно свидетельствуют: переработка компонентов бытовых отходов в

российских условиях способна приносить прибыль, а главное – не чревата загрязнением окружающей среды. Затраты же на организацию сбора и переработку мусора несопоставимы с затратами на печь сжигания и сопутствующие ей системы очистки-нейтрализации.

Из всех компонентов ТБО особенно выгодной считается переработка стекло боя и бросового стекла. При условии надежной сортировки и подготовки вторичный пластик может использоваться в производстве высокотехнологичных изделий, таких как автодетали и химволокно. Для бумаги и картона существуют простые и экономичные способы утилизации с учётом спроса рынка.

Чтобы повсеместно запустить мусоропереработку, необходимо создать нормативно-правовую базу, которая законодательно закрепила бы приоритет вторичного использования перед другими, не столь экологичными и затратными способами обращения с отходами. Организацию отдельного сбора ТБО важнее всего начать с делового сектора города – с рынков, магазинов, учреждений и типографий.

К примеру, так, за 2017 финансовый год ИКЕА Дыбенко сдала на переработку 68% отходов, ИКЕА Парнас – 74%. Пищевые отходы фирмы ИКЕА утилизирует отдельно от ТБО. Каждый раз перед вывозом отходы взвешиваются. Отдел ИКЕА Фуд, который курирует в том числе пищевые отходы, оптимизирует процессы, чтобы утилизировалось как можно меньше продуктов: они определяют размеры порции и тарелок, делают правильную выкладку продуктов. Сейчас в месяц ИКЕА Парнас и Дыбенко вывозят около 5700 кг пищевых отходов из ресторанов для сотрудников и посетителей. В компании прорабатывают разные варианты обращения с пищевыми отходами, включая отправление их на корм животным и компостирование. Как только решение будет найдено, обещали сообщить [3, 4].

Необходимо кардинально переосмыслить стратегию в обращении с бытовыми отходами и перейти от затратных к более экономичным методам, больше работать над причинами, а не над последствиями ущерба для окружающей среды.

Библиографический список

1. Белокрылова Е.А. Правовое обеспечение экологической безопасности, 2014
2. <http://www.greenpeace.org>
3. <http://www.imorganic.ru>
4. <http://www.ikea.com>
5. <http://www.accbud.ua>
6. <http://www.recyclers.ru>

ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ГИДРОИМПУЛЬСНОГО ГАЙКОВЁРТА НА ВИБРАЦИЮ

*Роговченко С.П., студент 5 курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., проф., к.т.н.*

1. Условия испытаний

1.1 Общие положения

Для испытаний используют новую, смазанную ручную машину, обеспеченную соответствующим техническим уходом.

Ручные машины с гидравлическим приводом до начала проведения измерений прогревают в течение 10 мин. Пневматические машины прогрева не требуют.

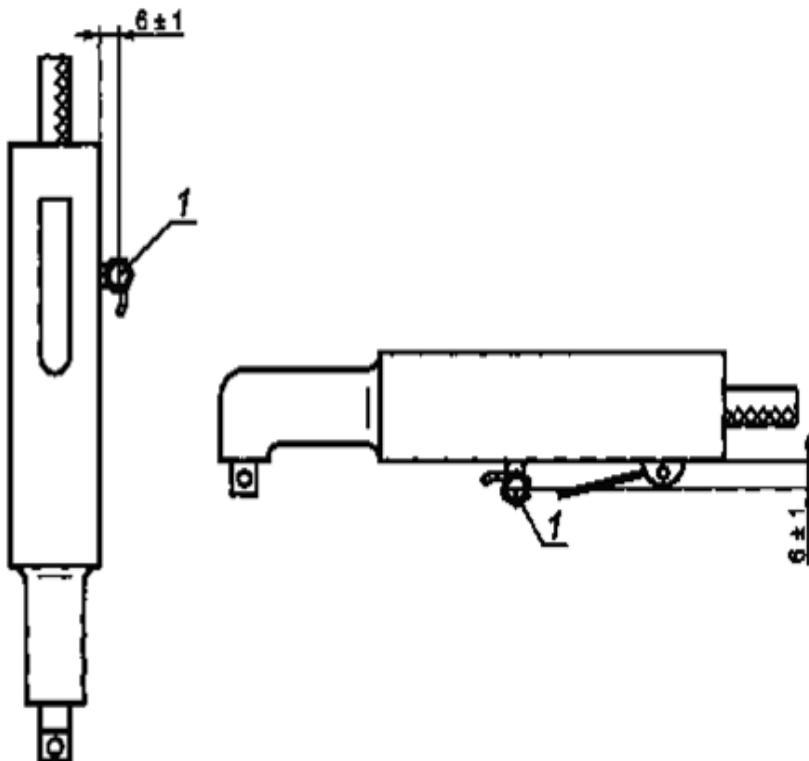


Рис. 1. Ручная машина с рукояткой прямого типа, параллельной оси двигателя (выходной вал может быть параллелен валу двигателя или находиться под углом к нему); 1 – датчик вибрации.

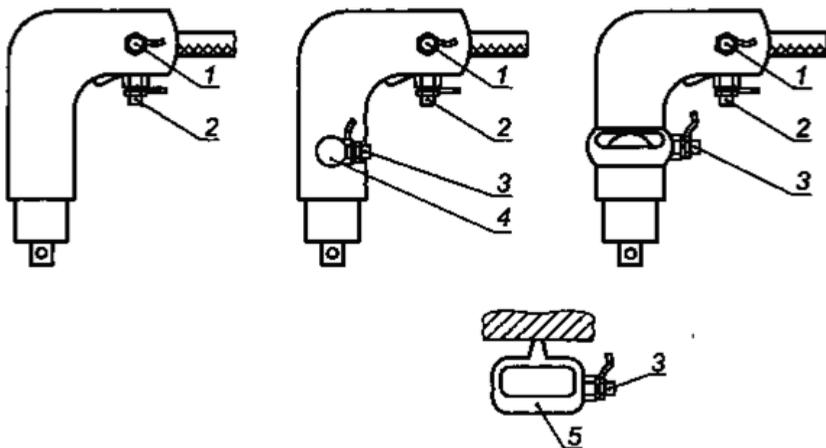


Рис. 2. Ручная машина с рукояткой пистолетного типа (поддерживающая рукоятка может присутствовать или отсутствовать; выходной вал может быть параллелен валу двигателя или находиться под углом к нему):

1 – датчик 1; 2 – датчик 2; 3 – датчик 3; 4 – поддерживающая рукоятка прямого типа; 5 – поддерживающая рукоятка лучкового типа.

Направления измерений и примеры размещения датчика вибрации.

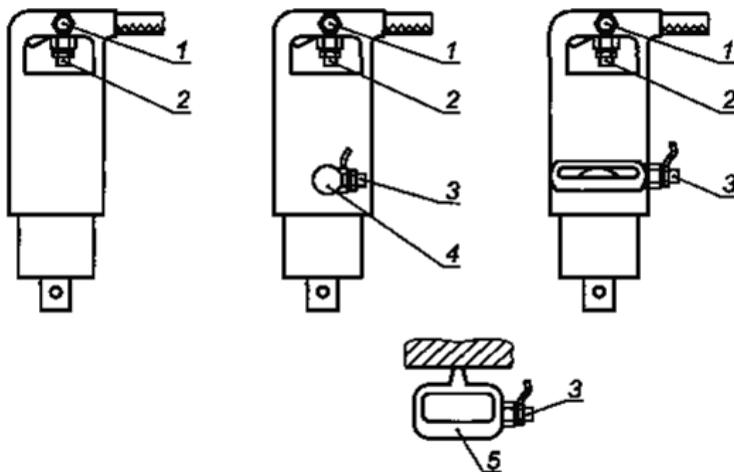


Рис. 3. Ручная машина с рукояткой лучкового типа (поддерживающая рукоятка может присутствовать или отсутствовать; выходной вал может быть параллелен валу двигателя или находиться под углом к нему):

1 – датчик 1; 2 – датчик 2; 3 – датчик 3; 4 – поддерживающая рукоятка прямого типа; 5 – поддерживающая рукоятка лучкового типа.

В процессе испытания ручная машина должна работать в номинальных условиях питания в соответствии с требованиями, определенными изготовителем. Для пневматических машин воздух подают по шлангу длиной не менее 2 м, подсоединенному к ручной машине через резьбовой переходник и закрепленному зажимом. Применение приспособлений для быстрого соединения не допускается. Работа ручной машины должна быть стабильной и плавной.

В процессе испытаний устройство нагружения устанавливают так, чтобы оператор мог работать в комфортных условиях (выпрямившись или почти выпрямившись), а выходной вал ручной машины был расположен вертикально. Положение руки и запястья – в соответствии с рис. 4-6 (независимо от типа испытываемой ручной машины).

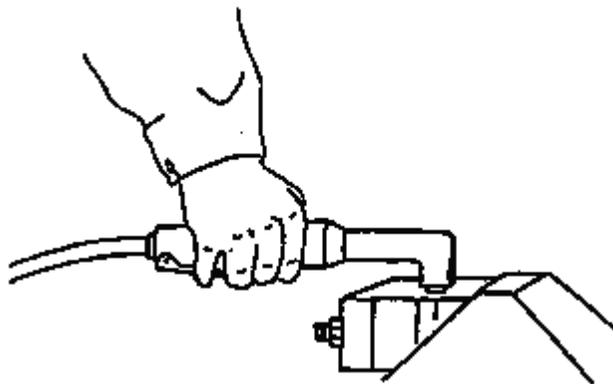


Рис. 4. Угловая ручная машина с прямой рукояткой (см. рис. 3, справа) (рука оператора расположена в плоскости двигателя и выходного вала перпендикулярно к рукоятке).

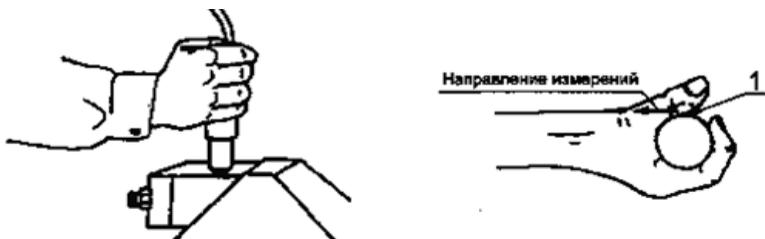


Рис. 5. Прямая ручная машина с прямой рукояткой (см. рис. 3, слева) (рука оператора расположена горизонтально и перпендикулярно к рукоятке; измерительная ось датчика вибрации параллельна предплечью оператора). Датчик (расположен за большим пальцем кисти руки).

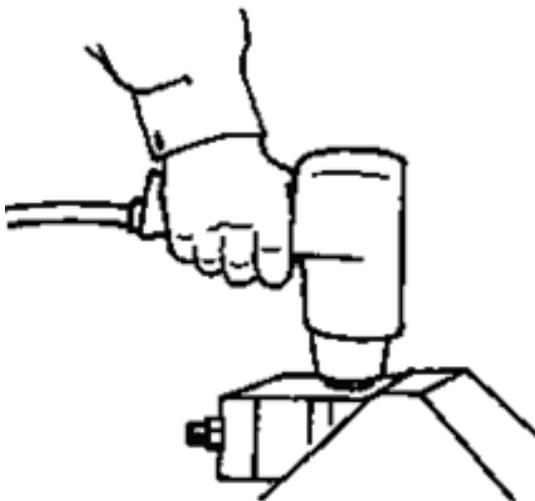


Рис. 6. Ручная машина с рукояткой пистолетного типа, без поддерживающей рукоятки (см. рис. 3, слева) и хвостовиком размером до 10 мм включительно (оператор удерживает ручную машину одной рукой).

Рабочие позы оператора.

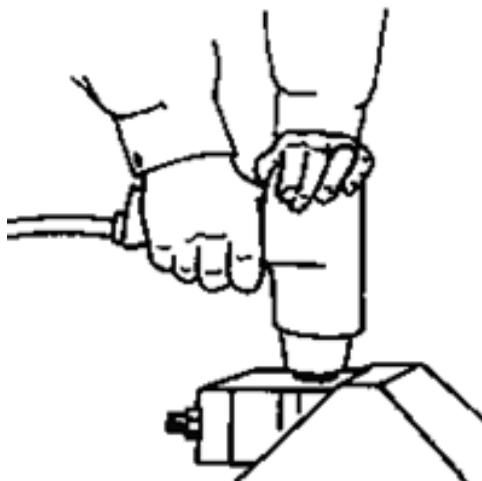


Рис. 7. Ручная машина с рукояткой пистолетного или лучкового типа, без поддерживающей рукоятки (см. рис. 3, слева) и хвостовиком размером свыше 10 мм (оператор выполняет задание с использованием обеих рук).

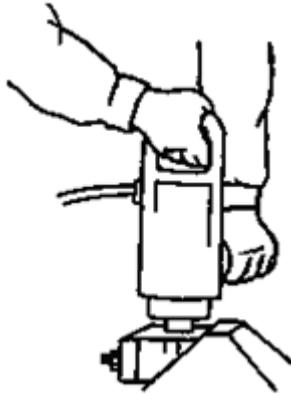


Рис. 8. Ручная машина с основной и поддерживающей рукоятками (см. рис. 3, в центре и справа) (рука оператора на поддерживающей рукоятке, насколько возможно, параллельна оси двигателя).

1.2. Нагрузка

1.2.1. Общие положения

В процессе испытаний для нагружения ручной машины используют специальное устройство торможения, позволяющее получить стабильную частоту вращения выходного вала, равную $(0,15 \pm 0,05) \text{ с}^{-1}$

1.2.2. Устройство торможения

Устройство торможения состоит из:

- стального основания, в котором устанавливается внутренний блок торможения;
- двух блоков торможения из фенопласта, которые замедляют вращение муфты с гнездом;
- стальной пластины для закрепления внешнего блока торможения;
- двух стальных накладок;
- муфты с гнездом, приводимой во вращение валом ручной машины;
- болтов с нажимными пружинами и гаек, обеспечивающих необходимое прижатие муфты к блоку торможения;
- крепежных винтов для предотвращения перемещений муфты в осевом направлении.

Нажимные пружины устанавливают так, чтобы обеспечивать постоянное давление в области контакта; для этого они должны быть сжаты примерно до половины своей длины при достижении выходным валом ручной машины заданной скорости вращения.

Поверхность контакта муфты с блоком торможения должна быть смазана, например, тонким слоем консистентной смазки, загущенной медным мылом. При необходимости обеспечить более высокий коэффициент трения на поверхность контакта можно нанести трансмиссионное масло с противозадирными присадками.

Для дополнительного воздушного охлаждения трущихся поверхностей просверливают небольшие отверстия в нижней накладке.

Устройство торможения после его установки не должно иметь существенных резонансов, способных оказать влияние на результат испытаний. С этой целью стальное основание можно жестко закрепить болтами на бетонном блоке массой не менее 400 кг.

1.2.3. Определение размеров муфты и блока торможения

Помимо обеспечения приложения тормозящего момента к валу ручной машины, устройство торможения должно также имитировать реальную инерционную нагрузку на вал, для чего для конкретной ручной машины подбирают соответствующие размеры муфты.

а) «Устройство торможения малое» - для ручных машин с размером хвостовика 6,3; 10, 12,5 и 16 мм;

б) «Устройство торможения большое» – для ручных машин с размером хвостовика 20; 25 и 40 мм.

Для других ручных машин может потребоваться применение муфты и блока торможения других размеров. Следует рассмотреть возможность применения специального адаптера между выходным валом и гнездом муфты стандартной формы. В этом случае применяемый адаптер должен иметь максимально малые размеры (т.е. размер гнезда должен в наибольшей степени соответствовать размерам выступа хвостовика). Допуски на размеры гнезда квадратной формы приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Допуски на размеры гнезда муфты устройства торможения
в миллиметрах**

Номинальный размер гнезда	Допуск	
	минимальный	максимальный
6,3	+ 0,03	+ 0,15
10	+ 0,03	+ 0,18
12,5	+ 0,04	+ 0,24
16	+ 0,04	+ 0,30
20	+ 0,05	+ 0,36
25	+ 0,06	+ 0,46
40	+ 0,08	+ 0,58

1.3. Режим работы

При испытаниях ручная машина должна развивать максимальную мощность при вращении выходного вала по часовой стрелке (или, если конструкция ручной машины допускает только такое движение, против часовой стрелки). Устройство торможения должно быть отрегулировано так, чтобы обеспечить скорость вращения муфты $(0,15 \pm 0,05) \text{ с}^{-1}$.

Если ручная машина имеет устройство регулировки момента вращения, измерения проводят в положении этого устройства, позволяющем развивать максимальный момент вращения.

Некоторые ручные машины перед проведением серии испытаний необходимо прогреть.

Для поддержания постоянной рабочей температуры и момента вращения гидравлических импульсных машин время между окончанием прогрева и началом первой серии измерений, а также между последующими сериями должно быть не менее 5 с и не более 60 с.

Ось выходного вала ручной машины должна совпадать с осью муфты устройства торможения. Это может потребовать специальной тренировки оператора перед началом проведения измерений.

1.4. Сила нажатия

В процессе испытания оператор прикладывает к ручной машине силу нажатия в пределах + 50 % веса ручной машины. Силу нажатия можно контролировать по показаниям весов, на которых стоит оператор. Приложенная сила нажатия должна обеспечивать стабильную работу ручной машины во время испытания.

Если конструкцией ручной машины предусмотрен автоматический пуск при превышении заданного значения силы нажатия, то сила нажатия должна быть такой, чтобы обеспечить работу машины в соответствии с рекомендациями изготовителя.

2. Метод измерений и оценка достоверности полученных результатов

2.1. Система питания

Давление в системе питания ручной машины измеряют и поддерживают в соответствии с рекомендациями изготовителя.

2.2. Метод испытаний

В испытании участвуют три опытных оператора, для каждого из которых проводят серию измерений с испытуемой ручной машиной. В процессе испытаний оператор удерживает ручную машину и работает с ней способом, типичным для ее нормального применения.

Испытания должны состоять не менее чем из пяти измерений при нагружении ручной машины устройством торможения. Время каждого измерения – не менее 4 с.

2.3. Достоверность результатов испытаний

Для каждого оператора измерения продолжают до тех пор, пока не будет получена достоверная серия измерений, т.е. пока коэффициент вариации, полученный для среднеквадратичного значения скорректированного виброускорения в пяти последовательных измерениях с участием одного оператора, не будет менее 0,15 или пока стандартное отклонение для этой серии не будет менее 0,30 м/с².

2.4. Коэффициент вариации

Коэффициент вариации C_v для серии испытаний определяют как отношение стандартного отклонения s_{n-1} для результатов измерений в этой серии к их среднеарифметическому \bar{x} :

$$C_v = \frac{S_{n-1}}{\bar{x}}$$

где

$$S_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$
 – стандартное отклонение результатов измерений;

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$
 – среднеарифметическое значение результатов измерений;

x_i – результат i -го измерения;

n – число измерений.

2.5. Оценка результатов

Вычисляют среднеарифметическое значение для каждого положения датчика вибрации для каждого оператора. После этого для каждого положения датчика вибрации определяют общее среднеарифметическое значение по трем операторам. Максимальное из среднеарифметических значений по всем положениям датчика служит основой для заявления вибрационной характеристики ручной машины.

Заключение.

Проведение испытаний будут проходить на специальных стендах в НИУ МГСУ. Будут испытаны гайковёрты двух типов: механический, гидроимпульсный. По результатам испытаний будут проводиться дальнейшие исследования, целью которых будет выявление способов снижения воздействия вибрационных сил на рукоять ручных машин.

Библиографический список

1. КОМПАС-3D V8. Наиболее полное руководство. Учебное пособие. – Москва, 2006.
2. Дроздов А.Н. Степанов В.В. Электрические ударные гайковёрты. Динамика. – М., МГСУ, 2013.
3. Дроздов А.Н. Степанов В.В. Экспериментальное определение вибрационных характеристик ручных машин. Методические указания к проведению лабораторной работы. Учебное электронное издание – М., ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2015, оформление IPR Media.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОПАЛУБКИ ПОДДОНОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖБИ

*Рогозин С.М., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Васильев В.Г., доц., к.т.н.*

Показатели качества изготавливаемых железобетонных изделий, такие как точность геометрических размеров, шероховатость поверхности, пористость и другие, во многом определяются чистотой опалубки, в которой производится формование изделий [1, 2]. Процесс чистка и смазки форм для предотвращения прилипания к ним бетонной смеси, требует больших трудозатрат и времени, поэтому на предприятиях стройиндустрии эти операции всячески механизуются и автоматизируются с применением различных специальных машин и оборудования [3, 4].

В настоящее время одним из наиболее эффективных механизированных способов очистки поддонов на предприятиях ЖБИ является чистка форм металлическими щётками большого диаметра. Однако, из-за большой жесткости ворса, щётки не позволяют эффективно очищать невысокие выступающие за плоскость поддона детали, включая вертикальные боковые поверхности. Кроме того, следует учитывать технические требования к точности установки щётки по высоте относительно зеркала поддона [5].

Целью данной статьи является разработка устройства вертикальной щётки для механизированной очистки боковых поверхностей опалубки поддонов, которая позволит увеличить производительность технологической линии, повысить качество железобетонных изделий и улучшить условия эксплуатации форм.

Патентный поиск устройств для очистки поддонов при производстве ЖБИ [6-8] показал, что в рассмотренных патентах не предполагалась очистка боковых поверхностей формы механизированным способом.

В данной работе предлагается существенно сократить время очистки поддонов, совместив процесс очистки горизонтальной поверхности поддона цилиндрической щёткой стационарного устройства, используемого на заводе ЖБИ, с процессом очистки продольных бортов опалубки поддона с помощью устройства разрабатываемой вертикальной щётки. При эксплуатации такой щётки вследствие упругости ворса удастся очистить места, не доступные другим типам щёток, что обеспечит оптимальное качество очищаемой поверхности.

Установка для очистки опалубки поддонов (рис.1) состоит из сварной рамы в виде портала (1), на котором установлены одна горизонтальная (2) и одна вертикальная щётки (3) с индивидуальными приводами.

Назначение горизонтальной щётки – чистка поверхности зеркала поддона. По мере износа ворса горизонтальной щётки производится регулировка ее положения относительно поверхности поддона. Назначение вер-

тикальной щётки – чистка внутренней боковой поверхности продольных бортов опалубки. Для предупреждения попадания бетонной крошки на следующий пост (пост смазки) к раме установки крепится резиновый фартук (5).

Установка для очистки поддонов устанавливается на посту чистки поперечно конвейеру. Щётки вращаются в момент движения поддонов, причем их вращение осуществляется навстречу движению поддонов.

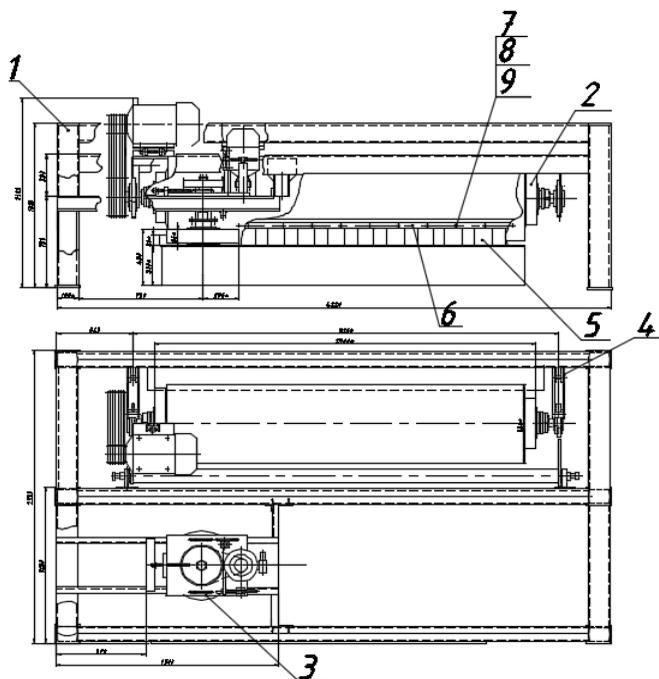


Рис.1. Устройство для очистки опалубки поддонов:

- 1 – рама; 2 – щетка горизонтальная; 3 – щетка вертикальная; 4 – кронштейн;
5 – фартук; 6 – планка; 7 – болт; 8 – гайка; 9 – шайба.

Для осуществления модернизации установки необходимо выбрать конструктивные параметры и характеристики устройства механизма очистки поддонов вертикальной щётки, подобрать электродвигатель и провести кинематический расчет привода вращения щётки, произвести расчеты на прочность основных деталей механизма подачи рабочего органа [9,10].

На рис.2 представлена конструкция вертикальной щетки. В качестве материала для щетки использовалась проволока из высоколегированной стали марки 12Х18Н9 [11].

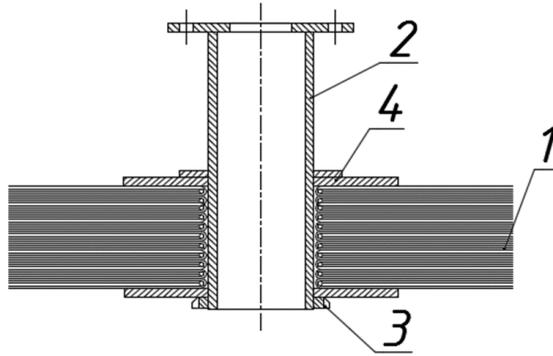


Рис.2. Конструкция вертикальной щетки:
1 – щетка; 2 – корпус; 3 – гайка; 4 – шайба.

Частота вращения щетки определялась по следующей формуле [12]:

$$n_{щ} = \frac{v \cdot 6000 D}{\pi \cdot D_{\omega}} = \frac{6,5 \cdot 6000 D}{3,14 \cdot 65 D} = 250 \text{ об/мин}, \quad (1)$$

где v – скорость вращения щетки, м/с;

$D_{щ}$ – диаметр щетки, мм;

Частота вращения вала электродвигателя определялась по следующей формуле:

$$n_{дв} = n_{щ} \times U_{\text{общ ср}} = 250 \times 3 = 750 \text{ об/мин.}, \quad (2)$$

где $n_{щ}$ – частота вращения щетки, об/мин;

$U_{\text{общ ср}}$ – общее передаточное число.

Потребляемая мощность электродвигателя приводного вала определялась по следующей формуле [13]:

$$P_{\text{потр.дв2}} = P_2 = P_{В2}: \eta_{\text{общ2}} = 3,0:0,95 = 3,1 \text{ кВт}, \quad (3)$$

где $P_{В2}$ – мощность двигателя, кВт;

$\eta_{\text{общ2}}$ – коэффициент полезного действия приводного вала.

В качестве двигателя был выбран электродвигатель 4А112МА6У3 [14].

Ниже приведены технические характеристики установки для очистки поддонов с данными по разрабатываемой вертикальной щеткой.

Техническая характеристика установки для очистки поддонов.

Привод вертикальной щётки

Двигатель, тип:

4А112 МА 6У3

мощность, кВт

7.5

частота вращения, об/мин

750

Передаточное отношение клиноременной передачи:	3
Частота вращения щётки, об/мин.	250
Диаметр щётки, мм	650
Привод горизонтальной щётки	
Двигатель, тип:	4AM200MBУЗ
мощность, кВт :	18,5
частота вращения, об/мин	750
Передаточное отношение клиноременной передачи:	3
Частота вращения щётки, об/мин.	250
Диаметр щётки, мм:	550
Производительность, поддонов/час	не менее 12
Общая установленная мощность, кВт	30
Габаритные размеры, мм	
длина	2355
ширина	4220
высота	1500

Совершенствование процесса очистки вертикальной поверхности поддонов позволит значительно улучшить технические показатели работы установки для очистки, исключит возможность использования ручного труда, обеспечит экономию фонда заработной платы, и, тем самым, положительно повлияет на экономические показатели производства в целом [15].

Библиографический список

1. Механическое оборудование и технологические комплексы: учеб. пособие. / С.М. Пуляев, М.А. Степанов, Б.А. Кайтуков и др. – М.: МГСУ, 2015. –= 480 с.
2. Основы расчёта машин и оборудования предприятий строительных материалов и изделий: учеб. для вузов. / Под ред. В.С. Богданова. – Старый Оскол: «ТНТ», 2013. - 679 с.
3. Руководство по эксплуатации стальных форм при изготовлении железобетонных изделий. – М.: Научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя, 1972.
4. ГОСТ 25781-83. Технические условия. Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. – М.: Министерство строительного, дорожного и коммунального машиностроения; Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР, 1983.
5. Машина для чистки поверхностей форм: пат. 1724476 Российская Федерация / Ю.И. Долинский, Н.Я. Папилов, В.Н.Трусов и др. Оpubл. 07.04.1992.

6. Устройство для чистки и смазки поддонов: пат. 1701541 Российская федерация /В.С. Фридман, Ю.С. Филиппов, В.Д. Тихомирова, Е.Ф Лапир. Оpubл. 30.12.1991.
7. Устройство для очистки форм: пат. 1768395 Российская Федерация /С.В. Крайний, В.Я. Стасюк, В.К. Иванов. Оpubл. 15.10.1992.
8. Пост для чистки и смазки поддонов в линиях для производства железобетонных изделий: пат. 1375462 Российская Федерация / В.М Варешкин, В.П. Пономарев, С.К. Казарин, А.И. Долгушин Оpubл. 23.02.1988.
9. Дипломное и курсовое проектирование механического оборудования и технологических комплексов предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: учеб. пособие для вузов. / В.С. Богданов, А.С. Ильин, В.Я. Дзюзер и др. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 783 с.
10. Машины и оборудование для производства сборного железобетона: Отраслевой каталог / Волков Л.А., Казарин С.К., С.А. Житкова и др. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1990. – 544 с.
11. ГОСТ 18143-72. Межгосударственный стандарт Проволока из высоколегированной коррозионностойкой и жаростойкой стали. Технические условия. - М.: Министерство черной металлургии СССР, 1972.
12. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник. / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. 11-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. – 408 с.
13. Макридина М.Т. Детали машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Макридина М.Т., Макридин А.А. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 165 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28344>.
14. ГОСТ 20459-87. Машины электрические вращающиеся. Методы охлаждения. Обозначения. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987.
15. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЕТОНОУКЛАДЧИКА С РАЗРАБОТКОЙ ПРИВОДА ПОВОРОТА БУНКЕРА

*Рыжов С.И., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Васильев В.Г., доц., к.т.н.*

Одной из ответственных и трудоемких операций при производстве железобетонных изделий и конструкций является процесс формирования изделий, начинающийся с укладки бетонной смеси в форму, которая осуществляется в большинстве случаев с помощью бетоноукладчиков [1, 2].

Целью данной работы является разработка принципиально новой конструкции бетоноукладчика с поворотным бункером для адресной подачи бетонной смеси, что позволит формировать ЖБИ различной номенклатуры.

Для решения поставленной цели нами был проведен патентный поиск, задачей которого было нахождение технических и технологических решений, которые помогут повысить качество и себестоимость производства ЖБИ.

Патентный поиск показал, что в известных изобретениях [3, 4, 5] основным недостатком является отсутствие возможности дозированной подачи бетонной смеси в форму, что затрудняет качественное изготовление строительных изделий различной конфигурации.

Бетоноукладчик с разрабатываемым приводом поворота бункера представлен на рис. 1.

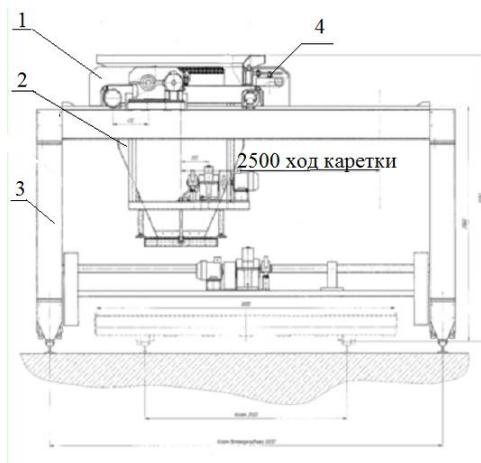


Рис. 1. Бетоноукладчик с поворотом бункера (вид сбоку):
1 – каретка, 2 – бункер, 3 – стойка, 4 – привод поворота.

На рис. 2 представлен проектируемый бетоноукладчик, вид сверху.

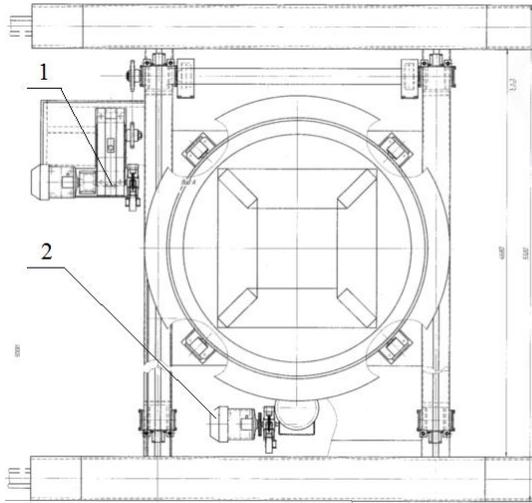


Рис. 2. Бетоноукладчик с поворотом бункера (вид сверху):
1 – привод каретки; 2 – привод поворота.

Для модернизации бетоноукладчика необходимо провести расчёты приводов поворота бункера, передвижения бетоноукладчика и каретки, расчет цепной передачи и прочностные расчеты деталей бетоноукладчика.

Произведем расчет привода поворота бункера, по которому мы выбираем необходимый электродвигатель и редуктор.

Расчёт привода поворота бункера проведем по формуле [6]:

$$W = (Q+G)(2\mu+d)/D, \quad (1)$$

где W – сопротивление качению в опорных роликах, Н;

η – КПД привода, $\eta = 0,8$;

Q – сила тяжести бетонной смеси в бункере, $Q=72000$ Н;

G – сила тяжести бункера, $G=10000$ Н;

D – наружный диаметр опорного ролика, $D=0,3$ м;

d – внутренний диаметр опорного ролика, $d=0,03$ м;

μ – коэффициент трения, $\mu=0,4-0,8$;

f – коэффициент трения качения, выбираем равным $f = 0,015$.

$$W = (72000+10000)(2 \cdot 0,4+0,015 \cdot 0,03)/0,2=221400 \text{ Н};$$

Определим сопротивление качению в ограничивающих роликах:

$$W1 = R(2\mu+d)/D, \quad (2)$$

где $W1$ – сопротивление качению в ограничивающих роликах, Н;

$$W1 = 164(2 \cdot 0,4+0,015 \cdot 0,03)/0,2=4428;$$

$$R=(Q+G) 0,002= 164 \text{ Н}, \quad (3)$$

где R – сопротивление передвижению бетоноукладчика по рельсовым путям, H .

Угловую скорость вращения вала определим по формуле:

$$\omega = \pi \cdot n / 30 = 3,14 \cdot 3,5 / 30 = 0,36 \text{ рад/с}, \quad (4)$$

где ω – угловая скорость вращения вала, рад/с;

$$n = 3,5 \text{ об/мин.}$$

Мощность электродвигателя привода поворота бункера определим по формуле [6]:

$$N = (W + W_1) \omega / \eta; \quad (5)$$

$$N = (221400 + 4428) 0,36 / 0,8 = 1016 \text{ Вт.}$$

Выбираем электродвигатель 4А100Л6У3: $N_{\text{дв}} = 2,2 \text{ кВт}$, $n_{\text{дв}} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ (синхронная частота вращения), а рабочая частота вращения $n_{\text{дв}} = 880 \text{ мин}^{-1}$; $M_{\text{макс}}/M_{\text{ном}} = 2,2$; $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}} = 2,0$; $M_{\text{мин}}/M_{\text{ном}} = 1,6$; $G_p D_{\text{дв}}^2 = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$, масса которого равна 42 кг [7].

Выбираем редуктор типа Ц2У. Наиболее подходящим для поворота бункера является редуктор Ц2У-200-40-14КУ2 с передаточным числом $i = 40$. Этот редуктор рассчитан на передачу мощности 10 кВт при числе оборотов ведущего вала не более 1500 в минуту, $m = 170 \text{ кг}$ [7].

Технические характеристики бетоноукладчика с разрабатываемым приводом поворота бункера представлены ниже на рис. 3.

<i>Техническая характеристика</i>		<i>9.2. Редуктор:</i>	
1. Емкость бункера, м ³ –	-2,5	тип – Ц2У-200	
2. Скорость передвижения бетоноукладчика, м/мин –	-11	9.3. Тормоз – ТКТ-100	
3. Скорость передвижения каретки, м/мин –	-3,5	9.4. Передача от привода к ведущим колесам – зубчатая	
4. Скорость вращения бункера, об/мин –	-5000	10. Привод поворота бункера:	
5. Колея бетоноукладчика (по осям рельсов) –	-2500	10.1. Электродвигатель	
6. Колея каретки (по осям рельсов) –	-180	тип – 4А100Л6У3	
7. Угол поворота бункера, градусы –		мощность, кВт – 2,2	
8. Привод бетоноукладчика:		скорость вращения, об/мин – 1000	
8.1. Электродвигатель:		10.2. Редуктор	
тип – 4А100Л6У3		тип – Ц2У-200	
мощность, кВт – 2,2		10.3. Тормоз – ТКТ-100	
скорость вращения, об/мин – 1000		11. Привод затвора питателя:	
8.2. Редуктор:		11.1. Электродвигатель:	
тип – Ц2У-200		тип – 4А100Л6У3	
8.3. Тормоз – ТКТ-100		мощность, кВт – 2,2	
8.4. Передача от двигателя к редуктору – клиноременная		скорость вращения, об/мин – 1000	
8.5. Передача от редуктора к ведущему колесу – цепная		11.2. Редуктор:	
8.6. Общее передаточное число привода –		тип – Ц2У-200	
9. Привод хода каретки:		11.3. Тормоз – ТКТ-100	
9.1. Электродвигатель:			
тип – 4А100Л6У3			
мощность, кВт – 2,2			
скорость вращения, об/мин – 1000			

Рис. 3. Технические характеристики бетоноукладчика с разрабатываемым приводом поворота бункера.

Техническим результатом использования предлагаемой модернизации бетоноукладчика является возможность четкой ориентации раздаточного

окна бункера и возможность дозированной подачи бетонной смеси в форму.

Использование бетоноукладчика с поворотным бункером будет способствовать уменьшению металлоёмкости и увеличению производительности бетоноукладчика, сокращению времени пребывания формы на формовочном посту, снижению трудозатрат и повышению качества выпускаемых железобетонных изделий.

Библиографический список

1. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.
2. Васильев В.Г. Выбор параметров вибрационных воздействий при формировании железобетонных изделий // Механизация строительства. 2017. № 11. С.21-25.
3. Обухов А.И., Меркулов Н.И. и др. Бетоноукладчик для формирования изделий из бетонных смесей [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://bd.patent.su>.
4. К. И. Миловидов, Г. Г. Месенев, Обухов А.И. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://bankpatentov.ru>.
5. Вахрушев М.П.; Обухов А. и др. Бетоноукладчик [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru>.
6. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник. / М.Н.Иванов, В.А.Финогенов. 11-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. – 408 с.
7. Механическое оборудование и технологические комплексы: учеб. пособие / С.М.Пуляев, М.А.Степанов, Б.А.Кайтуков и др. – М.: МГСУ, 2015. – 480 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

*Силаев К.А., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ НИУ МГСУ
Научный руководитель – Кайтуков Б.А., доц., к.т.н.*

В настоящее время широкое распространение получили безнапорные железобетонные трубы, которые используются в качестве водопропускных, канализационных, дренажных и ливневых для отвода сточных вод. В нашей стране около 60% подземных трубопроводных коммуникаций уже исчерпали нормативный срок службы и около 30% городских безнапорных водоотводящих трубопроводов требуют срочного ремонта и замены [1, 2].

Производство таких труб осуществляется следующим образом. Рас-трубная часть трубы в начальный момент уплотняется вибростолом, на который в процессе формования опирается поддон-раструбообразователь. Заглаживание внутренней поверхности трубы производится специальным кольцом (юбкой), закрепленным к нижнему торцу формующей головки (рис.1).

Для уплотнения бетонной смеси методом радиального прессования при изготовлении безнапорных железобетонных труб диаметром 300...600 мм в нашей стране выпускается станок СМЖ-194 (рис. 2).

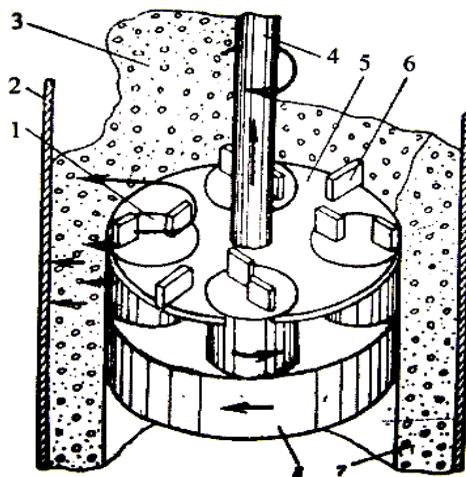


Рис. 1. Схема формования:

1 – ролик, 2 – форма, 3 – бетонная смесь, 4 – приводной вал, 5 – распределительный диск, 6 – скребковая лопасть, 7 – отформованное изделие, 8 – заглаживающий цилиндр.

ним зачастую обращаются с заказами по производству труб нестандартных диаметров ($D_u = 350, 450, 550, 650$ мм), но выпуск данной продукции надлежащего качества является затруднительным в связи невозможностью поддержания трубоформовочными машинами соответствующих параметров [5, 6].

На качество производства труб и эффективность работы трубоформовочного станка оказывает влияние, все элементы, но в основном режим работы формирующей головки и его конструктивное исполнение. Данная головка является патентным изобретением, имеющая номер 679400, её авторы В.Н. Полежаев, С.К. Казарин и Н.Е. Королёв (рис. 3).

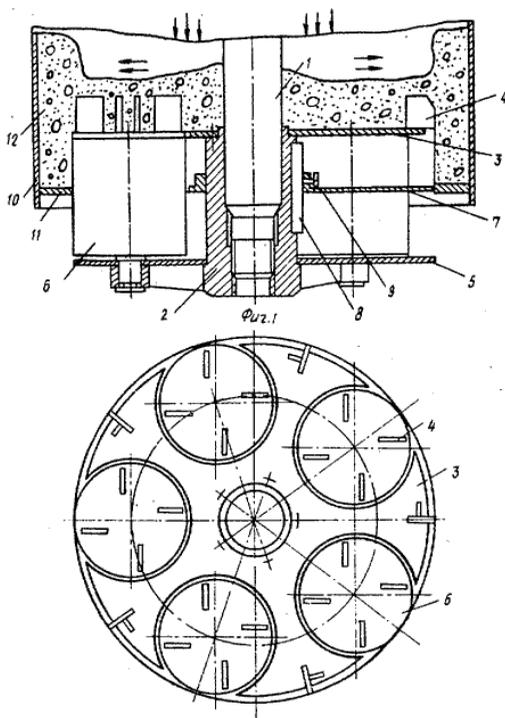


Рис. 3. Существующая компактная установка:

1 – вертикальный подвижный приводной вал, 2 – ступица, 3 – верхний распределительный диск, 4 – лопасти, 5 – нижний диск, 6 – укатывающий ролик, 7 – отражательная диафрагма, 8 – шпонка, 9 – болт, 10 – наружная форма, 11 – поддон, 12 – бетонная смесь.

Недостатком этой головки, является то, что при формировании армированных труб часть формируемой массы, набрасываемой метателями на стенки наружной формы, задерживается арматурным каркасом, создавая частичное экранирование

Недостатком известной головки станка радиального прессования трубчатых изделий из бетонных смесей является значительный износ направляющего цилиндра из-за выдавливания бетонной смеси нижней частью уплотняющих роликов и частичного разрушения внутренней поверхности формуемой трубы вдавливания частиц смеси [7].

В результате патентных исследований нами была предложена конструкция головки, которая обеспечивает равномерное и постоянное давление. Это обеспечивает повышение качества труб: более равномерное распределение и уплотнение смеси, повышение степени уплотнения и поддержание прессующего давления на требуемом уровне.

Библиографический список

1. Механическое оборудование и технологические комплексы: учеб. пособие / С.М.Пуляев, М.А.Степанов, Б.А.Кайтуков и др. – М.: МГСУ, 2015. – 480 с.

2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.

3. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.

4. Технологические комплексы и механическое оборудование предприятий строительной индустрии: Учебное пособие / Под ред. В.С.Богданова и А.С.Ильина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 528 с.

5. Энциклопедия [<https://ru.wikipedia.org>]. Режим доступа свободный.

6. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87-90.

7. База патентов [<http://patents.su>]. Режим доступа свободный.

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КОРПУСНОЙ ДЕТАЛИ РУЧНОГО ЭЛЕКТРОМОЛОТКА

*Стракович В.Е., студент 5-ого курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., проф., к.т.н.*

На сегодняшний день одним из главных направлений модернизации является применение новых полимерных материалов, для изготовления корпусов электроинструментов, разработка новых процессов производства и технологических методов изделий.

Первый шаг, при производстве корпусных деталей является создание 3D модели в пространственном проектировании. После проектирования модели переходят к следующему шагу, а именно к трехмерной печати с помощью 3D принтера. Использование таких принтеров очень облегчило работу производства, так как с его помощью можно в короткие сроки и с минимальными затратами изготовить необходимую корпусную деталь. Такой метод производства, а именно, получение готового изделия по данным пространственного проектирования получил название «аддитивные технологии».

Основным методом изготовления изделия по аддитивной технологии является формирование детали из полимерных материалов при помощи термического или другого воздействия, при помощи которой задается необходимая форма. Прототип изделия дает информацию о внешнем виде, габаритно-массовых характеристиках, а также оценку соответствия эксплуатационных свойств необходимым требованиям.

Далее подробно рассмотрим процедуру реализации базовой функциональности с применением аддитивных технологий для анализа работы изделия в целом.

Процесс создания корпуса ручного электромотка с использованием макета состоит из нескольких шагов:

1. Разработка 3D-модели.
2. Проведение основных расчетов с помощью специализированной программы.

Основной критерий при разработке корпуса, это прочность. Существуют две причины выхода из строя детали:

1. Большая остаточная деформация. Остаточная деформация приводит к изменению формы детали, соответственно и к изменению ее размеров, что в свою очередь влечет изменение характера сопряжения деталей.
2. Разрушение детали.

Перед тем, как запустить деталь в производство проводят испытание корпуса ручного электромотка на ударную вязкость при помощи маятникового копра. В нашем случае используется маятниковый копер ХР-05.

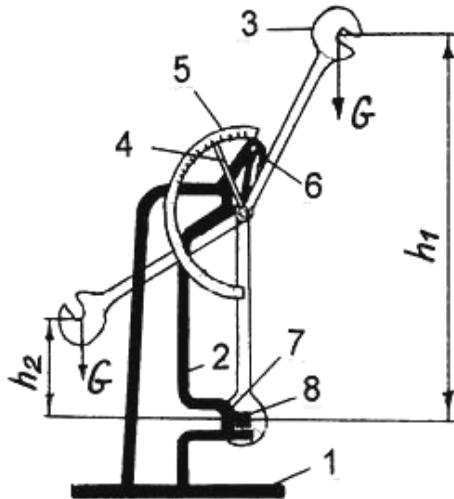


Рис. 1.

Описание установки. Испытание на ударную вязкость проводится на маятниковом копре ХР-05, схема которого показана на рис. 1. Копер состоит из массивного основания 1 с двумя вертикальными стойками 2. К верхней части этих стоек на горизонтальной оси подвешен маятник 3, представляющий собой плоский стальной диск с вырезом. Кроме того, на оси маятника установлена стрелка 4, напротив которой к стойке 2 прикреплена шкала 5 для отсчета затрат энергии на разрушение образца. Для фиксации маятника в исходном верхнем положении предусмотрена защелка 6.

На стойках 2 предусмотрены опоры 7 для установки образцов 8 из испытуемого материала. Расстояние между опорами 7 регулируется в пределах от 40 до 70 мм (см. рис.3, а). Для образцов толщиной 5 мм и менее, расстояние между опорами 7 принимают $40 \pm 0,2$ мм, а для образцов толщиной более 5 мм – $70 \pm 0,2$ мм.

При проведении испытаний маятник 3 поднимают вверх и фиксируют защелкой 6. Стрелку 4 устанавливают на нуль, а на опоры 7 помещают испытуемый образец 8. Затем, повернув защелку 6, отпускают маятник 3, который при своем падении разрушит образец и, двигаясь далее, переместит стрелку 4 по шкале 5, на которой считывают величину энергии, сохраненной маятником после разрушения образца. Образец устанавливают на нижних опорах копра симметрично относительно опор и так, чтобы надрез был обращен в сторону, противоположную направлению удара.

В процессе эксплуатации детали могут возникнуть внешние факторы, из-за которых материал становится более хрупким, а именно:

1. возникновение ударных нагрузок;
2. низкие температуры;

3. появление концентраторов напряжений – надразов, раковин, трещин.

С увеличением значения ударной вязкости, увеличивается способность материала сопротивляться динамической нагрузке. Образцы, изготовленные из хрупких материалов, ломаются легко, с малой затратой работы на разрушение. Образцам, выполненным из пластичных материалов, необходимо на разрушение больше энергии. Перед началом производства детали все материалы, воспринимающие динамические нагрузки, испытывают на удар.

Удельной ударной вязкостью a материала называют отношение работы ΔW_F , затраченной маятником на разрушение стандартного образца к площади его поперечного сечения A в месте излома.

$$a = \frac{\Delta W_F}{A} \left[\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^2} \right]$$

Для обозначения ударной вязкости при различных температурах использует цифровой индекс, соответствующий температуре испытания. Например, KCT^{+30} —ударная вязкость, определенная на образце с Т-образным концентратором при + 30 °С. В ГОСТ 9454-78 рекомендуется при обозначении ударной вязкости указывать также максимальную энергию удара маятника, Дж, глубину концентратора, мм, в испытанном образце и его ширину, мм. Например, $KCT^{+30} 80/2/6,2$ —ударная вязкость, при 30 °С на копре с максимальной энергией удара маятника 80 Дж при глубине концентратора 2 мм и ширине образца 6,2 мм.

По итогу, после проведения испытаний, мы узнаем энергию потерь $W_{\text{потерь}}$, работу разрушения для образца по шкале копра, удельную ударную вязкость для образца.

Данное испытание будет проводиться в период прохождения преддипломной практики.

Библиографический список

1. Кудрявцев Е.М. КОМПАС-3D. Проектирование в машиностроении. Учебное пособие. – М., 2009.
2. КОМПАС-3D V8. Наиболее полное руководство. Учебное пособие. – М., 2006.
3. Авдеев Б.А. Техника определения механических свойств материалов. – М., 1965.
4. Дроздов А.Н., Степанов В.В. Математические модели ручных машин для строительного-монтажных работ с примерами реализации. Учебное пособие. – М., 2016.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РУЧНЫХ ШУРУПОВЕРТОВ

*Фролов Д.В., студент 3 курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., проф., к.т.н.*

Введение

Аккумуляторный шуруповерт – это ручной сборочный электрический инструмент ударного/безударного режимов работы, предназначенный для закручивания/откручивания шурупов, самонарезающих винтов, дюбель-гвоздей, глухарей по дереву, металлу или пластику. Исследуемые машины оснащены регулируемой муфтой предельного момента, двухпозиционным переключателем скоростного режима, переключателем направления вращения, патроном кулачкового типа.

В адрес лаборатории корпоративной кафедры Малая механизация строительства НИУ МГСУ от ООО «Стенли Блэк энд Деккер» поступило обращение с просьбой провести испытания 13 моделей шуруповертов разных производителей, разбитых по трем размерным группам.

В рамках поставленной задачи для каждой из представленных моделей нами были определены:

1. Развиваемый крутящий момент M при жестко защемленном шпинделе в ударном режиме (на тorsiоне в лабораторных условиях)
2. Развиваемый крутящий момент M^{cm} при остановленном двигателе в безударном режиме (на тorsiоне в лабораторных условиях)
3. Производительность аккумуляторной батареи, измеренная в количестве закрученных саморезов Q на один полный заряд (в производственных условиях)
4. Производительность шуруповерта, выраженная во времени t , затраченном на сверление деревянной заготовки поперек волокон (в производственных условиях).

Таблица 1

Инструменты, участвующие в тестах, и их паспортные характеристики

Присвоенный номер	Модель	Вес, кг	Макс. диаметр сверла, мм	Частота ударн/безуд, об/мин	Емкость аккумулятора, А·ч
A-1	STANLEY SCD12S2-RU	1	10	1500	1,5
A-2	Bosch GSR 120-LI	1	8/20	1300	1,5
A-3	Makita DF331DWYE	1,1	10/21	1700	1,5
A-4	DEWALT DCD710C2	1,1	10/20	1500	1,3
B-1	STANLEY SCD20S2K-RU	1,6	13/38	1500	1,5
B-2	Bosch GSR 180-LI	1,6	10/35	1700	1,5
B-3	Metabo BS 18	1,3	10/20	1600	2

B-4	Makita DF457DWE (G-series)	1,7	13/36	1400	1,1
B-5	DEWALT DCD771S2	1,6	13/30	1500	1,5
C-1	STANLEY SBD 20S2K-RU	1,2	13/35	1700	1,5
C-2	MakitaDDF459SYE	1,5	13/38	1500	1,5
C-3	Bosch GSR 18V-ES	1,9	13/38	1700	1,5
C-4	DEWALT DCD777S2T	1,5	13/30	1750	1,5

Лабораторное измерение крутящего момента. Методика измерений

Наиболее подходящим средством измерения крутящего момента шуруповерта в лабораторных условиях является торсион с тензометрическим мостом.

Устройство представляет собой упругий вал, один конец которого жестко приварен к опоре, а другой оканчивается разъемом для соединения со шпинделем шуруповерта. Тензометрический мост, расположенный на торсионе, приклеен таким образом, чтобы фиксировать деформации, возникающие при скручивании упругого вала. Регистрация показаний датчиков осуществляется системой сбора данных, затем в ходе анализа данных программным обеспечением получают осциллограммы приложенного крутящего момента.

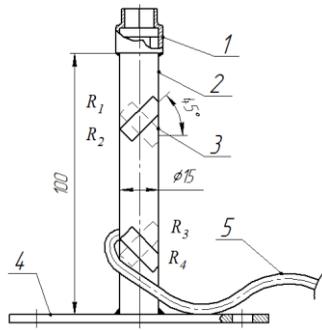


Рис. 1. Торсион для измерения крутящего момента:

1 – головка с квадратом; 2 – торсион; 3 – тензорезисторы; 4 – основание; 5 – соединительный кабель Ethernet

Тарировка изготовленного динамометра осуществлялась с помощью ручного динамометрического ключа, точность которого гарантируется производителем.

Методика испытаний

Для каждого шуруповерта, участвующего в тесте, было проведено по семь измерений: 2 на втором скоростном режиме, 3 на первом скоростном режиме, при остановленном двигателе 1 на первом и 1 втором скоростном режиме.

Таблица 2

Результаты лабораторных тестов шуруповертов

Но- мер	Модель	М ^{ст} , Нм скорость 2	М ^{ст} , Нм скорость 1	М ^{уд} , Нм скорость 2	М ^{уд} , Нм скорость 1
A-1	STANLEY SCD12S2-RU	11,5	22,5	11	4,25
A-2	Bosch GSR 120-LI	10,7	23,6	8,6	3,9
A-3	Makita DF331DWYE	23	32,3	7,3	5,2
A-4	DEWALT DCD710C2	15,2	33,9	11,4	5,1
B-1	STANLEY SCD20S2K-RU	35,3	54,9	22,1	14,2
B-2	Bosch GSR 180-LI	22,8	48,6	19,4	9,1
B-3	Metabo BS 18	25,3	64,5	12,5	4,9
B-4	Makita DF457DWE (G-series)	29,8	67,9	13,9	6,1
B-5	DEWALT DCD771S2	40,7	65	21,4	13,4
C-1	STANLEY SBD 20S2K-RU	14	32	18	8
C-2	Makita DDF459SYE	20	32	15	5,8
C-3	Bosch GSR 18V-ES	9,5	17	16	7,5
C-4	DEWALT DCD777S2T	32	82,4	18,8	7,3

Производственные испытания Методика измерений

После этапа лабораторных тестов исследуемые шуруповерты были испытаны в производственных условиях для моделирования реальных операций закручивания саморезов и сверления отверстий в деревянных заготовках

Во всех производственных тестах были использованы следующие материалы и оснастка:

- заготовки – брус из сосны;
- самонарезающие винты с шестигранной головкой – диаметр 8 и 6 мм;
- самонарезающие винты 3,2*100 мм;
- сверло по дереву – диаметр 10 мм.

Контролируемыми параметрами во всех тестах являлись:

- 1) количество глухарей, закрученных на одном заряде аккумуляторной батареи;
- 2) время сверления отверстий глубиной 100 мм.

Сбор и анализ данных

Для каждого шуруповерта, участвующего в тесте, было проведено по пять измерений. Серия из пяти опытов была продублирована для трех операторов. Ввиду больших временных затрат на определение производительности аккумуляторов Q, эти испытания проводились без дублирований.

Таблица 3

Результаты производственных тестов шуруповертов

Но-мер	Модель	Д свер-ла, мм	t, с	Глухарь, D, мм	Q, шт.	Само-рез, 3,2 мм
A-1	STANLEY SCD12S2-RU	10	5,1	6*	48	234
A-2	Bosch GSR 120-LI		4,9	6*	58	282
A-3	Makita DF331DWYE		4,7	8	65	423
A-4	DEWALT DCD710C2		4,6	6*	77	375
B-1	STANLEY SCD20S2K-RU		5,0	8	87	566
B-2	Bosch GSR 180-LI		3,4	8	89	579
B-3	Metabo BS 18		4,1	8	85	553
B-4	Makita DF457DWE (G-series)		5,3	8	120	780
B-5	DEWALT DCD771S2		3,3	8	58	377
C-1	STANLEY SBD 20S2K-RU		1,66	8	61	396
C-2	Makita DDF459S YE		1,93	8	100	650
C-3	Bosch GSR 18V-ES		1,99	8	83	540
C-4	DEWALT DCD777S2T		3,0	8	141	916

Итоги

В рамках программы научно-исследовательских испытаний электроинструмента наиболее покупаемых в России торговых марок состоялось тестирование аккумуляторных дрелей-шуруповёртов. Испытания проводились по классической схеме, с максимально возможной точностью, имитирующей реальные условия эксплуатации инструмента. Сначала на специальном стенде измерялись максимальные значения развиваемого мягкого крутящего момента, чтобы определить возможности каждой из представленных моделей с точки зрения работы с крепежными элементами. Затем выполнялось серийное закручивание саморезов 6x50 мм (с подсчетом их количества) на одном заряде аккумулятора в сосновый брус естественной влажности: цель – косвенно оценить реальную емкость аккумуляторных батарей и проверить эффективность расходования энергии.

Библиографический список

1. Проспекты фирм: STANLEY DLACK AND DECKER; BOSCH; MAKITA; METABO.
2. Немец И. Практическое применение тензорезисторов. – М., Энергия, 1970.
3. «Неутомимая рука». Тест аккумуляторных отвёрток. // СПРОС. 2008. № 1. С. 15-19.
4. Тест дрелей-шуруповёртов. // СПРОС. 2010. № 7-8.
5. Шуруповёрт... Просто шуруповёрт... // Потребитель. Инструменты. 2011. № 11. С. 80
6. Полетаев А. «Герои нашего времени». Тест аккумуляторных дрелей-шуруповёртов с напряжением аккумулятора 14,4 вольт. // Дрель До Дыр. 2011. № 4. С. 32-43.
7. «Как зарядишь, так и закрутишь». Тест аккумуляторных дрелей. // СПРОС. 2007. № 10. С. 19-23.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТОЛКАТЕЛЯ ПОДДОНОВ С ЖБИ В КАМЕРУ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ

*Чегодаев С.В., студент 4 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Васильев В.Г., доц., к.т.н.*

К основным задачам совершенствования оборудования в производстве железобетонных изделий и конструкций относится разработка и модернизация основного и вспомогательного технологического оборудования с целью повышения его производительности и снижения себестоимости выпускаемой продукции [1, 2].

На заводах по производству бетона и железобетона транспортирующие машины являются неотъемлемой частью технологического процесса, которые обеспечивают бесперебойную подачу не только сырья и полуфабрикатов к технологическому оборудованию, но своевременный вывоз готовых изделий, тем самым способствуют повышению производительности труда и увеличению выпуска продукции, а также позволяют решать вопросы комплексной механизации транспортно-технологических процессов, экономичности и удобства эксплуатации [3, 4].

Патентный поиск оборудования, используемого для механизации и автоматизации процессов загрузки-разгрузки поддонов с железобетонными изделиями в камеру тепловой обработки, показал, что для этих целей обычно применяются приводы конвейеров, выполненные в виде гидроцилиндров циклического действия, двухконтурные гидравлические системы с питателями, пневматические механизмы [5].

Применение гидравлических и пневматических устройств существенно усложняют устройство подачи поддонов с изделиями, кроме того, эти устройства требуют значительных капитальных вложений, больших трудозатрат, не обладают гибкостью технологий. Эти недостатки приводят к необходимости разработки устройств с применением новых решений, удовлетворяющих современным требованиям.

В работе предложено усовершенствовать толкатель для заталкивания поддонов со свежееотформованными изделиями в предусмотренный ярус стеллажа камеры тепловлажностной обработки и подачи поддона с готовым изделием на пост распалубки.

Толкатель усовершенствован путём замены гидравлического привода на электромеханический при соблюдении заданных технологических параметров, выбранных габаритных и скоростных параметров.

В процессе разработки толкателя была рассмотрена конструкция существующего подъёмного устройства, и было предложено использовать электромеханический привод с цепной передачей вращения от электродвигателя на приводной вал толкателя.

Платформа изображена на рис. 1. Платформа состоит из двух подрельсовых балок, связанных между собой поперечными балками, вдоль оси

платформы расположены направляющие балки, по которым перемещается толкатель. Привод толкателя – в конце платформы.

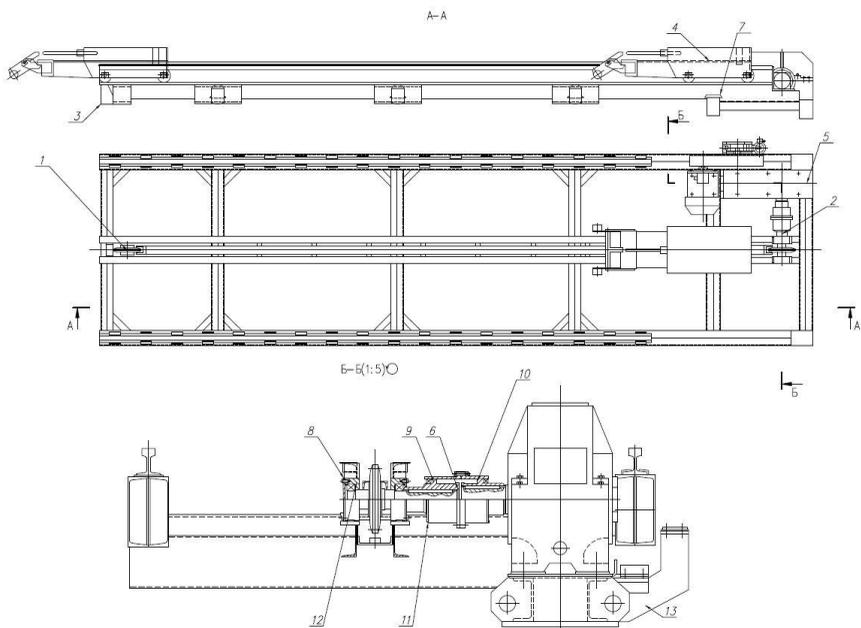


Рис. 1. Платформа:

1 – звездочка, 2 – вал, 3 – рама, 4 – толкатель, 5 – привод, 6 – шайба торцовая, 7 – подкладка, 8 – крышка, 9 – полумуфта, 10 – полумуфта, 11 – крышка, 12 – корпус, 13 – ребро

Тихоходный вал редуктора с помощью зубчатой муфты соединен с приводным валом толкателя. Впереди платформы расположены ведомая звездочка, которая одновременно является и натяжной. Цепь привода толкателя представляет собой замкнутый контур. Корпус толкателя соединяется с приводной цепью с помощью специального пальца.

Ход толкателя ограничивается срабатыванием конечных выключателей, которые входят в узел командоаппарата, с помощью рукава соединенного с приводным валом толкателя. Каретка толкателя имеет утапливаемый гусак для затаскивания формы с изделием из яруса на платформу и жесткий упор для выталкивания ее на стан. Кроме того, на раме платформы установлен узел конечного выключателя, контролирующий наличие вагонеток в крайнем заднем положении [6]. Привод толкателя изображен на рис. 2.

Привод толкателя размещается в конце платформы и состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, редуктора и тормоза [6].

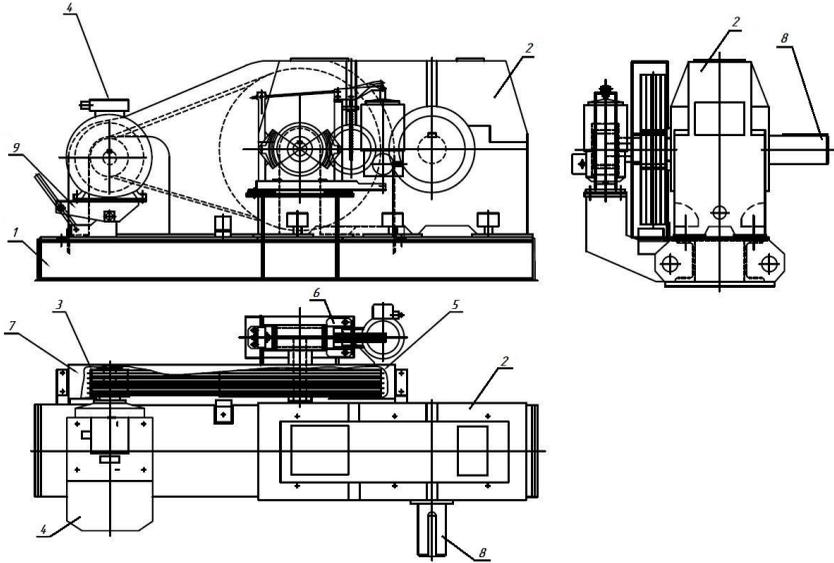


Рис. 2. Привод толкателя:

1 – рама, 2 – редуктор, 3 – шкив ведущий, 4 – электродвигатель, 5 – шкив ведомый, 6 – тормоз, 7 – ограждение, 8 – выходной тихоходный вал редуктора, 9 – установка двигателя с механизмом натяжения

Задачами работы явились:

- определение усилия, необходимого для проталкивания поддона с свежееотформованным железобетонным изделием в секцию стеллажа для тепловлажностной обработки;
- подбор электродвигателя, редуктора, выбор тормоза, расчет клиноременной передачи и выбор приводной цепи привода передвижения толкателя;
- расчет подшипников на долговечность;
- расчет крепления венца звездочки на приводном валу;
- прочностные расчеты деталей привода.

Усилие, необходимое для проталкивания поддона с железобетонными изделиями в секцию стеллажа для тепловлажностной обработки определим по формуле [7]:

$$T_1 = \frac{Q_{расч} (2\mu + f d_n)}{D_{зв}}, \text{ Н}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент трения качения колеса по рельсу, $\mu = 0,0005 \dots 0,0008$ м;

f – коэффициент трения в подшипниках вала звёздочки, для подшипников качения $f=0,015$;

d_n – диаметр подшипника, $d_n = 80$ мм;

$D_{зв}$ – диаметр звёздочки, $D_{зв} = 352$ мм.

$$T_1 = \frac{95000 \cdot (2 \cdot 0,0008 + 0,015 \cdot 0,08)}{0,352} = 755 \text{ Н.}$$

Полученное значение усилия используем для подбора электродвигателя привода.

Окружное усилие, возникающее в зацеплении зубчатых колес редуктора, определим из соотношения

$$F_1 = 0,364 \cdot T_1, \text{ Н,} \quad (2)$$

$$F_1 = 0,364 \cdot 755 = 275 \text{ Н.}$$

Принимаем для расчета $F_{1\text{расч}} = 0,5 \text{ кН.}$

Мощность на приводном валу рассчитывается по формуле [8]:

$$P_{B_2} = F_1 \cdot V, \text{ кВт,} \quad (3)$$

где $V = 6,0 \text{ м/мин}$ – окружная скорость вала привода перемещения.

$$P_{B_2} = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ кВт.}$$

Исходя из полученной мощности на приводном валу, подбирается электродвигатель. Выбираем электродвигатель 4А112МА6У3 [9].

Технические характеристики привода представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики

Двигатель, тип	4А112МА6У3
Мощность, кВт	3,0
Частота вращения вала, об/мин	1000
Редуктор, тип	Ц2У-250-40
Передаточное число	40
Передача от двигателя к редуктору	Клиноременная
Передаточное число	4,6
Общее передаточное число привода	184
Тормоз, тип	ТКГ200-У2
Габаритные размеры, мм	
длина	1950
ширина	860
высота	885

Данная модернизация потребовала произвести следующие расчеты [10]:

- частоты вращения выходного вала редуктора

$$n_{в.в.} = \frac{n_{дв}}{i_{общ}}, \text{ об/мин}, \quad (4)$$

где $n_{дв}$ – частота вращения электродвигателя, об/мин;
 $i_{общ}$ – общее передаточное число привода.

$$n_{в.в.} = \frac{1000}{184} = 5,43 \text{ об/мин};$$

– номинального крутящего момента

$$M = 9550 \cdot \frac{N_{дв} \cdot i_{общ} \cdot \eta_{пр}}{n_{дв}}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (5)$$

где $N_{дв}$ – мощность электродвигателя, кВт;
 $\eta_{пр}$ – КПД привода, принимается 0,9,

$$M = 9550 \cdot \frac{3 \cdot 184 \cdot 0,9}{1000} = 4744, \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Номинальный крутящий момент на выходном валу при длительной работе с постоянной нагрузкой принимаем равным $M_n = 5000$ Н·м.

Таким образом, за счет внедрения электромеханического привода, позволяющего сократить время выполнения операции загрузки поддонов со свежеотформованным изделием в камеру тепловлажностной обработки и, соответственно, выгрузки поддонов с готовым изделием, возможно снижение себестоимости выпускаемой продукции и повышение культуры производства.

Библиографический список

1. Технологические комплексы и механическое оборудование предприятий строительной индустрии: Учебное пособие / Под ред. В.С.Богданова и А.С.Ильина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 528 с.
2. Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий: учеб. для вузов. – М.: Альянс, 2009. – 366 с.
3. Механическое оборудование и технологические комплексы: учеб. пособие. / С.М.Пуляев, М.А.Степанов, Б.А.Кайтуков и др. – М.: МГСУ, 2015. – 480 с.
4. Основы расчёта машин и оборудования предприятий строительных материалов и изделий: учеб. для вузов. / Под ред. В.С. Богданова. – Старый Оскол: «ТНТ», 2013. – 679 с.
5. Сайт ФИПС [Электронный ресурс]. – М.: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>, свободный.

6. Машины и оборудование для производства сборного железобетона: Отраслевой каталог / Волков Л.А., Казарин С.К., С.А.Житкова и др. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1990. – 544 с.
7. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198-200.
8. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник. / М.Н.Иванов, В.А.Финогенов. 11-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. – 408 с.
9. Макридина М.Т. Детали машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Макридина М.Т., Макридин А.А. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 165 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28344>.
10. Дипломное и курсовое проектирование механического оборудования и технологических комплексов предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: учеб. пособие для вузов. / В.С. Богданов, А.С. Ильин, В.Я. Дзюзер и др. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 783 с.

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Чемоданова А.И., студентка 2 курса 15 группы ИИЭСМ

На территории северных районов России не так давно были открыты запасы природного газа и нефти. Соответственно, освоение таких территорий сегодня должно сопровождаться проведением больших объёмов строительного-монтажных работ в короткие сроки [6].

Основные факторы, которые осложняют и увеличивают стоимость строительства на северных территориях, заключены в суровых природно-климатических условиях, разобщённости и слабом развитии транспортных связей. Также строительной индустрии рассматриваемого региона необходим высококачественный крупный заполнитель для изготовления прочных и долговечных бетонов. При доставке его из других районов значительно увеличиваются транспортные расходы и, как следствие, повышается стоимость бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Мелкие же кварцевые пески, которые распространены на указанной территории, в соответствии с действующими стандартами, не могут быть применены для приготовления бетона, соответственно, получить прочные и долговечные бетоны посредством традиционных технологических приёмов в этих условиях достаточно сложно [4].

Возможным вариантом, позволяющим решить данную проблему, может стать новый способ технологии бетона, основанный на пропитке его различными композициями. Уплотнение структуры бетона в результате пропитки значительно увеличивает его прочность, морозостойкость, стойкость к агрессивным средам, существенно улучшает целый ряд других его свойств. Необходимо отметить, что из-за применения указанной технологии стоимость бетонных и железобетонных изделий и конструкций значительно увеличивается. Соответственно, необходимо определить, в каких областях применение пропитанных бетонов будет достаточно обосновано. В частности, при помощи технологии пропитки бетонов можно решить ряд ключевых проблем, связанных с разрушением несущих конструкций зданий и фундаментных оснований строительных объектов, расположенных на северных территориях.

Здания, которые возводятся в северных климатических районах, могут быть отнесены к классу промышленных и гражданских, сооружения же бывают наземными, подземными и подводными. Наземные сооружения представлены различными вспомогательными объектами промышленного и гражданского строительства, наружными фундаментными опорами газо- и нефтепроводов, дорогами, мостами, резервуарами для хранения нефтепродуктов и пр. Обычно, железобетонные конструкции таких сооружений эксплуатируются в достаточно сложных условиях, так как, кроме отрицательных температур воздуха, на них оказывают воздействие различные жидкости или соли, щёлочи или кислоты, имеющие неорганическое и орга-

ническое происхождения. Из-за морозной деструкции и агрессивного воздействия строители вынуждены возводить ряд сооружений, используя дефицитные стальные материалы (как, например, при сооружении нефтеперегонных заводов) [5].

Подземные сооружения, возводимые на Севере, также находятся в сложных условиях эксплуатации по причине вечной мерзлоты. Особенно пагубно это влияет на фундаменты глубокого заложения, трубы, цокольные панели, сваи. На разрушение таких объектов влияет насыщенность их грунтовой водой с циркуляцией её (а иногда и агрессивных веществ) снизу вверх. Также разрушающее воздействие оказывают и температурные перепады, и гидростатическое давление. Кроме того, агрессивно воздействуют на подобные объекты морские, речные и озёрные воды.

Из-за повышенного теплообмена, сопровождающегося повышенной амплитудой температурных деформаций в строительных материалах накапливается влага, что приводит к разрушению поверхностей стеновых панелей. Разрушение связано в основном с увлажнением бетона талыми водами в дневное время и замораживанием ночью в весенний период.

Также быстро разрушаются и дорожные бетоны, так как условия их эксплуатации ещё более сложные. По причине низких отрицательных температур, многократного попеременного замораживания и оттаивания, увлажнения атмосферными осадками и грунтовыми водами, часто насыщенными солями, используемыми, чтобы предотвратить гололед – всё это сокращает срок службы бетонных дорожных покрытий до трёх-пяти лет.

Разрушаются и фундаменты зданий, возведённых на вечномёрзлых грунтах. Наиболее сильные разрушения бетона имеют место в верхнем слое сезоннооттаивающего грунта.

Процесс разрушения свайных фундаментов также ускоряется за счёт недостаточной морозостойкости, водонепроницаемости и трещиностойкости бетона, а также по причине наличия усадочных трещин. Соответственно, срок службы многих бетонных и железобетонных изделий и конструкций, эксплуатируемых в условиях Арктики, значительно менее расчётного. Снижение долговечности бетона происходит по причине суровых климатических условий этого региона [4].

Исследователи, рассматривая различные механизмы морозного разрушения бетонов, приходят к выводу, что главный фактор, определяющий морозостойкость бетона, – это структура его порового пространства, которая влияет на степень насыщения материала водой и кинетику образования льда в его порах. Растворённые в воде соли также изменяют механизм разрушения бетона при замораживании. Интенсификация химической коррозии связана с повышением концентрации солей в растворе по мере вымораживания пресного льда. При вымораживании пресного льда в порах бетона имеют место растворы, содержащие повышенную концентрацию солей, где, посредством диффузии воды в структуре цементного камня происходит разрушение бетона. Соответственно, решающий фактор морозо-

стойкости бетона определяется характером его капиллярно-пористой структуры.

Чтобы увеличить морозостойкость бетона и его стойкость при совместном действии растворов солей и мороза, нужно увеличить плотность бетона посредством уменьшения объема открытых капиллярных пор. Опыт эксплуатации и научные исследования определяют, бетонные конструкции могут разрушаться потому, что:

1) нарушается структура цементного камня под воздействием физико-химических факторов;

2) возникает коррозия арматуры по причине повреждения защитного слоя;

3) происходит деструкция по причине многократного воздействия таких процессов, как попеременное замораживание и оттаивание, увлажнение и высыхание;

4) нарушается структура из-за разности парциальных давлений и миграции воды из подземных частей конструкций к наземным [3].

Для того, чтобы предупредить возможные повреждения конструкций и обеспечить их эксплуатационную долговечность, строительной практикой применяются различные технологические приёмы, которые можно объединить в три группы. При первом способе необходимо обеспечить достаточную плотность бетона через различные технологические воздействия. Здесь в процессе изготовления бетонной смеси используют применение специальных цементов, высококачественных заполнителей, введение в её состав гидрофобизирующих и пластифицирующих добавок, стремятся максимально снизить водоцементное отношение; при помещении цементной смеси в опалубку ее хорошо уплотняют посредством вибрации, виброштампования и вибропрессования, вакуумирования и пр.

Также эффективен способ, когда с помощью воздухововлекающих добавок в бетоне создают резервный объём воздушных пор, которые не заполняются при обычном водонасыщении, но доступны для проникания воды под давлением при воздействии мороза. Но эффект здесь может быть достигнут только при получении пор минимального размера, которые снижают прочность бетона вследствие воздухововлечения. Сегодня, для того, чтобы повысить морозостойкость, используются добавки, такие, как воздухововлекающие пластифицирующие или суперпластификаторы. Посредством таких добавок организуется дополнительное воздухововлечение в бетон, видоизменяется характер его пористости, после чего бетон по-другому воспринимает воздействие гидростатического давления при замерзании воды, и это приводит к повышению его морозостойкости [6].

Если все стенки пор являются защищенными, повышается устойчивость цементного камня к действию мороза, и по причине поглощения порами свободной воды замерзающий цементный камень уменьшается в объёме при понижении температуры, как и любое твёрдое охлаждаемое тело. Оттаивая, вода возвращается из пор в цементный камень, и защитное действие вовлеченного воздуха продолжается даже в случае попеременного

замораживания и оттаивания. Посредством воздухововлечения повышается также сопротивление бетона разрушающему действию антиобледенителей.

При втором способе для повышения стойкости бетона используют карбонизацию и пуццоланизация. Однако данный способ будет малоэффективен в кислых, углекислых и магниезальных водах.

При третьем способе производят специальную обработку уже готовых изделий:

- покрывают поверхности изделия гидроизоляционными материалами, окрашивая, оштукатуривая или обмазывая;

- осуществляют поверхностную пропитку бетонной конструкции веществами, которые химически реагируют с минералами цементного камня;

- пропитывают структуру бетона различными компонентами, чтобы повысить его эксплуатационную стойкость и прочность [5].

Все описанные выше способы призваны не допустить к поверхности бетона различные агрессивные жидкости или газы. При этом прочностные и деформационные характеристики бетонов не изменяются. Однако третий способ, по нашему мнению, более эффективен, так как позволяет резко увеличить прочность и морозостойкость бетона, повысить его водонепроницаемость и пр. Указанный способ мало освещен в научной литературе, однако с его помощью можно решить большинство проблем, связанных со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений в суровых арктических условиях.

Таким образом, при организации строительства зданий, сооружений, а также различных строительных объектов на арктических территориях, необходимо применять различные способы повышения эксплуатационных свойств конструкций из бетона с целью продления долговечности объектов строительства и оптимизации стоимости строительных объектов.

Библиографический список

1. Гарипов К.К. Способы обработки бетонных и железобетонных изделий // Бюл. 1981. № 8.
2. Баженов Ю.М. Бетонополимеры: для инж.-техн. работников строит. индустрии. – М.: Стройиздат, 1983. – 472 с.
3. Касимов И. К., Федотов Е. Д. Пропитка цементного камня органическими вяжущими: для инж.-техн. работников строит. и проектных орг., а также для науч. работников. – Л.: Стройиздат, 1981. – 162 с.
4. Баженов Ю. М. Технология бетона: учеб. для студентов строит вузов. – М.: АСВ, 2002. – 500 с.
5. Структурообразование и разрушение цементных бетонов: для инж.- техн. работников науч.-исслед. орг., а также для преп. и студентов / В. В. Бабков [и др.]. – Уфа: Уфимский полиграфкомбинат, 2002. – 376 с.
6. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений для студ. строит. спец. – М.: Высш. шк., 2006. – 446 с.

СЕКЦИЯ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ
И ВЕНТИЛЯЦИИ

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Балков Б.А., студент 4 курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Усиков С.М., доц., к.т.н.*

Задачей инженера является применение наиболее оптимальных и экономичных конструктивных решений. Центральные системы водяного отопления состоят из трех основных элементов: источник теплоты, теплопроводы (трубы) и отопительный прибор [1].

Трубы системы водяного отопления могут изготавливаться из таких материалов как сталь (черная), медь, термопластик (полипропилен, сшитый полиэтилен), а также из нескольких материалов, как например металлопластиковые трубы.

Выбор оптимального материала теплопроводов зависит от его эксплуатационных характеристик, конечной стоимости, сложностью выполнения монтажных работ и пр.

Одной из наиболее важных эксплуатационных характеристик труб, является температурное расширение. На рис. 1 представлена диаграмма величины температурного удлинения от типа материала, составленная согласно данным производителей и ГОСТам [2-7].

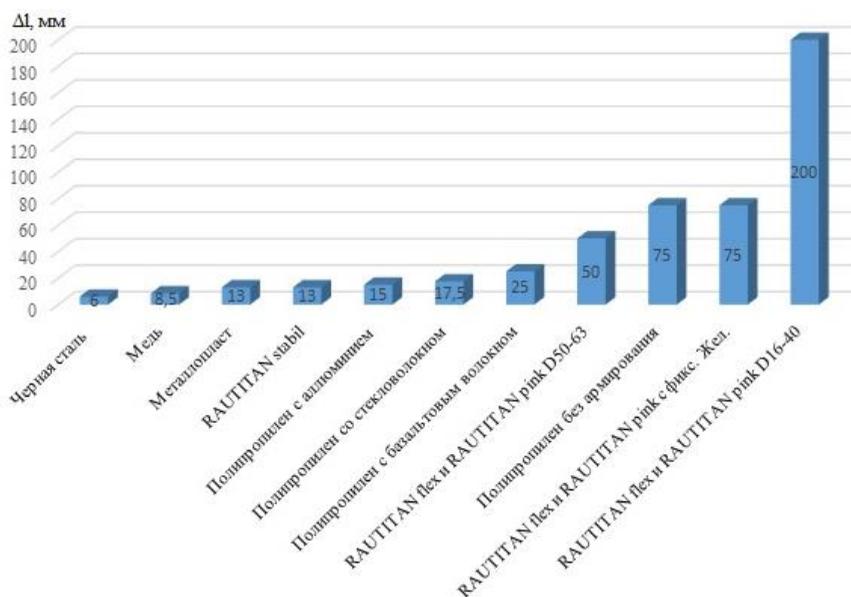


Рис. 1. Температурное удлинение труб из различных материалов при длине 10 м и увеличении температуры на 50 °С

Второй важной характеристикой является предельно допустимое давление в трубах. В случае с полипропиленом необходимо рассмотреть зависимость давления от температуры труб, поскольку эта характеристика для данного материала не постоянна. На рис. 2 представлен график данной зависимости.

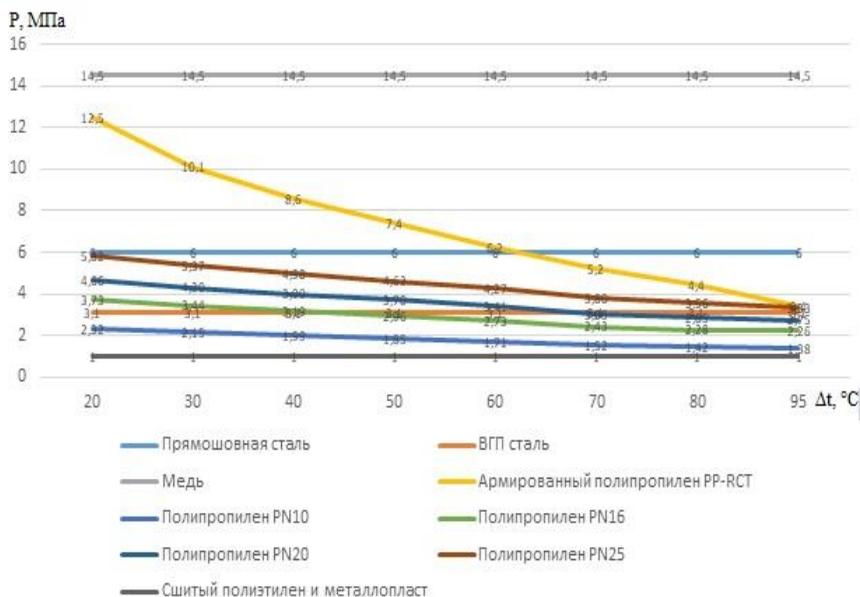


Рис.2. Зависимость предельно допустимого давления, МПа, от температуры, °C, труб из различных материалов

Из графика видно, что наибольшим предельно допустимым давлением обладает медь, а наименьшим – сшитый полиэтилен и металлопласт.

Также не менее важными эксплуатационными характеристиками труб системы водяного отопления являются:

1. Абсолютная шероховатость. Данный параметр влияет на потери давления в системе, и, как следствие, на выбор насоса, который в свою очередь сильно влияет на итоговую стоимость проекта [8].

2. Защита от кислорода. Поскольку наличие кислорода в системе отопления может осложнять циркуляцию воды и приводить к интенсивной коррозии элементов, большинство современных теплопроводов непроницаемы для кислорода или имеют некий защитный слой.

3. Работа с антифризами. Компоненты современных теплопроводов при работе с антифризами не вступают с ними в реакцию.

4. Стоимость. Наиболее дорогими материалами является медь и металлопласт, далее по убыванию цены идут сшитый полиэтилен, полипропилен и самым дешевым материалом является сталь.

Сводная таблица физико-технических характеристик теплопроводов

№	Материал	Коэффициент температурного удлинения, α	Абсолютная шероховатость, Δz, мм	Рабочее давление, МПа	Защита от кислорода	Работает с антифламм	Сравнительная цена по пяти видам проволочной сетки по 5-бальной шкале	Простота монтажа по 5-бальной шкале
Металлы/сталь:								
1	ВГП сталь	0,012	0,05	2,4 - 3,1	Стальная труба предназначена для газа, в том числе и для кислорода	+	1	1-3
2	Прокаточная сталь	0,012	0,03	6	Стальная труба предназначена для газа, в том числе и для кислорода	+	1+	1-3
3	Медь	0,017	0,005	11,5	Медная труба предназначена для газа, в том числе и для кислорода	+	5+	1-4+
Термопласты:								
4	Металлолист	0,026	0,007	1,0	Алюминированный барьер EVOX	+	5	5
5	Полипропилен без армирования	0,15	0,003 - 0,005	1,38 - 3,33	-	+	2	4
6	Полипропилен с армированием	0,03	0,003 - 0,005	3,7	Кислородопроницаемая за счет слоя алюминия	+	3-	4
7	Полипропилен со стекловолокном	0,035	0,003 - 0,005	3,7	Кислородопроницаемая за счет слоя 100% аксиального барьера	+	3	4
8	Полипропилен с базальтовым волокном	0,05	0,003 - 0,005	3,7	Кислородопроницаемая за счет слоя 100% аксиального барьера	+	3+	4
9	Сп. Полиэтилен RAUTITAN s30b1	0,026	0,007	1,0	Кислородопроницаемая за счет слоя алюминия		4+	5+
10	Сп. Полиэтилен RAUTITAN Flex и RAUTITAN pink:				Изготовлен из материала RAUTIFLEX для кислородопроницаемых защитных слоев	+	4	5+
	Средний коэффициент температурного удлинения при прокладке с фиксированным жидкостью	0,15						
	Ø16-40	0,4						
	Ø50 и Ø63	0,1						

5. Простота монтажа. Самыми простыми в монтаже являются трубы из сшитого полиэтилена и полипропилена. Сложность монтажа стальных и медных труб зависит от выбранного способа соединения – резьбовое (пресовое) или сварное (пайка).

Все вышеперечисленные параметры сведены в таблицу 1.

На основании полученных результатов проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Для центральных классических систем водяного отопления (стояковых, большой высотности) имеют преимущество трубы с высоким рабочим давлением, прочностью и низким температурным удлинением. Наиболее эффективными являются трубы из меди или стали.

2. При проектировании систем с индивидуальным теплоснабжением зачастую рабочее давление не превышает 2 атм., поэтому наиболее целесообразно использовать трубы с лучшим сочетанием «цена-качество» – сшитый полиэтилен. Данный материал предоставит достаточный уровень надежности, а также избавит от проблем с коррозией.

3. В целях удешевления проекта можно принять полипропиленовые трубы, но поскольку в коттеджном строительстве зачастую пользуются температурным графиком до 80 °С, данный материал не является фаворитом. Однако, полипропилен обладает самой низкой шероховатостью, что позволит свести потери давления к минимуму и поставить маломощный циркуляционный насос.

Библиографический список

1. Махов Л.М. Отопление: учебник для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2014.
2. ГОСТ 3262-75. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1976.
3. ГОСТ 8732-78*. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. – М.: Издательство стандартов, 1998.
4. ГОСТ 10704-91. Трубы электросварные прямошовные. – М.: Министерство металлургии ССР, 1991.
5. Техническая информация. Радиаторное и напольное отопление. – М.: Изд-во организации RENAУ, 2015.
6. Медная труба для трубопроводных систем внутри зданий. – М.: Изд-во организации KME Germany, 2013.
7. Система Eкоplastik PPR. Инструкция по монтажу. Căeská republika: WAVIN Eкоplastik s.r.o., 2006.
8. Усиков С.М. Гидравлический режим работы системы водяного отопления при автоматическом регулировании: дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2016. – 180 с.
9. Хаванов П.А., Барынин К.П. Особенности применения водногликолевых теплоносителей в автономных системах теплоснабжения // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2003. №7.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЖИЛЫХ ДОМАХ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ

*Бойченко А.А., Мозилат В.Н., студенты 4 курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Проточные газовые водонагреватели все реже применяют при проектировании жилых и общественных зданий. Вместе с тем все чаще используют газовые двухконтурные котлы.

Для отдельных жилых домов и общественных зданий расчетный часовой расход газа $Q_{\text{ч}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, следует определять по сумме номинальных расходов газа газовыми приборами с учетом коэффициента одновременности их действия.

В нормативных документах, к примеру СП 42-101-2003, имеется методика для определения расчетного часового расхода газа с учетом коэффициента одновременности для плиты и проточного газового водонагревателя, но отсутствует методика, учитывающая коэффициент одновременности при использовании плиты и газового котла.

Прописано лишь: «Значение коэффициента одновременности для емкостных водонагревателей, отопительных котлов или отопительных печей рекомендуется принимать равным 0,85 независимо от количества квартир».

Мы считаем, что использовать коэффициент одновременности равный 0,85 нецелесообразно, так как в этом случае не учитывается тепловая нагрузка на отопление.

Рассмотрим два случая:

В первом случае мы определили тепловую нагрузку на отопление в однотипной квартире 5-этажного жилого дома в г. Коломна при температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 равную $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Также мы определили тепловую нагрузку на ГВС, используя расход воды на 1 водоразборный прибор, равный 0,09 л/с. Подобрали двухконтурный котел на 20 кВт из расчета суммарной тепловой нагрузки на отопление и ГВС. Рассчитали внутридомовое газоснабжение, используя сумму расхода на ГВС и номинального расхода плиты, равного $1,2\text{ м}^3/\text{ч}$, при коэффициентах одновременности для проточного газового водонагревателя совместно с газовой плитой, в зависимости от кол-ва квартир. В дополнение к полученным расходам мы добавили расход на отопление, в зависимости от числа квартир.

Во втором случае мы рассчитали внутридомовое газоснабжение, используя те же значения суммарных расходов, но с коэффициентом одновременности, равным 0,85 в зависимости от количества квартир.

Для котла и плиты							
Для газовой плиты и котла в 5 этажном здании при Ко для проточного водонагревателя совместно с плитой							
Расход газа на участках газопровода							
	Номер участка	к _о	ко*Q _{гвс}	Q _{от}	Q _{ном.плиты}	N _п	ΣQ _р ,м ³ /ч
12	13-12	0,7	-	-	1,2	1	0,84
11	12-11	0,7	0,854	2,1	1,2	1	3,8
10	11-10	0,56	0,683	2,1	1,2	2	7,2
9	10-9	0,48	0,586	2,1	1,2	3	10,6
8	9-8	0,43	0,525	2,1	1,2	4	13,9
7	8-7	0,4	0,488	2,1	1,2	5	17,1
6	7-6	0,34	0,415	2,1	1,2	10	33,5
5	6-5	0,3	0,366	2,1	1,2	15	49,6
4	5-4	0,28	0,342	2,1	1,2	20	65,6
3	4-3	0,265	0,323	2,1	1,2	25	81,6
2	3-2	0,25	0,305	2,1	1,2	30	97,4
1	2-1	0,203	0,248	2,1	1,2	60	191,3
всего							572,42
Котел							
		ГВС	Отопление				
Вт		12095	7920				
м3/ч		1,22	2,1				
Расход газа,м ³ /ч	Расход газа,м ³ /год	Расход газа,МДж/год	Расход газа,МДж/(год*чел)				
572,42	5014379,052	170488887,8	710370,1657				

Рис. 1.

Для котла и плиты							
Для газовой плиты и котла в 5 этажном здании при Ко=0,85							
Расход газа на участках газопровода							
	Номер участка	к _о	ко*Q _{гвс}	Q _{от}	Q _{ном.плиты}	N _п	ΣQ _р ,м ³ /ч
12	13-12	0,85	-	-	1,2	1	1,02
11	12-11	0,85	1,037	2,1	1,2	1	4,0
10	11-10	0,85	1,037	2,1	1,2	2	8,0
9	10-9	0,85	1,037	2,1	1,2	3	11,9
8	9-8	0,85	1,037	2,1	1,2	4	15,9
7	8-7	0,85	1,037	2,1	1,2	5	19,9
6	7-6	0,85	1,037	2,1	1,2	10	39,8
5	6-5	0,85	1,037	2,1	1,2	15	59,7
4	5-4	0,85	1,037	2,1	1,2	20	79,5
3	4-3	0,85	1,037	2,1	1,2	25	99,4
2	3-2	0,85	1,037	2,1	1,2	30	119,3
1	2-1	0,85	1,037	2,1	1,2	60	238,6
всего							697,00
Количество жителей:						240	
Котел							
		ГВС	Отопление				
Вт		12095	7920				
м3/ч		1,22	0,4				
Расход газа,м ³ /ч	Расход газа,м ³ /год	Расход газа,МДж/год	Расход газа,МДж/(год*чел)				
697,00	6105676,2	207592990,8	564970,795				

Рис. 2.

Вывод: при температуре наружного воздуха равной -25 C в жилом доме с установкой котла расход газа домом равен в первом случае $572\text{ м}^3/\text{ч}$, во втором случае, при коэффициенте одновременности равным $0,85$ расход газа домом будет равен $697\text{ м}^3/\text{ч}$. Удельный расход тепловой энергии в первом случае будет равен $710370\text{ МДж}/(\text{год}\cdot\text{чел})$, во втором случае удельный расход равен $864970\text{ МДж}/(\text{год}\cdot\text{чел})$. Рассчитывать расход газа на газоснабжение дома при индивидуальном теплоснабжении следует из расчета суммарного расхода газа на ГВС и газовую плиту при коэффициентах одновременности для проточного газового водонагревателя совместно с газовой плитой. В заключение, заметим, что норма удельного потребления тепловой энергии при горячем водоснабжении от газовых водонагревателей равна $10200\text{ МДж}/(\text{год}\cdot\text{чел})$ при удельном расходе газа равному $300\text{ м}^3/\text{год}$.

Библиографический список

1. Ионин А.А., Жила В.А. Газоснабжение. Учебник для вузов. – М., 2011.
2. Газовые сети и установки. Учебное пособие для сред.проф. образования / Жила В.А., М.А. Ушаков, О.Н. Брюханов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 272 с.
3. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
4. СНиП 42-01-2002 Газораспределительные системы.
5. Методические указания к заданиям для практических занятий по газоснабжению для студентов специальности 2907 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»/ А.А. Ионин, В.А. Жила и др. – М., МГСУ, 1994.
6. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
7. СНиП 41-02-2003 Тепловые сети
8. Самарин О.Д., Лушин К.И. Об энергетическом балансе жилых зданий /Новости теплоснабжения. 2007. №8, С.44-46

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Болдырев Е.М., студент 4 курса ИИЭСМ

Научный руководитель – Жила В.А., доц., к.т.н.

Выбор системы распределения газа производится в зависимости от объема, структуры и плотности газопотребления поселений, размещения жилых и производственных зон. Выбор газораспределительной системы в проекте должен быть технико-экономически обоснован.

При использовании одно и многоступенчатой системы распределения газ потребителям подается соответственно по распределительным газопроводам одной или нескольких категорий давления.

Для крупных и средних поселений предусматривают многоступенчатые газораспределительные системы.

Современные системы газораспределения имеют ярко выраженную иерархичность в построении. Верхний иерархический уровень составляют газопроводы высокого давления. Сеть высокого давления гидравлически соединяется с остальной частью системы через регуляторы давления, оснащенные предохранительными устройствами, предотвращающими повышение давления после регуляторов.

В настоящей работе рассматриваются системы газораспределения с использованием газорегуляторных пунктов и шкафных регуляторных пунктов.

Проведем анализ строительства системы газораспределения города, расположенного в Московской области. Наружная температура в наиболее холодную пятидневку обеспеченностью 0,92 принята равной -27°C . Средняя температура за отопительный сезон $-3,4^{\circ}\text{C}$. Продолжительность отопительного периода 212 дней. На генплане города указаны три района. Первый район – многоэтажная застройка (от 5 до 12 этажей). Отопление и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий централизованное – от ТЭЦ. Второй район – малоэтажная застройка (от 2 до 4 этажей). Отопление всех зданий централизованное. 60% зданий имеет централизованное горячее водоснабжение, а 40% зданий имеет децентрализованное горячее водоснабжение. Третий район – одноэтажная застройка. Отопление, децентрализованное от газовых отопительных агрегатов и печей периодического действия, работающих на газе. Горячее водоснабжение отсутствует.

ТЭЦ сжигает газ для выработки электроэнергии и теплоты на нужды отопления и вентиляции жилых и общественных зданий районов №1 и №2.

Определены удельные максимальные газовые расходы для каждого района: первый район – $0,03 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{чел}$; второй район – $0,09 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{чел}$; третий район – $0,76 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{чел}$.

Распределительная сеть низкого давления запроектирована из условия экономичности с соблюдением требований надежности. Её выполняют с требованием кольцевания основных газопроводов, в том числе связывающих источники питания по низкому давлению.

1. Системы с газорегуляторными пунктами (ГРП), в которой по сетям среднего (или высокого) давления подаются основные потоки. После ГРП проектируют распределительные газопроводы низкого давления, которые обеспечивают газом бытовых потребителей.

2. Системы с шкафными регуляторными установками, в которых большую часть наружных газопроводов низкого давления переводят на среднее и высокое давление.

3. Система с домовыми регуляторами. Наружную газовую распределительную сеть полностью проектируют среднего давления. Регуляторы устанавливают отдельно от каждого дома (рис. 1).

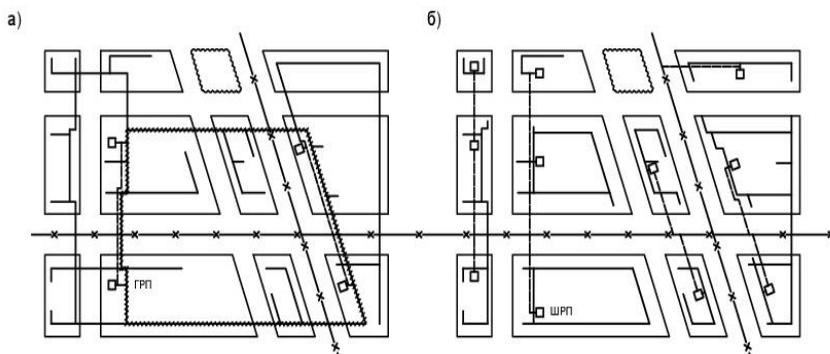


Рис. 1. Схема газовых сетей с ГРП (а) и ШРП (б)

Определено оптимальное количество ГРП и ШРП для двух вариантов. Для каждого варианта предусмотрено определение оптимальных диаметров газопроводов с поддержанием заданного перепада давления в газовой сети низкого давления.

Запроектирован кольцевой газопровод высокого давления, к которому присоединяются все промышленные предприятия, бани, прачечные, хлебозаводы, котельные, ТЭЦ и газорегуляторные пункты.

Гидравлический расчет газопроводов высокого давления производится для двух аварийных и нормального режимов потребления газа. Начальное и конечное давление выбрано таким образом, чтобы обеспечить нормальную работу регулятора давления газа.

Анализ двух вариантов с использованием в строительстве газорегуляторных пунктов и шкафных регуляторных пунктов позволяет выбрать оптимальный вариант. При использовании газорегуляторных пунктов стоимость строительства газопроводов низкого давления составит 47.272.275,25 руб. А при использовании шкафных газорегуляторных пунктов стоимость строительства газопроводов низкого давления снижается до 28.887.059,70 руб.

С учетом общих затрат, которые включают стоимость строительства газопроводов низкого и высокого давлений, газорегуляторных пунктов и шкафных газорегуляторных пунктов можно сделать вывод о том, что при-

менение ШРП экономичнее. При применении ГРП затраты равны 155.328.862,25 руб., а при использовании ШРП равны 129.988.893,70 руб.

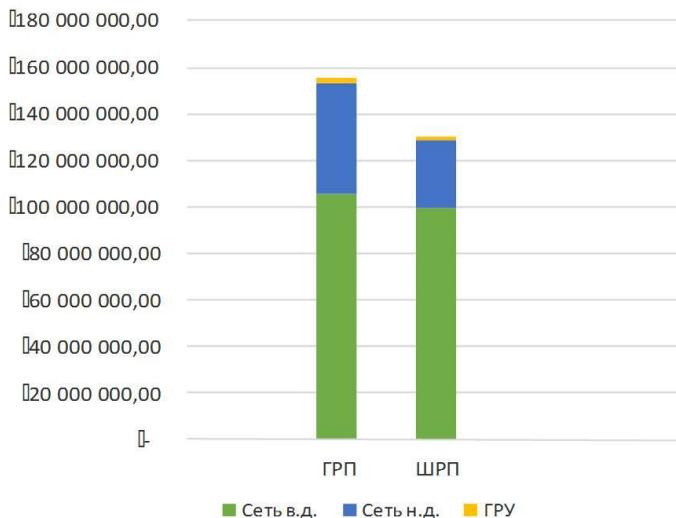


Рис. 2.

Библиографический список

1. СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы.
2. Жила В.А. Газоснабжение: учебник для студентов вузов по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» / В.А. Жила. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 368 с.
3. ГОСТ Р 54961-2012 Системы газораспределительные. Сети газопотребления. Общие требования к эксплуатации.
4. ГОСТ Р 50838-2009 (ИСО 4437:2007) Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия.
5. ГОСТ Р 55473-2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 1. Полиэтиленовые газопроводы.
6. ГОСТ Р 56019-2014 Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Функциональные требования.
7. ГОСТ Р 54960-2012 Системы газораспределительные. Пункты газорегуляторные блочные. Пункты редуцирования газа шкафные. Общие технические требования.
8. Стоимость ГРУ, газопроводов низкого, среднего и высокого давлений на февраль АО «Мособлгаз».

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОЧНОГО ПЕНОСТЕКЛА ДЛЯ ЖИЛИЩНОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Гончаров С.А., студент 2 курса 1-ой группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Конструкционные материалы обладают высокой прочностью, однако одновременно с этим и высокой теплопроводностью. Как следствие необходимо дополнительно утеплять наружные стены.

На сегодняшний день в строительстве доминирует применение легких ограждающих конструкций на основе минеральных и полимерных теплоизоляционных материалов. При этом технология теплоизоляции и инженерные решения спроектированы для районов с вечномерзлыми грунтами. В качестве теплоизоляции для ограждающих конструкций применяются следующие материалы: Пеноплэкс, Техноплекс, ПИР, ППУ, ПХВ-1, и др.

Теплоизоляционные материалы – это материалы, которые обладают малой теплопроводностью и предназначены для тепловой изоляции строительных конструкций жилых, производственных и сельскохозяйственных зданий, поверхностей производственного оборудования и агрегатов (промышленных печей, турбин, трубопроводов, камер холодильников и т.д.).

Классификация теплоизоляционных материалов.

По теплопроводности:

- малотеплопроводимые;
- среднетеплопроводимые;
- повышенной теплопроводности.

По структуре :

- волокнистые (минераловатные, стекловолокнистые);
- зернистые (перлитовые, вермикулитовые);
- пористые (ячеистые) пенобетон, пеностекло.

Классификация по плотности:

- особо низкой плотности(ОНП);
- низкой плотности (НП);
- средней плотности(СП);
- плотные (Пл).

Классификация по возгораемости:

- сгораемые;
- трудносгораемые;
- несгораемые;
- трудновоспламеняющие.

По внешнему виду и форме:

- штучные (плиты, скорлупы, сегменты, кирпичи, цилиндры);
- рыхлые и сыпучие (вата, перлит, песок);

- рулонные и шнуровые (маты, шнуры, жгуты).

По виду исходного сырья:

• Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия изготавливают на основе минерального сырья (горных пород, шлака, стекла, асбеста). Эти материалы малогигроскопичные, огнестойкие, не подвергаются гниению. Их используют как для утепления строительных конструкций, так и для изоляции горячих поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов.

• Органические теплоизоляционные материалы – это материалы, получаемые переработкой неделовой древесины и отходов деревообработки, сельскохозяйственных отходов, торфа и т. д. Эти теплоизоляционные материалы отличаются низкой водо- и биостойкостью, кроме газонаполненных пластмасс. Особенность большинства органических теплоизоляционных материалов – низкая огнестойкость, поэтому их применяют обычно при температурах не выше 150 °С, а также в качестве среднего слоя (штукатурные фасады, трехслойные панели, стены с облицовкой, облицовки с ГКЛ и т. п.).

ПЕНОСТЕКЛО

Пеностекло – это неорганический, лёгкий и прочный высокопористый ячеистый материал, представляющий собой застывшую стеклянную пену, образующую множество замкнутых ячеек шарообразной или многогранной формы размером 0,3 - 2,0 мм.

Основные свойства:

- долговечность эксплуатации;
- прочность;
- стабильность размеров блоков;
- устойчивость физических параметров;
- устойчивость к химическому и биологическому воздействию;
- негорючесть и огнестойкость;
- влагонепроницаемость, водостойкость и негигроскопичность;
- экологическая чистота и санитарная безопасность;
- простота обработки.

Сравнение теплоизоляционных материалов.

Прочность.

К важнейшим физико-механическим свойствам теплоизоляции относят прочность. Прочность на сжатие – это способность материала сохранить свою форму и толщину при механическом воздействии. Многие материалы хороши как утеплитель, но могут сжиматься, при этом снижаются их теплоизоляционные качества.



Рис. 1.

Паропроницаемость

Паропроницаемость это свойство материала пропускать водяной пар. Высокий коэффициент показывает, что материал может увлажняться в процессе эксплуатации. В свою очередь, низкий коэффициент указывает на то, что материал слабо пропускает пар, в результате чего возможно образование конденсата. Материалы условно можно разделить на 2 вида: а) ваты – материалы, состоящие из волокон (они паропроницаемы) и б) пены – это затвердевшая пенная масса особого вещества (слабо пропускают водяной пар).



Рис. 2.

Водопоглощение

Водопоглощение – это способность материала впитывать воду. Чем оно выше, тем менее материал пригоден для утепления, тем более для наружных теплоизоляционных работ. Влага чаще всего попадает в утеплитель либо вследствие ее капиллярного подсоса стенами здания через фундаменты, либо она конденсируется в утеплителе за счет различного температурного и влажностного режима внутри и снаружи здания (точка росы).

От водопоглощения зависит показатель теплопроводности и долговечности всей конструкции.

Долговечность – это способность материала в насыщенном влагой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения и изменения геометрии.

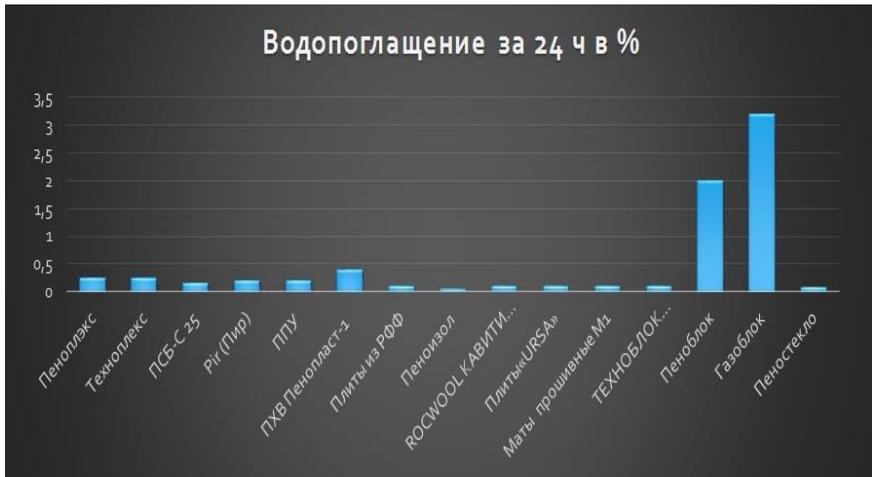


Рис. 3.



Рис. 4.

Стоимость

Несмотря на то, что показатель паропроницаемости для пеностекла гораздо ниже, чем у других конструкционных материалов, и даже сравним с полимерными утеплителями, его стоимость (как и следовало ожидать) значительно выше других конструкционных материалов.

Выводы

Вспененное стекло – это строительный материал будущего. Характеристики пеностекла позволяют использовать его как теплоизоляционный материал, а в ряде случаев и как конструкционный. Весомым недостатком материала на данный момент является его высокая стоимость.

Библиографический список

1. Абрамова М.Ю., Курочкина Т.Л. Нормативно-техническая документация: от истоков к современности // Жилищное строительство. 2012. №12. С. 37-38.
2. Абрамчук М., Марковский М. Новые опалубочные технологии возведения монолитных конструкций Национальной библиотеки Беларуси. // Архитектура и строительство. 2005. №1. С. 98-100.
3. Местников А.Е., Ильин А.И., Сидоров Э.Ф. и др. Аварийно-восстановительные работы при эксплуатации инженерных систем в условиях Севера.
4. Андрианова Ю.Р. Модифицированные фенолформальдегидные и фенолформальдегидные пенопласты для легких металлических конструкций. Автореф... дис. канд. техн. наук. М., 2006. (ЦНИИпроектлегконструкция).
5. Андрианов Р.А., Местников А.Е., Чистяков А.М. Модифицированные пенофенопласты для теплоизоляции строительных конструкций на Крайнем Севере. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2009. – 75 с.
6. Арdziнов В.Д., Барановская Н.И., Курочкин А.И. Сметное дело в строительстве. Самоучитель. – СПб.: Изд-во Питер, 2012.
7. Архитектурный журнал для профессионалов. Электронный источник: <http://www.archjournal.ru>
8. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. – М.: Наука, 1981. – 280 с.
9. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Лушин К.И., Плющенко Н.Ю. Учет теплопроводных включений и вентилируемой прослойки при расчетах сопротивления теплопередачи стены с навесной фасадной системой (НФС) // Строительные материалы. 2016. №6. С. 32-35

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ КРЫШНОЙ КОТЕЛЬНОЙ

*Гулюкин М.Д., студент 1 курса магистратуры ИИЭСМ
Научный руководитель – Жила В.А., доц., к.т.н.*

В последнее время, всё чаще при новом строительстве, а также при реконструкции старых зданий и сооружений, предпочтение отдаётся автономным системам отопления и горячего водоснабжения. Положительные стороны автономных источников теплоты таковы: децентрализация теплоснабжения является одним из наиболее эффективных методов экономии энергоресурсов и материальных средств. Максимальное приближение источника тепла к потребителю, практически полностью исключает потери тепла по ходу теплотрасс и существенно уменьшает расходы на их прокладку и обслуживание. Снижаются затраты на строительство и оборудование специальных помещений тепловых пунктов и узлов.

Цель работы заключается в получении сравнительного анализа по различным показателям (стоимости, экологичности, окупаемости, надёжности и безопасности, ремонтпригодности и т.д.) централизованных систем теплоснабжения и систем с автономными источниками тепловой энергии.

Ассортимент источников, производящих автономное отопление и горячее водоснабжение (ГВС), крайне разнообразен. Выбор того или иного вида оборудования во многом зависит от конструктивных особенностей здания. Общедомовые автономные источники одновременно осуществляют и теплоснабжение и ГВС. Могут располагаться как рядом с обслуживаемым объектом, так и на его территории. К последним относятся, как правило, крышные, котельные.

Для исследования был выбран не большой район города Железнодорожный МО с централизованным теплоснабжением и работающей котельной. Котельная обслуживает 5 абонентов: 3 жилых 17-ти этажных дома с 4 подъездами каждый, и 2 частных двухэтажных магазина. Все абоненты оборудованы индивидуальными тепловыми пунктами, сетевая вода из котельной, используется для подогрева двух отдельных контуров – отопления и горячего водоснабжения.

Суммарное количество тепловой энергии необходимое для отопления, ГВС и вентиляции всех потребителей примерно равно 8 МВт, эта нагрузка и была распределена на 3 крышные котельные.

На первом этапе работы, по общим данным котельной, был проведён расчёт объёма вредных выбросов [3] при централизованном теплоснабжении и при использовании крышных котельных, как видно в таблице №1, сумма объёмов выбросов 3 крышных котельных, пусть и не значительна, но меньше, чем от 1 стационарной котельной.

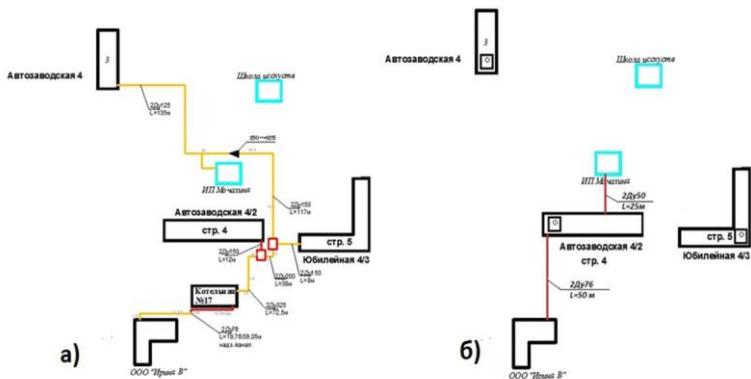


Рис. 1. а) Схема централизованной ТС; б) Схема ТС крышных котельных

Таблица 1

Объём вредных выбросов и максимально-разовая приземная концентрация

Объект	Объём вредных выбросов	Максимально-разовая приземная концентрация
Стационарная котельная	<u>8,61 м³</u>	<u>0,015 мг/м³</u>
Крышная котельная №1	2,92 м ³	0,0022 мг/м ³
Крышная котельная №2	2,14 м ³	0,0039 мг/м ³
Крышная котельная №3	3,31 м ³	0,0034 мг/м ³
Сумма №1, №2, №3	<u>8,37 м³</u>	<u>0,0095 мг/м³</u>

Далее был расчёт максимально-разовой приземной концентрации, в таблице №1 столбец 3 наглядно видна разница, концентрация вредных выбросов в приземном слое от 3 котельных оказалась меньше примерно в 1,5 раз, хотя в обоих случаях предельно-допустимые концентрации веществ были ниже эталонных. Расстояния от дымовой трубы, на которых приземная концентрация вредных веществ максимальна, довольно различны. При работе 1 стационарной котельной 600м, а для крышных котельных 342 м, 350 м и 410 м.

На 2-ом этапе работы, были проанализированы капитальные затраты на каждый вид строительства. По списку основного оборудования центральной котельной, провели расчёт стоимости этого оборудования по средние рыночным ценам на это оборудование за 2017 г.

Стоимость тепловой и газовой части центральной котельной примерно равна 12 млн. рублей. Стоимость дымовой трубы в фермовом исполнении по данным фирмы «БорГазоаппарат» высотой 55 метров без стоимости установки около 2 млн. рублей, здание котельной по имеющимся размерам и конструкциям стен 1,2 млн. рублей. Цена трубопроводов в ППУ изоляции, без стоимости их прокладки, 3 млн. рублей.

Цены крышных котельных нам предоставила компания «СТМ – Оскол». В стоимость крышной котельной входит всё оборудование и наружные ограждения. Дымовая труба поставляется отдельно.

Таблица 2

Стоимость основного оборудования

Параметры сравнения	Стационарная котельная	Крышная котельная №1	Крышная котельная №1	Крышная котельная №1
1. Оборудование котельной	13 млн. руб.	12 млн. руб.	7 млн. руб.	15 млн. руб.
2. Дымовая труба	2 млн. руб.	250 тыс. руб.	200 тыс. руб.	250 тыс. руб.
3. Тепловые сети	3 млн. руб.	50 тыс. руб.	0	0
4. Газовые сети	0	400 тыс. руб.		
5. Здание котельной	1 млн. руб.	0	0	0
6. ЦТП или ИТП	8 млн. руб.	0	0	0
ИТОГО:	<u>27 млн. руб.</u>	12,3 млн. руб.	7,2 млн. руб.	15,25 млн. руб.
		<u>35 млн.руб.</u>		

В централизованном теплоснабжении возникает необходимость строить индивидуальные тепловые пункты у каждого из потребителей, что повышает стоимость строительства в централизованном теплоснабжении.

Сделаем выводы:

- выяснили, что для данного района строительства, меньшее количество вредных выбросов и лучшие условия их рассеивания в атмосфере происходят при использовании крышных котельных.

- узнали, что капитальные затраты на строительство 3 крышных котельных оказались больше на 20 % от стоимости строительства 1 котельной для централизованного теплоснабжения.

Работа в данном направлении продолжается, вопросы надёжности, комфортности остаются открытыми. На данный момент идёт работа по определению трудозатрат и стоимости прокладки тепловых сетей и монтажа котельных и ИТП.

Библиографический список

1. Удовенко В.Е., Китайцева Е.Х., Паргунькин К.Е. Автономное теплоснабжение. Системы дымоудаления: Справочное пособие. – Москва: ЗАО «Полимергаз», 2006. – 280 с.

2. Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А. Теплогенерирующие установки: Учеб.для вузов. – 2-е изд.перераб. и доп. – М.: ООО «ИД “БАСТЕТ”», 2010, - 624 с.

3. Хаванов П.А. Оценка экологической ситуации в районе строительства теплогенерирующей установки. Методические указания к выполнению курсовой работы для бакалавров. – М., 2013. – 19 с.

4. А.Н. Хуторной Расчет вредных выбросов от котельной и определение минимально-необходимой высоты дымовой трубы: методические указания / Сост. А.Н. Хуторной. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 17 с.

5. Горелов С.А. Комплексная система строительства газораспределительных трубопроводов из полимерных материалов: диссертация доктора технических наук. М., 2002.

6. Приказ Ростехнадзора от 15.11.2013 N 542 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления».

7. ГОСТ Р 54961-2012 «Сети газопотребления. Общие требования к эксплуатации».

8. СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы».

9. Хаванов П.А., Маркевич Ю.Г., Чуленев А.С. Определение потерь теплоты с уходящими пазами при составлении теплового баланса конденсационных котлов // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №12. С.80-83.

ОЦЕНКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО СЛОЯ

Димитренко М.А., студентка 3 курса 11 группы ИИЭСМ,

Семичева Н.О., студентка 3 курса 13 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Самарин О.Д., доц., к.т.н.

В рамках пересмотра действующей нормативной базы в области строительства в Российской Федерации с 1 июля 2013 года вступила в силу актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» – СП 50.13330.2012 (далее – СП 50) [1-5]. Это потребовало изменения подходов к теплотехническому расчету ограждающих конструкций здания и выбору их требуемого сопротивления теплопередаче. В первую очередь для этого необходимо определять удельные потери теплоты через линейные теплотехнические неоднородности Ψ_j , Вт/(м·К), и через точечные неоднородности χ_k , Вт/К, по результатам расчета двухмерного температурного поля узла конструкций.

В публикациях [6-7] было рассмотрено изменение дополнительных теплопотерь через точечные и линейные элементы конструкции наружной стены общественного здания при изменении толщины утеплителя. Однако вопрос об изменении теплотехнической однородности при одном и том же уровне теплозащиты, но различных материалах конструктивных слоев не исследовался. Поэтому в предлагаемой работе было принято постоянное нормируемое начальное значение приведенного сопротивления стены теплопередаче $R_0^{\text{пр.нач}}$, м²·К/Вт, для рассматриваемого района строительства, с различными вариантами теплопроводности $\lambda_{\text{ст}}$ конструктивного слоя, Вт/(м·К).

Значения коэффициентов Ψ_j и χ_k приводятся в СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей» (далее – СП 230) [8] в виде таблиц в зависимости от некоторых характеристик самих ограждений, в первую очередь теплопроводности материалов конструктивного и теплоизоляционного слоев, сопротивления теплопередаче и некоторых других. Поэтому при изменении этих величин значения Ψ_j и χ_k тоже не будут постоянными.

При этом, поскольку в соответствии с СП 230 значения Ψ_j и χ_k в некоторой степени связаны еще с термическим сопротивлением слоя утеплителя $R_{\text{ут}}$, м²·К/Вт, а оно до расчета, вообще говоря, точно неизвестно, использовался метод последовательных приближений. Для этого выбирался ориентировочный начальный уровень коэффициента теплотехнической однородности $r^{\text{нач}}$. После этого вычислялось условное сопротивление теплопередаче по глади стены без учета теплотехнических неоднородностей $R_0^{\text{усл.нач}}$, м²·К/Вт, с помощью которого была определена толщина утеплителя $\delta_{\text{ут}}$, м, и величина $R_{\text{ут}}$, что позволяет уточнить Ψ_j и χ_k . Затем уже

пересчитывалось приведенное сопротивление стены $R_0^{\text{пр}}$, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, а также коэффициент однородности r . Такой перерасчет в некоторых случаях необходимо проводить несколько раз до достижения необходимой точности, оцениваемой по совпадению значений между последовательными приближениями. Конечно, получаемые результаты неизбежно несколько отличаются от начальных. Поэтому при построении итоговой зависимости во внимание принимались средние значения r для всего получившегося диапазона $R_0^{\text{пр}}$ при том или ином $\lambda_{\text{ст}}$.

Ниже приведены формулы, с помощью которых произведен расчет:

$$R_0^{\text{усл.нач}} = R_0^{\text{пр.нач}} / r^{\text{нач}} \quad (1).$$

$$R_{\text{ут}} = R_0^{\text{усл.нач}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right), \quad (2)$$

Здесь $\alpha_{\text{в}}$ и $\alpha_{\text{н}}$ – соответственно коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхности ограждающей конструкции; по данным СП 50 $\alpha_{\text{в}} = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;

$\sum R_i$ – суммарное термическое сопротивление всех слоев конструкции, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, за исключением теплоизоляционного. Для каждого слоя можно записать выражение $R_i = \delta_i / \lambda_i$, где λ_i – теплопроводность материала i -го слоя, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; δ_i – его толщина, м. Тогда $\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \lambda_{\text{ут}}$, м, где $\lambda_{\text{ут}}$ – теплопроводность материала утеплителя, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{1/R_0^{\text{усл}} + \sum \psi_j l_j + \sum \chi_k n_k}, \quad (3)$$

где l_j и n_k – соответственно длина и количество теплотехнических неоднородностей, приходящихся на 1 м^2 поверхности конструкции.

$$r = \frac{R_0^{\text{пр}}}{R_0^{\text{усл.нач}}}. \quad (4)$$

Затем в качестве $r^{\text{нач}}$ принимается вычисленная по (4) величина r , а вместо $R_0^{\text{пр.нач}} - R_0^{\text{пр}}$ по (3), и вычисления повторяются.

Расчеты приведены для наружной стены в здании клуба с залом на 550 мест в г. Курске. Параметры l_j и n_k определялись по архитектурным чертежам.

Характеристики слоев наружной стены:

1. Раствор цементно-песчаный, толщина $\delta_1 = 0.02$ м, теплопроводность $\lambda_1 = 0.076 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;

2. Конструктивный слой – по выбору, $\delta_2 = 0.25$ м, $\lambda_2 = \lambda_{ст}$ – значение менялось в пределах от 0.41 до 1.96 Вт/(м·К);
3. Плиты из пенополистирола, $\lambda_3 = \lambda_{ут} = 0.052$ Вт/(м·К), $\delta_3 = \delta_{ут}$ – по расчету;
4. Раствор сложный (песок, известь, цемент), $\delta_4 = 0.02$ м, $\lambda_4 = 0.07$ Вт/(м·К).

В качестве основных линейных элементов учитывались оконные откосы, а за точечные были приняты дюбели, предназначенные для крепления теплоизоляции. Необходимо отметить, что значение $R_0^{пр}$ зависит образом от значения Ψ_j , а уровень χ_k оказывается практически постоянным. Это связано с тем, что для дюбелей данный параметр согласно СП 230 зависит только от их геометрических размеров, а они при незначительном изменении толщины утеплителя, происходящем при замене материала конструктивного слоя в условиях $R_0^{пр} = const$, практически полностью сохраняются.

Обобщенные результаты расчета коэффициента r приведены на рисунке 1. Их можно обобщить аппроксимирующей формулой:

$$y = 0.03x^2 - 0.12x + 0.85. \quad (5)$$

Коэффициент корреляции при этом составляет около 0.985, так что установленная зависимость является практически достоверной.

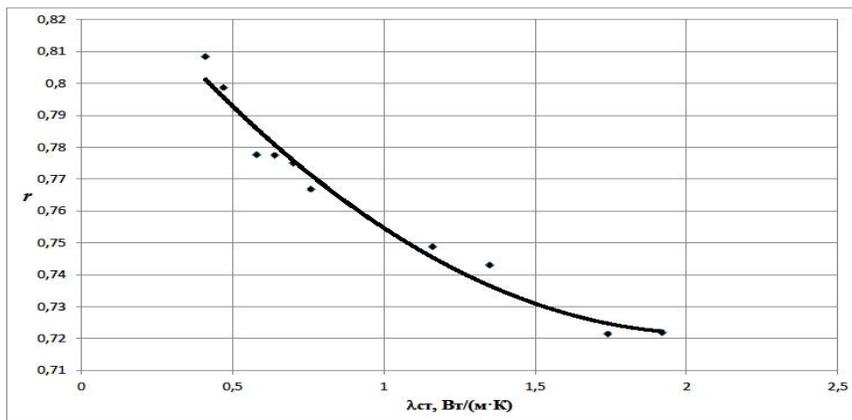


Рис. 1. Зависимость величины r от $\lambda_{ст}$ для наружной стены здания

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что даже при одном и том же $R_0^{пр}$ с ростом теплопроводности материала конструктивной части стены коэффициент ее теплотехнической однородности падает. Физически это можно объяснить увеличением различия теплопроводности конструктивного и теплоизоляционного слоев, что приводит к

все большему искажению температурного поля и перераспределению тепловых потоков. Однако падение r при этом происходит нелинейно, с постепенным замедлением по мере увеличения $\lambda_{ст}$, в соответствии с поведением значений Ψ_j и χ_k по данным СП 230, которые испытывают определенное насыщение с ростом $\lambda_{ст}$. Полученную зависимость можно использовать в инженерных расчетах для ориентировочной оценки теплотехнической однородности фасадов общественных зданий на этапе принятия основных проектных решений.

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий». Министерство регионального развития. М.: Минрегион РФ, 2012.
2. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 4-12.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий // Жилищное строительство. 2011. № 8. С. 2-6.
4. Гагарин В.Г., Козлов В.В. О нормировании теплозащиты и требованиях расхода энергии на отопление и вентиляцию в проекте актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита зданий» // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-2 (50). С. 468-474.
5. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // Строительные материалы. 2013. № 6. С. 14-16.
6. Самарин О.Д., Швеченкова И.С. Оценка теплотехнической однородности фасада здания при изменении толщины утеплителя // «СОК». 2016. № 5. С. 91-92.
7. Самарин О.Д., Швеченкова И.С. Влияние толщины утеплителя на теплотехническую однородность фасадов общественных зданий // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2016. № 11. С. 22-24.
8. Самарин О.Д., Лушин К.И. Об энергетическом балансе жилых зданий // Новости теплоснабжения. 2007. №8, С.44-46.
9. СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей». М.: Минстрой РФ, 2015.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

*Дютин В.В., студент 3 курса 18 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Расчёт тепловой нагрузки на отопление играет очень важную роль, так как именно с помощью него организовывается бесперебойная и эффективная работа системы обогрева здания или сооружения. Существуют различные методы определения тепловой нагрузки.

I метод – подробный расчет

Наиболее точный расчёт тепловой мощности системы отопления непосредственно складывается из теплотрат всех помещений: жилых комнат, кухни, лестничных клеток.

$$Q_{ж.к.} = Q_{ТП} + Q_{И} (Q_{В}) - Q_{Б}, Вт.$$

$$Q_{к.} = Q_{ТП} + Q_{И} - Q_{Б}, Вт.$$

$$Q_{л.к.} = Q_{ТП} + Q_{И}, Вт.$$

где $Q_{ТП}$ – потери теплоты через ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{И}$ – затраты на подогрев инфильтрующегося в помещение воздуха, Вт;

$Q_{И} (Q_{В})$ – большее значение из теплотрат на подогрев воздуха, поступающего вследствие инфильтрации или необходимого для компенсации нормируемой естественной вытяжки из помещений квартиры, Вт;

$Q_{Б}$ – бытовые тепловыделения в помещение, Вт.

Таблица 1

Результаты подробного метода расчёта тепловой нагрузки пятиэтажного жилого дома в городе Майкоп

Тепловая мощность системы отопления					
№ этажа	Составляющие баланса, Вт				Q _{пом} , Вт
	Q _{ТП}	Q _И	Q _В	Q _Б	
1 этаж	13189	3610	7392	-	24191
2 этаж	11533	3286	7392	-	22211
3 этаж	11533	2962	7392	-	21887
4 этаж	11533	2638	7392	-	21563
5 этаж	13301	2314	7392	-	23007
ЛК А	2193	149	-	-	2342
ЛК Б	2193	149	-	-	2342
ИТОГ	65475	15108	36960	-	117543

II метод – расчет по укрупненным показателям Вт/м³

Определение расхода тепла на отопление

$$Q_{от} = 1,1(Q_{н.о} + Q_{в} - Q_{вн}), \text{ Вт}$$

$$a) Q_{н.о} = V_{зд.} \cdot q_{н.о} (t_{вн} - t_{н.о}^p), \text{ Вт}$$

$$V_{зд.} = 31,8 \cdot 11,4 \cdot 16 = 5800,3 \text{ м}^3$$

Принимаем здание с размерами:

$$a = 11,4 \text{ м};$$

$$b = 31,8 \text{ м};$$

$$H = 16 \text{ м}.$$

$$q_{н.о} = 1,06 \cdot \left\{ \frac{P}{S} \cdot \left[\frac{1}{R_{ст}} + d \cdot \left(\frac{1}{R_{ок}} - \frac{1}{R_{ст}} \right) \right] + \frac{1}{H} \cdot \left(\frac{1}{R_{ч}} \cdot \phi_{ч} + \frac{1}{R_{пол}} \cdot \phi_{пол} \right) \right\}, \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{ } ^\circ\text{C};$$

P – периметр пола здания, м²;

$$P = 2 \cdot (11,4 + 31,8) = 86,4 \text{ м}.$$

S – площадь здания в плане, м²;

$$S = 11,4 \cdot 31,8 = 362,5 \text{ м}^2.$$

$R_{ст}, R_{ок}, R_{ч}, R_{пол}$ – сопротивления теплопередаче стен, окон, чердака,

пола $\text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$;

d – степень остекления, которая находится по формуле:

$$d = \frac{F_{осм.}}{F_{верт.озр.}} = \frac{367,2}{1382,4} = 0,265;$$

фч, фпол – поправочные коэффициенты на расчетный перепад температур для верхнего и нижнего горизонтальных ограждений фч = 0,75 ÷ 0,9; фпол = 0,5 ÷ 0,7. Принимаем фч=0,9, фпол=0,6.

Определяем приведенное сопротивление теплопередаче R ограждающих конструкций (окон, стен, пола, потолка) методом интерполяции из условий энергосбережения находим количество градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{н.о}^{cp}) \cdot Z_{от.}; \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

$t_{в}$ – температура воздуха в помещении, $t_{в} = 20^\circ\text{C}$;

$t_{н.о}^{cp}$ – средняя температура отопительного периода, $^\circ\text{C}$;

Z_{от} – продолжительность отопительного периода, сут.

Определение $q_{н.о}$ из условий энергосбережения.

$$\text{ГСОП} = (20 - 2,3) \cdot 148 = 2619,6 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

По полученному значению ГСОП, по приложению 3 [6], определяем значения требуемого сопротивления теплопередаче по условию энергосбережения, используя формулу:

$$R_{\text{req}} = a \cdot \text{ГСОП} + b \quad (2)$$

где a, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по табл. 3 [6].

Наружная стена: $R_{\text{req}} = 0,00035 \cdot 2619,6 + 1,4 = 2,32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

Перекрытие чердачное: $R_{\text{req}} = 0,00045 \cdot 2619,6 + 1,9 = 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

Перекрытие над подвалом: $R_{\text{req}} = 0,00045 \cdot 2619,6 + 1,9 = 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

Оконный блок: $R_{\text{req}} = 0,000075 \cdot 2619,6 + 0,15 = 0,35 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

$$q_{n.o} = 1,06 \cdot \left\{ \frac{86,4}{362,5} \cdot \left[\frac{1}{2,32} + 0,265 \cdot \left(\frac{1}{0,35} - \frac{1}{2,32} \right) \right] + \frac{1}{16} \cdot \left(\frac{1}{3,08} \cdot 0,9 + \frac{1}{3,08} \cdot 0,6 \right) \right\} =$$

$$= 0,30321 \text{ Вт}/\text{м}^3 \cdot \text{°C};$$

$$Q_{n.o} = 5800,3 \cdot 0,30321 \cdot (20 - (-19)) = 68590,445 \text{ Вт}/\text{чел}$$

б) расход тепла на вентиляцию (инфильтрацию)

$$Q_v = F_{\text{жс}} \cdot q_v^{\text{жс}} \cdot (t_v - t_{n.o}^p) = 447,24 \cdot 1,05 \cdot (20 - (-19)) = 18314,478 \text{ Вт}/\text{чел}$$

$$q_v^{\text{жс}} = l_{\text{уд}} \cdot C = 3 \cdot 0,35 = 1,05 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C} - \text{удельная вентиляционная ха-}$$

рактеристика здания;

$l_{\text{уд}}$ – удельный объем воздуха, т.е. кол-во воздуха, поступающего на 1 м² жилой площади в 1 ч ($3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$);

$$C - \text{удельная объемная теплоемкость воздуха} = 0,35 \text{ Вт}/\text{м}^3 \cdot \text{°C}$$

$$Q_{\text{от}} = 1,1 \cdot (68590,445 + 18314,478) = 95595,41 \text{ Вт}/\text{чел}$$

III метод – расчет по укрупненным показателям Вт/м²

СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Приложение В (рекомендуемое). Удельные показатели максимальной тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию жилых домов.

Используя данное приложение, для 4-6 этажных зданий строительства после 2015 г. при расчетной температуре наружного воздуха

для проектирования отопления, $t_{\text{Нв}} = -19 \text{ °C}$ удельный показатель максимальной тепловой нагрузки равен $41,6 \text{ Вт}/\text{м}^2$

$$41,6 \cdot F_{\text{здания}} = 41,6 \cdot 40913,6 = 40914 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

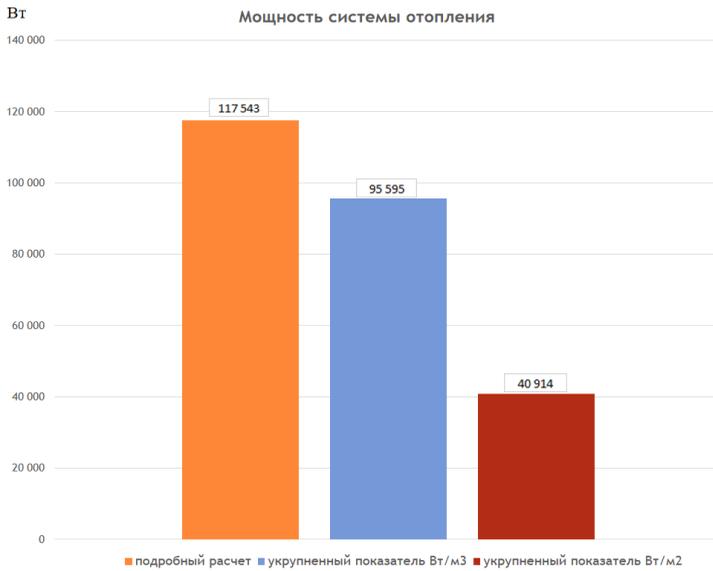


Рис. 1.

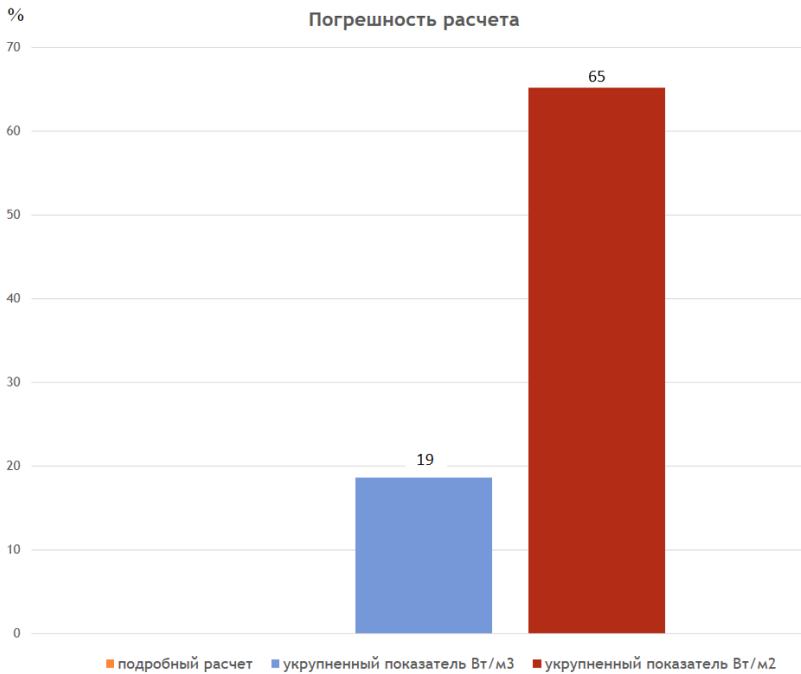


Рис. 2.

Отсюда хочется сделать вывод, который наглядно демонстрируют нам данные диаграммы: сравнительный анализ методик расчёта тепловой нагрузки на отопление пятиэтажного жилого здания в городе Майкоп показал, что погрешность метода номер 2 «по укрупнённым показателям» [Вт/м³] составляет 21 948 [Вт] – 19 %, а погрешность метода номер 3 «по укрупнённым показателям» [Вт/м²] вовсе оказался неожиданным и превысил основной подробный метод на 76 629 [Вт] – 65 %.

При определении тепловой нагрузки на отопление здания необходимо пользоваться подробным расчётом во избежание грубых погрешностей.

Библиографический список

1. Внутренние и санитарно-технические устройства. Часть 1 – Отопление. Под редакцией Староверова И.Г. Справочник проектировщика. – М., 1990.
2. Внутренние и санитарно-технические устройства. Часть 2 – Вентиляция. Под редакцией Староверова И.Г. Справочник проектировщика. – М., 1990.
3. Отопление и вентиляция гражданского здания. Методические указания к выполнению курсовой работы. – М., МГСУ, 2012.
4. Министерство регионального развития Российской Федерации. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М., 2012.
5. Министерство регионального развития Российской Федерации. Свод правил 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. – М., 2012.
6. Министерство регионального развития Российской Федерации. Свод правил 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная версия СНиП 23-02-2003.
7. Министерство регионального развития Российской Федерации. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. – М., 2012.
8. Гагрин В.Г., Козлов В.В., Лушин К.И., Плющенко Н.Ю. Учет теплопроводных включений и вентилируемой прослойки при расчетах сопротивления теплопередачи стены с навесной фасадной системой (НФС) // Строительные материалы. 2016. №6. С. 32-35.
9. Прохоров В.И., Латушкин А.П. Удельная тепловая характеристика здания для различных теплопотребляющих систем жизнеобеспечения // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №11. С. 72-75.

ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОТ КРЫШНЫХ КОТЕЛЬНЫХ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

Журавлев А.В., студент 3 курса ИИЭСМ,

Жостик А.А., студент 3 курса ИИЭСМ

Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.

Вопрос децентрализованного теплоснабжения в строительстве имеет постоянную актуальность, тем более ярко этот факт отражается для РФ в связи с особенностями нашей страны. Данные аспекты выражены в огромных территориях и неравномерной плотности заселения. Плотность потребителей услуг теплоснабжения в нашей стране в среднем составляет до 2 потребителей на 1 га территории [2, с. 219].

Интересным к рассмотрению представляется вопрос децентрализованного теплоснабжения с применением крышных котельных.

Настоящая работа посвящена вопросу децентрализованного теплоснабжения от крышных котельных. Проведено сравнение централизованной и децентрализованной систем теплоснабжения группы абонентов состоящей из 3 домов.

Основываясь на данных по расходу тепла на отопление (тепловые потери через наружные ограждения и теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха) и на горячее водоснабжение в зимний период [3].

ВАРИАНТ-1 предусматривает теплоснабжение абонентов от централизованной системы теплоснабжения с подключением абонентов к двухтрубной тепловой сети и параметрами теплоносителя в подающей и обратной магистрали 150 и 70°C соответственно [5].

Таблица 1

Тип потребителей	Расходы тепла, Q, Вт		
	На отопление	На ГВС ₃	ΣQ
принятый жилой дом	47 720	32 658	80 378

Массовый расход определяется по формуле:

$$G_{ж} = \frac{\sum Q}{C_{в}(t_1 - t_2)}, \frac{\text{кг}}{\text{сек}},$$

где $G_{ж}$ -массовый расход теплоносителя, $C_{в}$ -теплоёмкость воды при температуре 110°C, $t_1=150$ °C, $t_2=70$ °C.

$$G_{ж} = \frac{80378}{4187 * (150 - 70)} = 0,24, \text{ кг/сек}$$

Далее осуществляется подбор диаметров магистралей посредством

гидравлического расчёта по формулам, и результаты расчетов сводятся в таблицу 2:

$$L_{ж} = \frac{G_{ж}}{\rho_{в}}, \frac{м^3}{сек},$$

где $L_{ж}$ – объёмный расход теплоносителя, $\rho_{в}$ - плотность воды.

Требуемая площадь поперечного сечения трубопровода:

$$F_{расч} = \frac{L_{ж}}{v}, м^2,$$

где $F_{расч}$ – расчётная площадь трубопровода, v – скорость движения воды (> 1 м/с).

Ориентировочный внутренний диаметр трубопровода определяется по:

$$D_{расч} = \sqrt{\frac{4F_{расч}}{\pi}}, мм,$$

где $D_{расч}$ – расчётный диаметр трубопровода, $\pi = 3,14$.

Таблица 2

Номер участка	$L_{ж}$, м ³ /сек	$F_{расч}$, м ²	$D_{расч}$, мм	$D_{факт}$, мм
1-2	0,00074	0,00074	30,77	57
2-3	0,00025	0,00025	17,76	32
2-4	0,00025	0,00025	17,76	32
2-5	0,00025	0,00025	17,76	32

В последней колонке указаны диаметры, подобранные по каталогу стальных труб в ППУ изоляции [7, с. 1].

На рис. 1 изображена бесканальная прокладка трубопровода в грунте. Все размеры показаны в масштабе, при изменении диаметра трубы на меньший, не изменяются никакие из показанных размеров, кроме габаритных размеров ППУ трубы. На рисунке наглядно представлены габариты, занимаемые трубопроводами магистралей тепловой сети в земле [7, с. 85].

ВАРИАНТ-2 децентрализованная система теплоснабжения от крышных котельных с подключением к газопроводам низкого давления. Для выполнения расчетов нам потребуется тепловая нагрузка здания (см. выше) и значение низшей удельной теплоты сгорания природного газа.

Расчётный расход газа на участке сети определим по формуле:

$$G_p = \frac{\sum Q * 3600}{Q_n * 1000}, \frac{м^3}{час}$$

где Q_n – низшая удельная теплота сгорания природного газа [1], G_p – расчётный расход газа на участке.

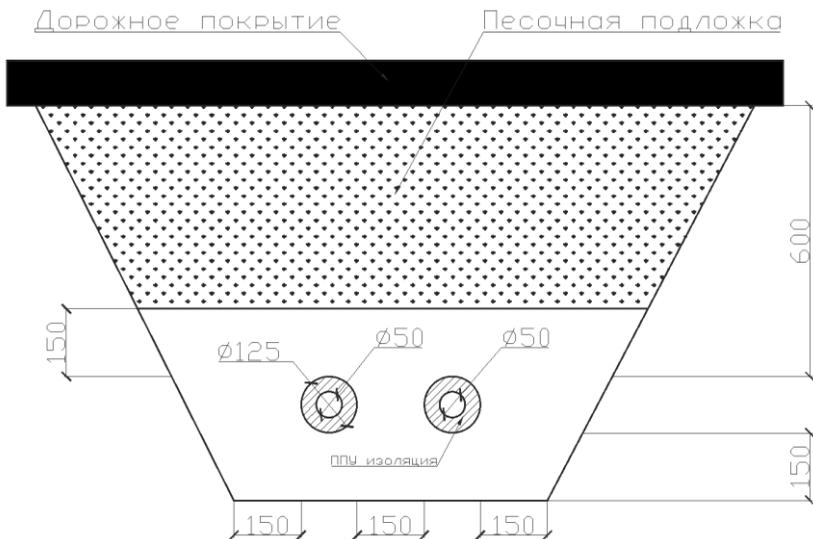


Рис.1. Бесканальная прокладка трубопровода.

Таблица 3

ΣQ , Вт	$Q_{н}$, МДж/м ³	G_p , м ³ /час	G_p для 3-х домов, м ³ /час
80378	35,88	8,0378	24,1134

По расчётному расходу газа на участках сети и располагаемому перепаду давления (200 Па) подбираются диаметры участков сети, при этом диаметр газораспределительной сети не может быть меньше 50 мм. Также стоит упомянуть, что тепловая мощность крышной котельной не должна превышать 3 МВт [1, с. 2].

Ниже приведены генпланы рассчитываемого квартала с указанием диаметров и ключевых элементов сетей.

В первом случае традиционная 2-х трубная система с двумя камерами тепловой сети и ИТП в каждом доме.

Во втором случае предлагаемая нами система с установленными модульными крышными котельными. Вдоль фасада здания к крышным котельным подведена газовая магистраль низкого давления (2100Па)[6]. В данном варианте газораспределительной сети устанавливается камера с отключающей арматурой в ней.

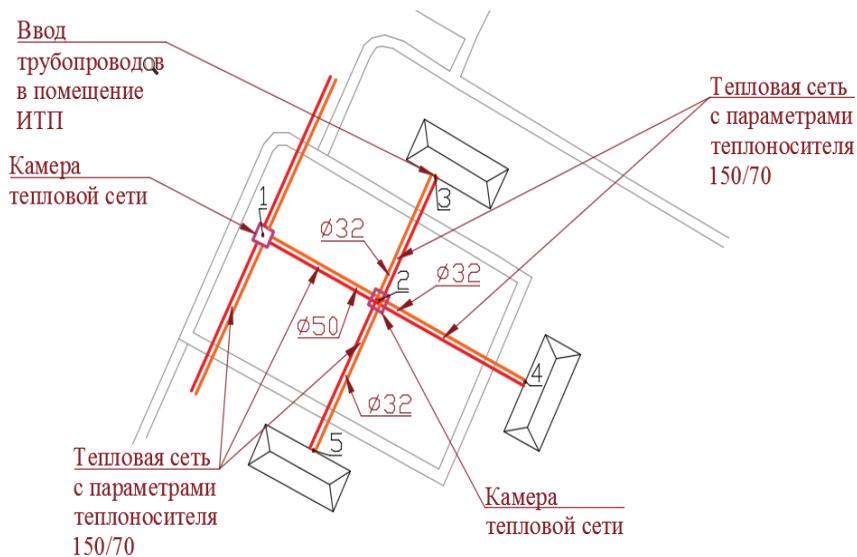


Рис.2. Генплан двухтрубной тепловой сети с ИТП в каждом доме.

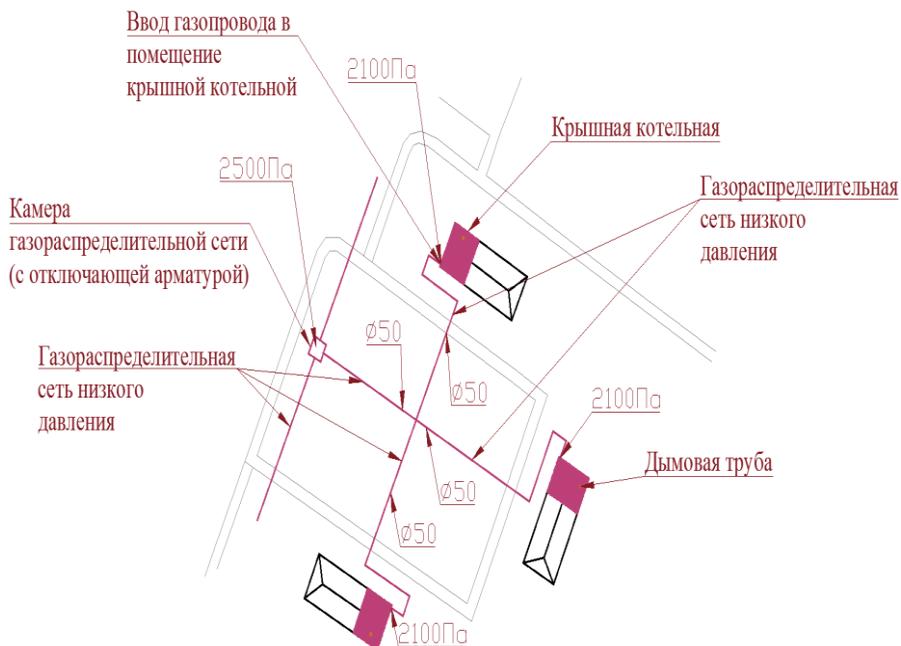


Рис. 3. Генплан децентрализованного теплоснабжения от крышных котельных.

Проанализировав данный расчет можно сделать вывод, что децентрализованное теплоснабжение от крышных котельных выгодней и эффективней в микрорайонах или поселениях сильно удалённых от ТЭЦ или в условиях строительства жилых зданий при высокой плотности застройки и технической невозможности прокладки трубопроводов теплоснабжения.

Библиографический список.

1. Козлова Д.В. Преимущества и недостатки крышных котельных // Международный студенческий народный вестник. 2017. №4. С.33.
2. Хаванов П.А. Развитие, перспективы и состояние децентрализованных систем теплоснабжения в РФ // Вестник МГСУ. 2012. №11. С.219-226.
3. ГОСТ 22667-82. Расчётный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе.
4. Справочник проектировщика. Часть 1. Отопление / под редакцией И.Г.Староверова. – М.: Стройиздат, 1990.
5. СП 124.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 Тепловые сети. М.: ОАО «ВНИПИЭнергопром», 2013.
6. СП.62.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 Газораспределительные системы. – М.: ОАО«Гипрониигаз», 2011.
7. Каталог стальных труб в ППУ изоляции [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mosflowline.ru/files/Стальная%20труба%20в%20ППУ%20изоляции.pdf/> , свободный.
8. Стальные трубопроводы с заводской теплогидроизоляцией [Электронный ресурс]. – М.: Руководство НПО «Стройполимер» по проектированию и монтажу. Моск. 2002. С.85// Электрон. дан. Режим доступа: http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/544697/stalnye_truboprovody_s_zavodskoi_teplogidroizolyatsiei_rukovodstvo_po_proek.pdf/ , свободный.
9. Лушин К.И. Анализ тенденций изменения эффективности использования источников тепловой энергии для теплоснабжения объектов ЖКХ в регионах Центрального Федерального Округа Российской Федерации // Естественные и технические науки. 2014. №9-10 (77). С. 394-396

ВЫБОР ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОТАПЛИВАЕМЫХ ЗДАНИЙ

*Иванова А.О, Чернышова А.М., студенты 3 курса ИИЭСМ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

Энергозатраты на поддержание расчетной температуры внутренней среды в помещениях зданий значительны. Поэтому интересно оценить их величину при различном утеплении зданий, находящихся в различных районах РФ. Рассмотрено два здания, основные параметры которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели рассматриваемых зданий

Функциональное назначение здания	Этажность	Общая площадь, м ²	Объем здания, м ³	Площадь наружных ограждений м ²	Доля площади окон от фасада	Коэффициент компактности здания, м ⁻¹
Больница	8	795,21	21426,3	3576	0,19	0,24
Торгово-офисный центр	9	709,2	23786,6	3929,2	0,7	0,22

Несмотря на то, что изначально выбраны здания с определенным функциональным назначением, в дальнейшем это назначение использовано только при выборе сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций. Внутренние тепловыделения при расчете годового потребления теплоты на отопление не учитывались, чтобы конкретные теплоступления не влияли на соотношение значений теплостребования при различной теплозащите.

Здания располагались в 9 городах. Теплозащита принята на трех уровнях также как в [2, 3]: базовая величина сопротивлений теплопередаче всех наружных ограждений (вариант 1) по табл. 3 СП 50.13330.2012 [1]; уменьшенная в соответствии с п. 5.2 [1] величина сопротивления теплопередаче стен введением понижающих коэффициентов к варианту 1 (вариант 2): для стен 0,63, для покрытий 0,8, для окон 0,95; санитарно-гигиенический уровень теплозащиты (вариант 3). В таблице 2 приведены климатические данные районов строительства по [4], а в таблице 3 приведены нормируемые сопротивления теплопередаче наружных ограждений для трех рассматриваемых вариантов, которые приняты в расчет.

Кроме того, в таблице 2 представлены значения расчетных теплотерь зданий – мощности систем отопления для всех вариантов утепления зданий. Интересно, что, не смотря на очень большое отличие расчетной температуры – средней температуры наиболее холодной пятидневки от -6°C до -47°C в этих городах, максимальная нагрузка на отопление при каждом варианте утепления различается мало в соответствии с [6].

Таблица 2

Климатическая характеристика районов строительства

Район строительства	Средняя температура наиболее холодной пятидневки, °С	Расчетные теплопотери здания за счет теплопередачи, Вт			Средняя температура отопительного периода, °С	Продолжительность отопительного периода, сут.	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут
		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3			
Больница							
Анадырь	-38	97 177	119 647	166 504	-11,3	299	8 761
Волгоград	-22	118 012	144 876	178 994	-2,3	176	3 573
Грозный	-17	115 832	141 861	178 184	0,9	159	2 869
Кызыл	-47	191 354	150 104	270 735	-15	225	7 425
Москва	-25	117 038	143 840	177 450	-2,2	205	4 141
Мурманск	-30	106 176	130 900	171 106	-3,4	275	5 885
Хабаровск	-29	105 296	130 124	170 433	-9,5	204	5 610
Якутск	-52	115 247	141 188	178 218	-20,9	252	9 803
Ялта	-6	97 405	119 120	168 084	5,1	126	1 628
Торгово-офисный центр							
Анадырь	-38	194760	237520	272180	-11,3	299	9060
Волгоград	-22	234730	287650	328020	-2,3	176	3749
Грозный	-17	234950	283470	329430	0,9	159	2878
Кызыл	-47	252700	309520	340620	-15	225	7650
Москва	-25	234820	285430	328400	-2,2	205	4346
Мурманск	-30	214610	263370	315450	-3,4	275	6160
Хабаровск	-29	218010	265300	317490	-9,5	204	5814
Якутск	-52	225280	275140	323360	-20,9	252	10055
Ялта	-6	192460	238190	300530	5,1	126	1751

Таблица 3

Нормируемое сопротивление теплопередаче $R_o^{норм}$, м²·°С/Вт,

Район строительства	Наружная стена			Покрытие			Окно			Входная дверь		
	Вар.	Вар. 1	Вар. 1	Вар.	Вар.	Вар.	Вар.	Вар.	Вар.	Вар.	Вар.	Вар.
Больница												
Анадырь	4,47	2,81	1,61	6,58	5,26	3,22	0,72	0,72	0,72	2,68	1,69	0,97
Волгоград	2,65	1,67	1,15	3,99	3,19	2,30	0,42	0,42	0,42	1,59	1,00	0,69
Грозный	2,4	1,51	1,01	3,63	2,91	2,01	0,37	0,37	0,37	1,44	0,91	0,6
Кызыл	4,0	2,52	1,87	5,9	4,7	3,73	0,71	0,71	0,71	2,4	1,51	1,12
Москва	2,85	1,79	1,24	4,27	3,42	2,47	0,46	0,46	0,46	1,71	1,08	0,74
Мурманск	3,46	2,18	1,38	5,14	4,11	2,76	0,59	0,59	0,59	2,08	1,31	0,83

Продолжение таблицы 3

Хабаровск	3,36	2,12	1,35	5,0	4,0	2,6	0,57	0,57	0,57	2,02	1,27	0,81
Якутск	4,83	3,04	2,01	7,1	5,68	4,02	0,745	0,745	0,745	2,9	1,83	1,21
Ялта	1,97	1,24	0,69	3,01	2,41	1,38	0,3	0,3	0,3	1,18	0,74	0,41
Торгово-офисный центр												
Анадырь	3,92	2,47	1,46	4,47	3,58	2,18	0,65	0,62	0,65	0,87	0,7	0,87
Волгоград	2,32	1,46	1,05	2,61	2,09	1,57	0,39	0,37	0,39	0,63	0,5	0,63
Грозный	2,06	1,30	0,92	2,31	1,85	1,38	0,34	0,33	0,34	0,55	0,44	0,55
Кызыл	3,5	2,2	1,69	3,98	3,18	2,53	0,58	0,55	0,58	1,01	0,81	1,01
Москва	2,5	1,58	1,12	2,82	2,26	1,69	0,42	0,4	0,42	0,67	0,54	0,67
Мурманск	3,05	1,92	1,25	3,46	2,76	1,88	0,51	0,48	0,51	0,75	0,6	0,75
Хабаровск	2,94	1,85	1,23	3,33	2,67	1,84	0,49	0,47	0,49	0,74	0,59	0,74
Якутск	4,22	2,66	1,81	4,82	3,86	2,72	0,7	0,67	0,7	1,09	0,87	1,09
Ялта	1,73	1,09	0,64	1,91	1,53	0,96	0,29	0,27	0,29	0,38	0,31	0,38

Рассчитаны теплопотери зданий за отопительный период и теплопоступления от суммарной солнечной радиации, проникающей через окна в помещения только в дни отопительного периода с учетом дней неполных месяцев, входящих в отопительный сезон. Учтено теплопропускание окон из однокамерного и двухкамерного стеклопакетов [5]. При расчете нагрузки на систему отопления принят коэффициент эффективности автоматического регулирования подачи теплоты в двухтрубных системах отопления с термостатами 0,95 и коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций в зависимости от ГСОП по [1].

Таблица 4

Теплопотери и теплопоступления в здание за отопительный период, кВт·ч

Район строитель- ства	Теплопотери за счет теплопередачи, кВт·ч			Теплопоступ- ления от солн- ечной радиа- ции, кВт·ч	Нагрузка на систему отопления, кВт·ч		
	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
Больница							
Анадырь	364 859	449 225	625 155	217 790	199 339	283 705	459 635
Волгоград	252 981	310 568	383 706	100 676	176 467	234 054	307 192
Грозный	227 862	279 066	350 520	92 989	157 190	208 394	279 850
Кызыл	524 605	411 515	742 230	188 817	321 104	268 014	598 729
Москва	270 504	332 451	410 133	104 839	190 826	252 773	330 455
Мурманск	312 424	385 173	503 479	145 366	201 945	274 694	393 000
Хабаровск	301 627	372 765	488 236	183 169	162 418	233 556	349 027
Якутск	387 341	474 526	598 984	157 910	267 392	354 514	478 972
Ялта	158 322	193 618	273 204	102 472	80 444	115 740	195 326

Торгово-офисный центр							
Анадырь	742 940	906 050	1 038 260	352 600	474 960	638 080	770 290
Волгоград	515 100	631 230	719 820	157 730	395 230	511 350	599 940
Грозный	450 780	543 870	632 050	144 070	341 290	434 380	522 560
Кызыл	702 970	861 030	947 550	296 450	477 670	635 730	722 250
Москва	556 660	676 630	778 490	163 590	432 330	552 300	654 160
Мурманск	647 510	794 630	951 760	229 910	472 790	619 900	777 040
Хабаровск	633 760	771 230	922 950	288 080	414 820	552 290	704 010
Якутск	765 690	935 150	1 099 040	251 690	574 410	743 870	907 760
Ялта	323 600	400 480	505 300	193 000	176 920	253 800	358 620

Сезонная нагрузка на систему отопления значительно зависит от ГСОП и во всех случаях, для уменьшения нагрузки на систему отопления целесообразна теплозащита по варианту 1. В дальнейшем следует выполнить экономическую оценку целесообразной теплозащиты по [7,8, 9].

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М., 2012. – 95 с.
2. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Анализ годового энергопотребления на отопление и охлаждение офисного здания // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2017. №1. С. 68-73.
3. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Энергетическая и экономическая оценка теплозащиты офисного здания // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №8. С. 64-69.
4. Строительная климатология: Справочное пособие к СНиП 23-01-99*/ Под ред. Савина В.К. – М.: НИИ Стр.физики РААСН. 2006. – 258 с.
5. Гагарин В.Г., Козлов В.В. О нормировании теплопотерь через оболочку здания. Academia // Архитектура и строительство. 2010. №3. С. 279-286.
6. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. Свод правил по проектированию и строительству. – М., 2004. – 140 с.
7. Фролова А.А. Определение экономически целесообразной теплозащиты офисного здания со значительными теплоизбытками // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2017. №2. С. 54-57.
8. Васильев Г.П. Экономически целесообразный уровень теплозащиты зданий // Энергосбережение. 2002. №5. С. 48-51.
9. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Лушин К.И., Плющенко Н.Ю. Учет теплопроводных включений и вентилируемой прослойки при расчетах сопротивления теплопередачи стены с навесной фасадной системой (НФС) // Строительные материалы. 2016. №6. С. 32-35.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЗАТРАТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ПАРКОВКИ В ЖИЛОМ ДОМЕ

Иванова В.С., магистрант 2 курса ИИЭСМ

Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.

На сегодняшний день дворы крупных городов РФ обременены наличием машин. Это часто приводит к дискомфорту родителей с колясками, маленьких детей, пенсионеров и самих владельцев автомобилей, которые часто не могут найти место для парковки своего автотранспорта. Учитывая описанные факты, на рынке недвижимости стали возникать проекты, где транспортные и пешеходные потоки отделяются друг от друга.

Концепция «Двор без машин» [1, 2] набирает популярность при современном строительстве, и является одним из новых и функциональных решений благоустройства придомового пространства.

В данной концепции жильцам предоставляется право использования:

1 – закрытой наземной парковкой;

2 – подземной парковки.

Наиболее комфортным является случай подземной парковки в доме, так как при этом зачастую обеспечен доступ к дому без выхода на улицу.

В нашей работе подробнее рассмотрим именно случай подземной парковки в доме.

Подобного рода помещения при эксплуатации требуют сопровождения инженерными системами:

1. отопление;

2.1. общеобменная вентиляция;

2.2. противодымная вентиляция.

Система отопления при этом компенсирует потери тепла через строительные ограждающие конструкции, нагрев наружного воздуха [5, 6,8,9], поступающего через открываемые наружные двери, а также через щели притворов окон и не открываемых зимой дверей (инфильтрация), на нагревание автомобилей. Для помещений, не оборудованных сбалансированной вентиляцией, система отопления обеспечивает нагрев воздуха, подаваемого на проветривание.

$$Q = \Delta Q = Q_{\text{отр}} + Q_{\text{и(вент)}} \pm Q_{\text{т(быт)}}$$

Требуемую мощность и годовые затраты энергии на систему отопления при организации подземной парковки в жилом доме будем рассматривать на примере панельного жилого дома, план парковки на -1 этаже которого приведен на рис. 1.

Здание располагается в климатологических условиях г. Москва [3].

Параметры наружного и внутреннего воздуха сведены в таблицу 1.

Теплозащитные свойства ограждающих конструкций принимаются исходя из условий энергосбережения в соответствии с [4]. Требуемое зна-

чение сопротивления теплопередачи и коэффициента теплопередачи для соответствующих конструкций сводим в таблицу 2.

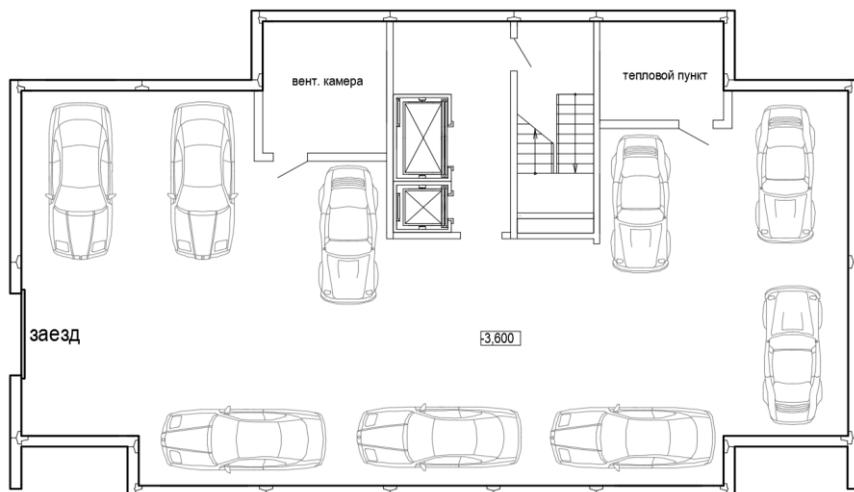


Рис. 1. План -1 этажа жилого дома с организованной подземной парковкой.

Таблица 1

Параметр	Обозначение	Значение	Размерность
градусы-сутки отопительного периода	ГСОП	4 551	град·сут
температура воздуха в помещении	$t_{вн}$	20	°С
расчетная температура наружного воздуха для системы отопления	$t_{P_{от}}$	-25	°С
средняя температура наружного воздуха для отопительного периода	$t_{ср_{но}}$	-2,2	°С
продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	205	сут

Таблица 2

параметр	стен	покрытый и перекрытый над проездами	покрытый чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
R	2,993	4,476	3,948	0,491	0,491
K	0,334	0,223	0,253	2,035	2,035

Тепловые потери через строительные конструкции определяются по уравнению:

$$Q_i = K_i \cdot F_i \cdot (t_{вн} - t_{нар}) n \left(1 + \sum \beta_{ij} \right)$$

где K – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²К)
 F – площадь ограждения, м²;
 $t_{вн}$ – температура внутреннего воздуха, °С;
 $t_{нар}$ – температура наружного воздуха, °С;
 n – коэффициент, учитывающий фактическое понижение расчетной разности температур;
 β – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери через ограждения.

Требуемая мощность на нагрев наружного воздуха определяется по уравнению:

$$Q_{и(вент)} = 0,278 \cdot G \cdot c \cdot \Delta t = 0,28 \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t$$

где G – массовый расход наружного воздуха, кг/час;
 c – изобарная массовая теплоемкость воздуха, кДж/(кг*К);
 Δt – температурный напор, °С;
 L – объемный расход воздуха, м³/час.

Воздухообмен рассчитывается для каждой типовой квартиры [7]. Количество удаляемого воздуха для жилых комнат $L_{жк}$, м³/ч, определяется по формуле:

$$L_{жк} = 3 \cdot A_{п}$$

где $A_{п}$ – площадь пола жилых комнат, м².

Воздухообмен в кухнях и санузлах, м³/ч, принимается по следующим нормам [7]: 70 кухня негазифицированная – 60; кухня с 2-конфорочной газовой плитой – 60; то же с 3-конфорочной газовой плитой – 75; то же с 4-конфорочной газовой плитой – 90; ванная индивидуальная – 25; уборная индивидуальная – 25; совмещенный санузел – 50.

Результаты расчета тепловых потерь и годового потребления тепловой энергии на отопление сведем в таблицу 3.

Таблица 3

Параметр	1 вар	2 вар
	Неотапливаемый подвал	Подземная парковка
Тепловые потери, Вт:		
-стены	21 032	21 405
-окна	16 391	16 391
-пол	2 376	0
-потолок	3 961	3 961
-подвал	0	3 434
Итого трансмиссионные потери	43 760	45 191
На нагрев машин	0	4 688
Нагрев воздуха на вентиляцию	19 968	19 968
Итого мощность на отопление	63 728	69 846
Мощность средняя за отопительный период	31 439	34 457
Годовое потребление энергии, МДж/год	557	610

Заключение:

Для рассматриваемого здания при обустройстве подземной парковки нагрузка на систему отопления возрастает не значительно (9,6%), аналогично увеличивается и расчетное годовое потребление энергии на отопление. Однако, следует учесть, что в данной работе не была рассмотрена система вентиляции.

Библиографический список

1. Московские «дворы без машин» [Сетевой ресурс]. – URL: <https://www.cian.ru/stati-moskovskie-dvory-bez-mashin-218331/> (дата обращения 28.02.18).
2. Инновации Двор без машин [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.pioneer.ru/innovations/outdoors> (дата обращения 28.02.18).
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2). – М.: Минстрой России, 2015.
4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М.: Минрегион России, 2012.
5. Малявина Е.Г. Теплопотери здания: Справочное пособие. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.
6. Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий: Учебник. – М.: АСВ, 2015. – 204 с.
7. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: Стандартинформ, 2017.
8. Самарин О.Д., Лушин К.И. Об энергетическом балансе жилых зданий // Новости теплоснабжения. 2007. №8, С.44-46.
9. Прохоров В.И., Латушкин А.П. Удельная тепловая характеристика здания для различных теплотребляющих систем жизнеобеспечения // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №11. С. 72-75.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРЯМОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ АССИМИЛЯЦИИ ТЕПЛОИЗБЫТКОВ В ПОМЕЩЕНИИ

*Киричек Ю.А., Ландырев С.С., магистранты 2 курса ИИЭСМ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

Цель работы: оценка возможностей вентиляции ассимилировать теплоизбытки помещения. Актуальность работы определяется тем, что Е.Г.Малявиной и А.А.Фроловой рассмотрен годовой тепловой режим офисных зданий с различными тепловыделениями в статьях [1, 2], в которых естественное охлаждение помещений здания осуществлено с помощью сухого охладителя. Такой же способ охлаждения рассматривается в [3, 4]. О.Д. Самариным в статье [5] критикуется такой подход и предлагается естественное охлаждение с помощью вентиляционных систем. Однако, в статье [5] допущена ошибка, предполагающая, что в помещениях круглогодично имеют место теплотери, относящиеся к расчетным условиям холодного периода года, то есть при температуре наружного воздуха $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для выяснения действительных возможностей вентиляционного воздуха удалять теплоизбытки из помещения было рассмотрено здание, некоторые характеристики которого представлены в табл. 1. В здании в течение отопительного периода поддерживалась температура $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. В теплый период обеспечивалась температура внутренней среды $24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1

Технико-экономические показатели рассматриваемого здания

Функциональное назначение здания	Этажность	Общая площадь, м ²	Объем здания, м ³	Площадь наружных ограждений, м ²	Доля площади окон от фасада	Коэффициент компактности здания, м ⁻¹
общественное	2	824,4	3215,2	1045,56	0,16	0,325

В здании приняты ограждающие конструкции с сопротивлениями теплопередаче, отвечающими требованиям таблицы 3 СП 50.13330.2012 [6]: наружные стены – $2,57\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; покрытия – $3,42\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; окна – $0,54\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

Так как в исследуемом здании имеются помещения с различным числом наружных ограждающих конструкций, а, следовательно, с различными теплотерями в одно и то же время, самостоятельно рассматривался годовой тепловой режим следующих помещений: рядового и углового на промежуточном этаже, рядового и углового на верхнем этаже.

Теплоизбытки в помещении, Вт, которые необходимо ассимилировать системой вентиляции, рассчитывалась из теплового баланса помещения по формуле (1):

$$\Delta Q = Q_{\text{теплопост}} + Q_{\text{инс}} - Q_{\text{тп}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{теплопост}}$ – теплопоступления от людей и оборудования, Вт; $Q_{\text{инс}}$ – теплопоступления от солнечной радиации, Вт; $Q_{\text{тп}}$ – теплопотери помещения через наружные ограждающие конструкции, Вт.

Теплопоступления от людей и оборудования были приняты в четырех вариантах: 10 Вт/м², 30 Вт/м², 50 Вт/м², 70 Вт/м². Теплопоступления от солнечной радиации $Q_{\text{инс}}$, Вт, рассчитаны по формуле (2):

$$Q_{\text{инс}} = Q^{\text{верт}} \cdot F_{\text{ок}} \cdot \beta_{\text{пер}} \cdot \beta_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{сз}}, \quad (2)$$

где $Q^{\text{верт}}$ – суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная) на горизонтальную поверхность, Вт/м², принятая по [7], и пересчитанная на вертикальную поверхность, Вт/м², по [8]; $F_{\text{ок}}$ – площадь окна, м²; $\beta_{\text{пер}}$ – коэффициент, учитывающий загрязнение атмосферы и пропускание солнечной теплоты через проем, затененный переплетами; $\beta_{\text{ст}}$ – коэффициент, учитывающий теплопропускание стекол при их загрязнении; $\beta_{\text{сз}}$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации через солнцезащитные устройства.

Теплопотери и теплопоступления, Вт, за счет теплопередачи в течение года для Москвы через наружные ограждающие конструкции рассчитывались по формуле (3):

$$Q_{\text{тп}} = k \cdot F \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}), \quad (3)$$

а максимально возможная ассимиляция теплоизбытков вентиляцией, Вт, при подаче приточного воздуха с рабочей разностью температур 5 °С рассчитана по формуле (4):

$$Q_{\text{ассим}} = 0,28 \cdot L \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{пр}}), \quad (4)$$

где: k – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С); $F_{\text{ок}}$ – площадь ограждающих конструкций, м²; $t_{\text{вн}}$ – температура воздуха в рабочей зоне помещения, °С; $t_{\text{нар}}$ – температура наружного воздуха, °С; L – расход приточного воздуха, принятый из расчета 60 м³/ч на человека, м³/ч; c – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С); ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Полученные теплоизбытки, подлежащие ассимиляции, для двух помещений (с самыми большими и самыми малыми теплопотерями) представлены в таблице 2.

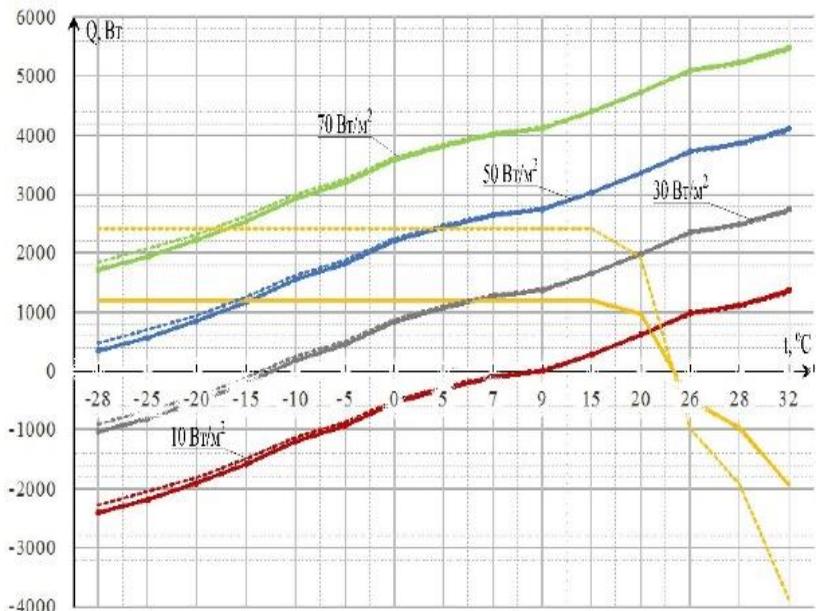
Максимально возможная ассимиляция теплоизбытков вентиляцией будет одинакова при температуре наружного воздуха 16 °С и ниже и равна $Q_{\text{ассим}} = 0,28 \cdot 720 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot (22-17) = 1206$ Вт. При температуре наружного воздуха выше 16 °С (считаем, что приточный воздух нагревается на 1 °С в вентиляторе) ассимилирующая способность приточного воздуха падает, так как уменьшается разность температуры.

Рассчитанные теплоизбытки и возможности приточного воздуха к их ассимиляции приведены на рис. 1.

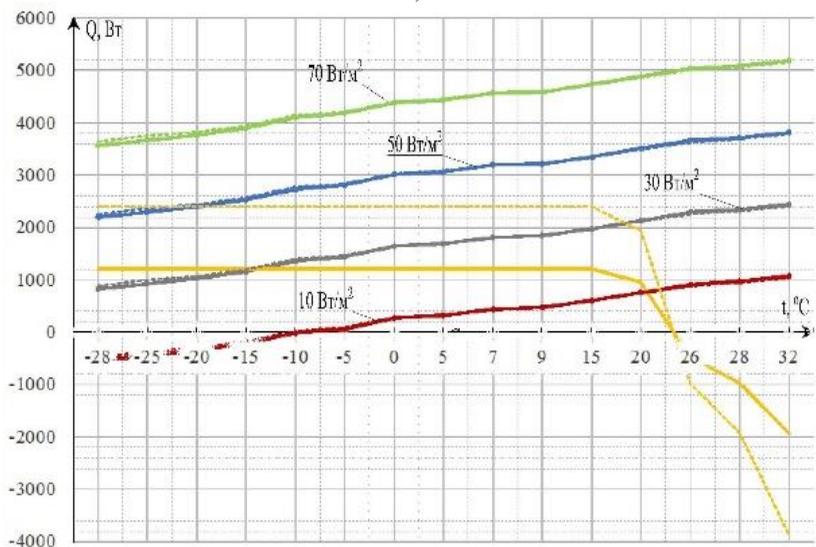
**Теплопотери (меньше 0) и теплоизбытки (больше 0)
для помещений верхнего этажа**

t _{нар} , °С	для восточной ориентации помеще- ния				для западной ориентации помеще- ния			
	10 Вт/м ²	30 Вт/м ²	50 Вт/м ²	70 Вт/м ²	10 Вт/м ²	30 Вт/м ²	50 Вт/м ²	70 Вт/м ²
Угловое помещение верхнего этажа								
-28	-2394,69	-1021,09	352,51	1726,11	-2269,82	-896,22	477,38	1850,98
-20	-1903,37	-529,77	843,83	2217,43	-1800,32	-426,72	946,88	2320,48
-10	-1197,85	175,75	1549,35	2922,95	-1120,08	253,52	1627,12	3000,72
0	-544,17	829,43	2203,03	3576,63	-504,91	868,69	2242,29	3615,89
9	-8,33	1365,27	2738,87	4112,47	12,63	1386,23	2759,83	4133,43
20	615,35	1988,95	3362,55	4736,15	598,80	1972,40	3346,00	4719,60
28	1117,46	2491,06	3864,66	5238,26	1086,75	2460,35	3833,95	5207,55
Рядовое помещение промежуточного этажа								
-28	-547,62	825,98	2199,58	3573,18	-486,87	886,73	2260,33	3633,93
-20	-351,83	1021,77	2395,37	3768,97	-302,64	1070,96	2444,56	3818,16
-10	-15,72	1357,88	2731,48	4105,08	21,01	1394,61	2768,21	4141,81
0	268,55	1642,15	3015,75	4389,35	279,59	1653,19	3026,79	4400,39
9	471,90	1845,50	3219,10	4592,70	476,20	1849,80	3223,40	4597,00
20	763,11	2136,71	3510,31	4883,91	741,44	2115,04	3488,64	4862,24
28	969,69	2343,29	3716,89	5090,49	944,11	2317,71	3691,31	5064,91

Из таблицы и рисунков следует, что ассимиляция теплоизбытков с помощью вентиляционного воздуха возможна при допустимой рабочей разности температур 5 °С только в варианте с малыми удельными теплопотуплениями 10 Вт/м² и менее, в остальных же случаях вентиляции будет недостаточно. Удвоенный расход приточного воздуха позволит ассимилировать теплоизбытки в помещении при удельных тепловыделениях 30 Вт/м². Для создания оптимальных условий микроклимата помещения с большими теплоизбытками потребуются значительное увеличение расхода вентиляционного воздуха или разности температур. Однако, если иметь в виду, что при температуре наружного воздуха выше 16 °С все равно для охлаждения помещения потребуются установка в помещении вентиляторных теплообменников (фанкойлов), следует рассмотреть альтернативный вариант снятия теплоизбытков с использованием для охлаждения воды, направляемой в фанкойлы, сухих охладителей, применяемых для охлаждения конденсаторов холодильной машины.



а)



б)

Рис. 1. Нагрузки на системы отопления (ниже нуля) и охлаждения (выше нуля) при различных удельных теплоступлениях в помещения: сплошные линии при окнах на восток, пунктирные – на запад. Максимально возможный поток охлаждения вентиляционным воздухом – оранжевые линии: нижняя – при минимальном расходе приточного воздуха, верхняя – при удвоенном. а) для углового помещения верхнего этажа; б) для рядового помещения промежуточного этажа

Библиографический список

1. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Расчет энергетически целесообразной температуры наружного воздуха для перехода на свободное охлаждение кондиционируемых помещений офисов // Изв. вузов. Строительство. 2012. № 11-12. С. 71-78.
2. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Экономическое сравнение вариантов перехода на свободное охлаждение кондиционируемых помещений // Изв. вузов. Строительство. 2013. № 4. С. 78-83.
3. Ронжин П, Казаков В. Особенности систем охлаждения на основе фрикулинга // ИКС. 2014. №4. С. 67-69.
4. Кокорин О.Я., Балмазов М.В. О возможностях применения режима «free cooling» в средней полосе России // Холодильная техника. 2012. №11. С. 10-14.
5. Самарин О.Д. О целесообразности применения свободного охлаждения в системах кондиционирования воздуха в холодный период года // Изв. вузов. Строительство. 2017. № 5. С. 71-77.
6. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М., 2012. – 95 с.
7. Строительная климатология: Справочное пособие к СНиП 23-01-99* / Под ред. Савина В.К. – М.: НИИ строительной физики РААСН. 2006. – 258 с.
8. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. Свод правил по проектированию и строительству. – М., 2004. – 140 с.
9. Прохоров В.И., Латушкин А.П. Удельная тепловая характеристика здания для различных теплотребляющих систем жизнеобеспечения // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №11. С. 72-75.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫЙ ВЫБОР ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ

*Кожневик Т.Д., студентка 1 курса магистратуры ИИЭСМ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

В разных ситуациях принимаются три уровня нормируемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций: вариант 1 – базовые значения по таблице 3 [1]; вариант 2 – нормируемые значения по п. 5.2 [1], то есть с применением коэффициента по отношению к сопротивлению теплопередаче по варианту 1, равного 0,63 для наружной стены, 0,8 для покрытия и 0,95 для окна; вариант 3 – значения по санитарно-гигиеническим требованиям, то есть по формуле (5.4) [1], применяемой при реконструкции зданий, если по архитектурным или историческим причинам невозможно утепление их стен снаружи.

Традиционно [2] выбор толщины утеплителя делается на основании сравнения затрат на утепление здания с выгодой, получаемой от снижения потребности в тепловой энергии на отопление. В настоящей статье по примеру [3] расширен подход к обоснованию толщины утеплителя за счет учета стоимости системы отопления, затрат электроэнергии на привод циркуляционного насоса и стоимостей присоединения к тепловым и электрическим сетям. Кроме того, поставлена задача выяснить, как влияют климатические характеристики района строительства на экономически выгодный вариант теплозащиты здания. Экономическое сравнение вариантов различного утепления выполнено для здания, основные характеристики которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели рассматриваемого здания

Функциональное назначение здания	Этажность	Общая площадь, м ²	Объем здания, м ³	Площадь наружных ограждений м ²	Доля площади окон от фасада	Коэффициент компактности здания, м ⁻¹
Хирургический корпус	2	2655,4	8500	4 149	0,26	0,48

Здания расположены в различных городах, климатические параметры которых в соответствии с [4] представлены в табл. 2.

Расчетная температура внутреннего воздуха в здании принята 20 °С.

Расчетом получены значения сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций, указанные в табл. 3.

Таблица 2

Климатическая характеристика районов строительства по [4]

Район строительства	Средняя температура наиболее холодной пятидневки, °С	Средняя температура отопительного периода, °С	Продолжительность отопительного периода, сут.	Градусосутки отопительного периода, °С·сут.
Сочи	-5	7,2	129	1651,2
Ростов-на-Дону	-19	0,7	182	3512,6
Москва	-25	-1,3	223	4749,9
Красноярск	-37	-5,7	250	6425
Воркута	-41	-7,8	328	9118,4

Таблица 3

Нормируемое сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{норм}}$, м²·°С/Вт, по рассматриваемым вариантам утепления здания

Район строительства	Наружная стена			Бесчердачное покрытие			Окно			Входная дверь		
	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
Сочи	1,95	1,34	0,81	2,86	2,42	1,32	0,35	0,34	0,34	1,17	0,8	0,49
Ростов-на-Дону	2,71	1,81	1,17	4,15	3,29	1,54	0,46	0,35	0,34	1,63	1,09	0,7
Москва	3,22	2,09	1,34	4,78	3,93	1,76	0,53	0,37	0,35	1,93	1,25	0,8
Красноярск	3,75	2,47	1,81	5,62	4,57	2,2	0,64	0,46	0,35	2,25	1,48	1,09
Воркута	4,72	3,03	1,9	7,05	5,62	2,42	0,78	0,53	0,35	2,83	1,82	1,14

По данным табл. 3 найдены объемы плит из минеральной ваты при их теплопроводности 0,044 Вт/(м·°С) для теплозащиты зданий и энергетические показатели здания. Эти результаты приведены в табл. 4. Кроме показанных в табл. 4 характеристик систем отопления, в дальнейшем учитывалась также электрическая мощность циркуляционных насосов, но так как она во всех вариантах меньше 1 кВт, ее в таблицу не включили.

В качестве основного экономического показателя оценки стоимости варианта утепления здания приняты совокупные дисконтированные затраты (СДЗ) [5, 6, 7] при норме дисконта равной $p = 10\%$ на горизонте $T = 10$ лет, так как, если окупаемость вложенных средств не укладывается в 10 лет, то вариант нельзя считать выгодным. Считаем, что капитальные затраты, руб., при каждом варианте утепления здания состоят из стоимости утеплителя, его монтажа и крепежных деталей; стоимости системы отопления, а также стоимости присоединения систем отопления к теплосети, как источнику теплоты, и к электросети, как источнику электроэнергии для циркуляционного насоса. Эксплуатационные затраты, руб./год, складываются из стоимости теплоты на отопле-

ние и электроэнергии, потребленной циркуляционными насосами отопления, а также амортизационных отчислений на эксплуатацию оборудования.

Таблица 4

Объем утеплителя для теплозащиты и расходы энергии за отопительный период

Район строительства	Объем утеплителя, м ³			Тепловая мощность системы отопления, кВт			Расход теплоты за отопительный период, кВт·ч			Расход электроэнергии за отопительный период, кВт·ч		
	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар.1	Вар.2	Вар.3
Сочи	332	219	41	82	99	148	496776	601343	892447	44	54	80
Ростов-на-Дону	580	370	98	94	116	177	833188	1026726	1559675	51	63	95
Москва	735	479	139	94	116	179	1065358	1312500	2025559	51	63	97
Красноярск	930	604	237	102	125	180	1354357	1667479	2394170	55	68	97
Воркута	1340	811	264	89	111	179	1530515	1912306	3090374	48	60	97

Составляющие капитальных и эксплуатационных затрат рассматривались в определенных диапазонах, принятых такими же, как в [8]: теплозащита здания в диапазоне от 9 000 руб./м³ до 22 000 руб./м³; стоимость системы отопления в диапазоне от 15 000 руб./кВт до 100 000 руб./кВт тепловой мощности самой системы отопления; стоимость присоединения к тепловой сети от 550 руб./кВт до 50 000 руб./кВт мощности присоединяемой системы отопления; стоимость присоединения к электрическим сетям от 550 руб./кВт до 100 000 руб./кВт мощности присоединяемого циркуляционного насоса; стоимость тепловой энергии от 3,0 до 3,5 руб./кВт·ч потребленной тепловой энергии за отопительный сезон на отопление; стоимость электроэнергии от 5,68 до 6,5 руб./кВт·ч потребленной циркуляционным насосом энергии.

Целесообразный вариант утепления в каждом случае соответствовал минимальным совокупным дисконтированным затратам (СДЗ). Были выполнены расчеты при всех максимальных значениях затрат (в пределах, указанных выше диапазонов) и при всех минимальных значениях затрат. Во всех этих случаях целесообразным оказался базовый вариант 1 теплозащиты. При максимальных капитальных затратах и минимальных эксплуатационных привел к тому же результату, кроме города Красноярска, для которого в этом случае выгодно утепление по варианту 2. При минимальных капитальных затратах и максимальных эксплуатационных для городов Москвы и Воркуты выгодно утепление по варианту 1, для остальных городов по варианту 2. При средних значениях всех капитальных и эксплуатационных затратах во всех городах выгоден вариант теплозащиты 2.

Таким образом, наиболее целесообразный вариант утепления отапливаемого здания должен определяться не только числом градусо-суток

отопительного периода и удельными затратами теплоты на отопление и вентиляцию здания, как это требуется по [1], но и стоимостными показателями утепления здания, системы отопления, присоединения к энергообеспечивающим сетям и энергоносителей.

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М., 2012. – 95 с.

2. Гагарин В.Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Часть 2 // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2009. №2. С. 14-23.

3. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Энергетическая и экономическая оценка теплозащиты офисного здания // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2017. №8. С. 64-69.

4. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. – М., Минрегионразвития РФ. 2012. – 108 с.

5. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 128 с.

6. Ковалев И.Н. Рациональные решения при экономическом обосновании теплозащиты зданий // Энергосбережение. 2014. №8. С. 14-99.

7. Козлов В.В. Основы оптимизации теплозащиты ограждающих конструкций по окупаемости энергосберегающих мероприятий // Строительные материалы. 2013. №6. С. 10-13.

8. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Анализ годового энергопотребления на отопление и охлаждение офисного здания // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2017. №1. С. 68-73.

9. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Лушин К.И., Пастушков П.П. К вопросу о применении ветрогидрозащитных мембран в навесных фасадных системах с вентилируемой воздушной прослойкой // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. №3 С.120-122.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУХОГО ОХЛАДИТЕЛЯ ДЛЯ АССИМИЛЯЦИИ ТЕПЛОИЗБЫТКОВ В ПОМЕЩЕНИИ

*Ландырев С.С., Киричек Ю.А., студенты 2 курса магистратуры ИИЭСМ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

Целью статьи является определение энергетических затрат на естественное охлаждение с помощью сухих охладителей и сравнение возможностей такого вида естественного охлаждения с возможностями ассимиляции теплоизбытков с помощью прямого использования вентиляции. Различные аспекты применения естественного охлаждения в зданиях с теплоизбытками с помощью сухого охладителя затрагиваются в [1 - 4].

В работе рассматривалось то же самое здание, что и в работе Ю.А. Киричека [5]. По данным [5] о теплопотерях и теплопоступлениях в отдельные помещения здания и о количестве помещений каждого вида определено годовое изменение холодильной нагрузки на системы охлаждения здания при различном уровне удельных теплопоступлений в помещения.

Затраты электроэнергии $Q_э$, кВт, на естественное охлаждение с помощью сухих охладителей рассчитывались по формуле (1):

$$Q_э = \frac{\Delta Q}{COP} \quad (1)$$

где: ΔQ – холодильная нагрузка, кВт; COP – коэффициент преобразования.

Коэффициент преобразования COP для режима свободного охлаждения с помощью сухого охладителя в подобных условиях ранее был определен в [1, 2]. В работе [1] доказано, что при температурах наружного воздуха t_n выше 9°C использование естественного охлаждения с сухим охладителем энергетически неоправданно.

Холодильная нагрузка ΔQ , кВт, для выбранного здания определена как сумма теплоизбытков ΔQ_i , подлежащих ассимиляции, по каждому помещению i в каждом варианте удельных теплопоступлений от людей и оборудования Q , Вт/м². Величины ΔQ_i , Вт, получены в работе [5]. Изменение величины холодильной нагрузки показано на рис. 1.

По формуле (1) рассчитана потребляемая электрическая энергия системой естественного охлаждения, кВтч, результаты расчета приведены на рис. 2.

В работе [5] показано, что системы приточной вентиляции, подающие приточный воздух с расходом минимальной нормы наружного, не могут справиться с ассимиляцией теплопоступлений в большинстве рассмотренных случаев. Также показано, что если удвоить расход приточного воздуха, то в самом проблемном рядовом помещении промежуточного этажа при удельных теплопоступлениях 30 Вт/м^2 использовать вентиляцию для снятия теплоизбытков можно будет весь холодный и переходный период года вплоть до температуры наружного воздуха $+16^\circ\text{C}$.

Сравним энергетические и экономические показатели варианта 1 при использовании вентиляции с удвоенным расходом наружного воздуха против расхода по минимальной норме для ассимиляции теплоизбытков и варианта 2 при применении для той же цели естественного охлаждения с использованием сухого охладителя, подобранного на охлаждение конденсатора холодильной машины в расчетных условиях теплого периода года. Для варианта 1 принимаем две одинаковые вентиляционные установки, чтобы в режиме охлаждения с помощью холодильной машины при температуре наружного выше $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ была возможность использовать минимальный расход наружного воздуха. Считаем, что холодильная машина с системой охлаждения конденсаторов с помощью сухого охладителя, система охлаждения помещений с вентиляторными теплообменниками (фанкойлами) на объекте имеются для охлаждения помещений при температуре наружного воздуха выше $16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Стоимость этого оборудования при экономическом сравнении вариантов не учитывается.

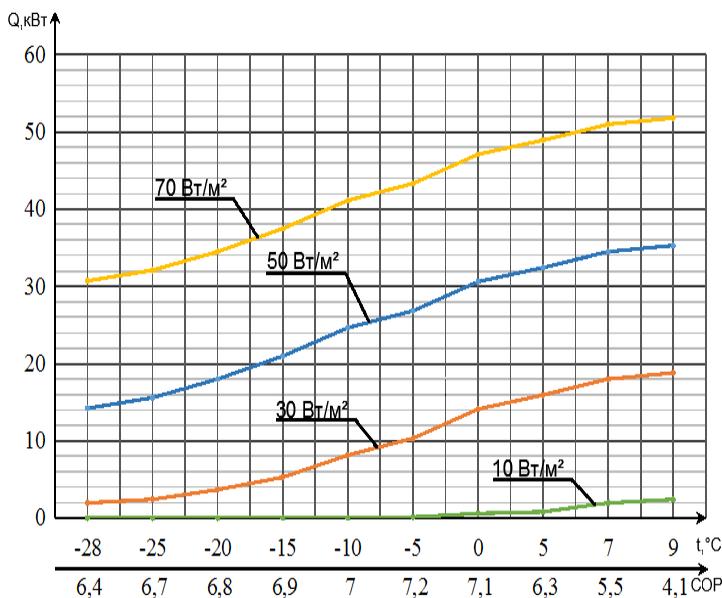


Рис. 1. Зависимость нагрузки на естественное охлаждение от температуры наружного воздуха при различных удельных теплоступлениях

Для оценки энергетических показателей вариантов использованы данные о холодильной нагрузке, приведенные на рис. 1 и продолжительности наблюдения температуры наружного воздуха в различных диапазонах по [6]. В варианте 1 следует учесть затраты электроэнергии на насосы и вентиляторы дополнительной вентиляционной системы и потребление теплоты в дополнительной системе вентиляции. Для варианта 2 определяются затраты электроэнергии на естественное охлаждение с помощью сухого охладителя.

дителя при температуре наружного воздуха ниже и равной 9 °С и искусственное (машинное) охлаждение при температуре наружного воздуха от 9 °С до 16 °С. Кроме того, в варианте 2 следует учесть электропотребление холодильной машины при наружной температуре от 9 °С до 16 °С. Энергозатраты по вариантам приведены в табл. 1.

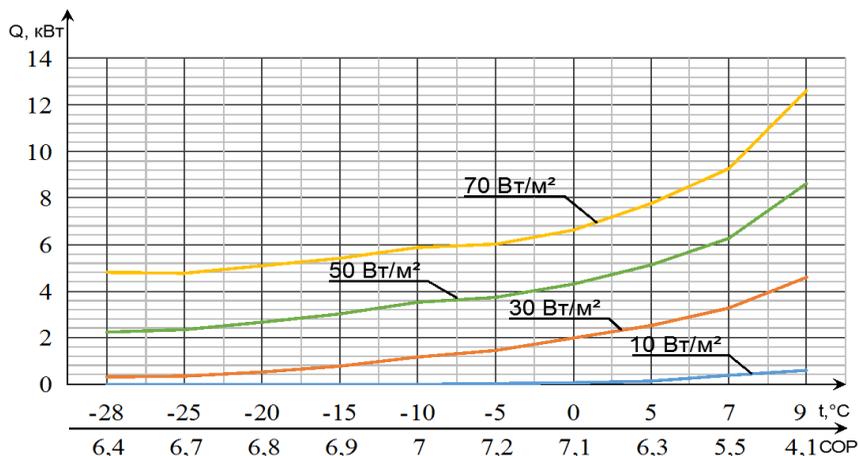


Рис.2. Зависимость электропотребления системой естественного охлаждения от температуры наружного воздуха при различных удельных теплопоступлениях в помещении

Таблица 1

Энергопотребление работающим в режиме естественного охлаждения оборудованием, кВт·ч

Вариант 1			Вариант 2		
Электропотребление вентилятором дополнительной системы	Электропотребление насосом калорифера	Теплопотребление калорифером	Электропотребление насосом и вентиляторами сухого охладителя	Электропотребление холодильной машиной	Электропотребление насосом и фанкойлами
2,31	0,37	130,00	2,52	7,9	2,54

Для экономического сравнения в варианте 1 учтены капитальные затраты на вторую вентиляционную систему с электродвигателем, фильтрами, вентиляционной сетью, воздухораспределителями, воздушными и огнезадерживающими клапанами. В варианте 2 учтен расход электроэнергии на работу насосов и вентиляторов сухого охладителя сначала в режиме есте-

ственного охлаждения, а затем искусственного охлаждения, а также на работу холодильной машины, циркуляционных насосов, фанкойлов от температуры 9 °С до температуры +16 °С. В капитальных затратах варианта 2 учтен промежуточный теплообменник, разделяющий контуры сухого охладителя с незамерзающей жидкостью и фанкойлов с холодной водой. Сравнение выполняется методом совокупных дисконтированных затрат (СДЗ) по [7, 8]. Рассчитывается СДЗ по формуле (2):

$$\text{СДЗ} = K \left(1 + \frac{p}{100} \right)^T + \mathcal{E} \left[\left(1 + \frac{p}{100} \right)^T - 1 \right] \cdot \left(\frac{100}{p} \right), \quad (2)$$

где p – норма дисконта, %, равная среднерыночной банковской ставке по кредитам (для нашего случая примем равную 10%); K – капитальные затраты, руб., для соответствующего варианта; T – годы; \mathcal{E} – годовые эксплуатационные затраты по вариантам.

При учете данных об энергопотреблении [9], а также тарифы на электроэнергию и тепловую энергию и данные фирм-производителей вентиляционного и холодильного оборудования выполнена приближенная экономическая оценка вариантов, результаты которой приведены в табл. 2. Сравняются СДЗ на горизонте 10 лет.

Таблица 2

Экономическая оценка сравниваемых вариантов

Вариант 1			Вариант 2		
Капитальные затраты, тыс. руб.	Эксплуатационные затраты, тыс. руб./год	СДЗ, тыс. руб.	Капитальные затраты, тыс. руб.	Эксплуатационные затраты, тыс. руб./год	СДЗ, тыс. руб.
956,708	663,214	13057,184	135,000	797,540	12905,917

Из полученных данных видно, что вариант 2 с использованием свободного охлаждения несколько дороже по эксплуатационным затратам, но дешевле по капитальным и совокупно дисконтированным затратам. При этом такой вариант, позволяет более тонко подстроить работу системы кондиционирования под ассимиляцию теплоизбытков, в каждом отдельно взятом помещении. Вариант 1-й занимает большие площади, но также позволяет осуществить технологическое резервирование приточных установок, что требует СП 60.13330.16 для определенных типов помещений. Отсюда следует вывод, что 2-й вариант является более дешёвым, и более гибким в регулировании, что делает его более предпочтительным, но в ряде случаев, для некоторых типов помещений в соответствии с современными требованиями вариант 1 может оказаться более подходящим.

Библиографический список

1. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Расчет энергетически целесообразной температуры наружного воздуха для перехода на свободное охлаждение кондиционируемых помещений офисов // Изв. вузов. Строительство. 2012. № 11-12. С. 71-78.
2. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Экономическое сравнение вариантов перехода на свободное охлаждение кондиционируемых помещений // Изв. вузов. Строительство. 2013. № 4. С. 78-83.
3. Ронжин П., Казаков В. Прямо или косвенно? Особенности систем охлаждения на основе фрикулинга // ИКС. 2014. №4. С. 67-69.
4. Кокорин О.Я., Балмазов М.В. О возможностях применения режима «free cooling» в средней полосе России // Холодильная техника. 2012. №11. С. 10-14.
5. Киричек Ю.А. Возможности прямого использования вентиляции для ассимиляции теплоизбытков в помещении. Настоящий сборник. 2018.
6. Строительная климатология: Справочное пособие к СНиП 23-01-99* / Под ред. Савина В.К. – М.: НИИ строительной физики РААСН. 2006. – 258 с.
7. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 128 с.
8. Ковалев И.Н. Рациональные решения при экономическом обосновании теплозащиты зданий // Энергосбережение. 2014. №8. С. 14-19.
9. Лушин К.И. Анализ тенденций изменения эффективности использования источников тепловой энергии для теплоснабжения объектов ЖКХ в регионах Центрального Федерального Округа Российской Федерации // Естественные и технические науки. 2014. №9-10 (77). С. 394-396.

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ ГАЗОПРОВОДОВ

*Лактюшкин А.В., магистрант 2 курса ИИЭСМ
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Организации, занимающиеся проектированием газораспределительных сетей, по-разному используют нормативные данные [1]. Применяют разные значения абсолютной шероховатости, условия гидравлической гладкости. Гидравлический расчет систем газораспределения проводится как на стадии проектирования, так и при реконструкции изношенных газопроводов. При этом необходимо учитывать особенности гидравлического расчета распределительных газовых сетей из стали и полиэтилена [2].

При проведении гидравлических расчетов применяют 2 основных метода гидравлического расчета [3, 5, 6]:

- удельных потерь давления на трение

$$\Delta p = R \cdot L + Z = R \cdot (L_{\text{геом}} + L_{\text{экр}}) = R \cdot L_{\text{пр}}$$

где R – удельные потери давления на трение, Па/м; L – геометрическая длина участка сети в метрах, Z – потери давления на местных сопротивлениях, Па;

- метод характеристик сопротивления

$$\Delta p = S \cdot G^2$$

где S – характеристика сопротивления, Па*с²/кг²; G – массовый расход среды на участке, кг/с.

Основными руководящими документами в газораспределении на сегодняшний день являются СП 62.13330.2011* «Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями № 1, 2)» и СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб».

Согласно требованиям [2, п. 3.23]: «Расчет диаметра газопровода следует выполнять, как правило, на компьютере с оптимальным распределением расчетной потери давления между участками сети. При невозможности или нецелесообразности выполнения расчета на компьютере (отсутствие соответствующей программы, отдельные участки газопроводов и т.п.) гидравлический расчет допускается производить по приведенным ниже формулам или по номограммам, составленным по этим формулам».

Выполнение гидравлического расчета на компьютере при помощи специализированного программного обеспечения [7], как правило, является наиболее точным методом, а в случае выполнения трудоемкого расчета, еще и более быстрым. Но у данного метода есть и недостаток:

- дороговизна лицензионного программного обеспечения;

- при выполнении гидравлического расчета не крупного объекта, возможно, что затраты времени будут больше, чем при ручном счете.

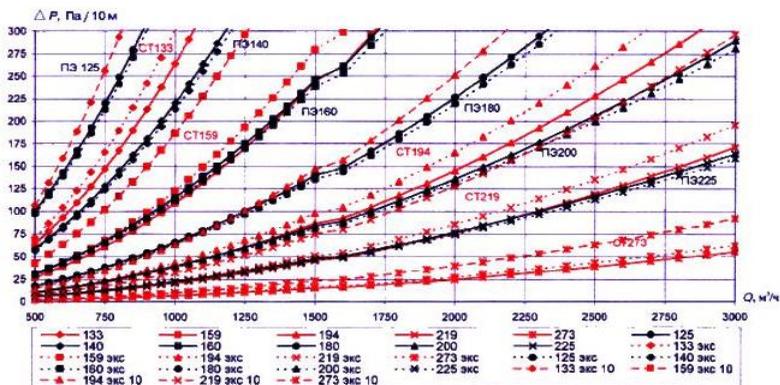


Рис. 1. Номограмма определения удельных потерь давление на трение

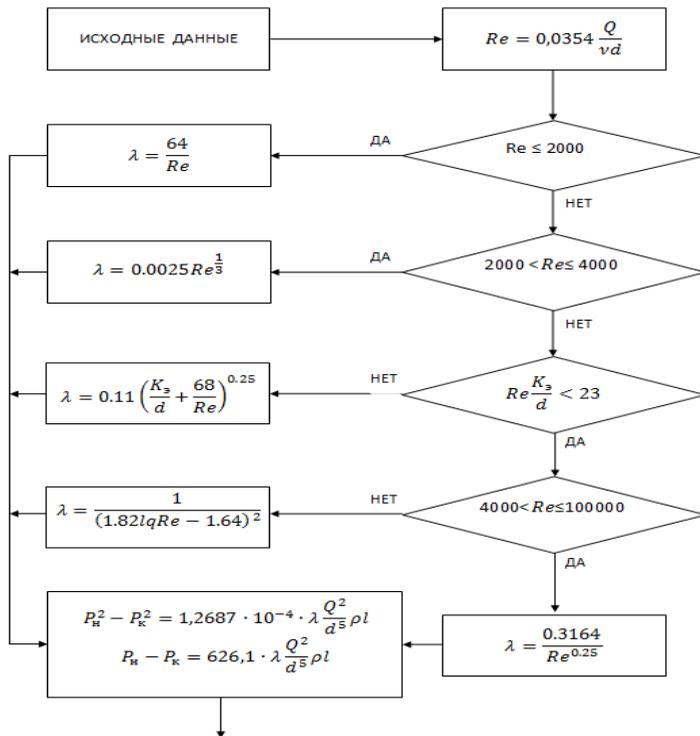


Рис. 2. Алгоритм гидравлического расчета газопроводов

При проведении гидравлических расчетов чаще всего применяют номограммы [4, с. 59-61], но недостатками этого метода являются:

- нагромождение кривых на номограмме (рис. 1);
- погрешности построения при определении потерь давления;
- невозможность определения давления для произвольного типоразмера трубопроводов (*принятые наружный диаметр и толщина стенки*);
- в случае, если номограмма построена в логарифмических координатах, то при простом интерполировании возникают ошибки в определении потерь давления. Учитывая вышеизложенное, часто более удобным в использовании является гидравлический расчет по приведенным в [2] формулам.

Опираясь на формулы, приведенные в [2], составим алгоритм, удобный в использовании для выполнения гидравлического расчета средствами Microsoft Excel (рис. 2).

Заключение:

1. Применение ЭВМ для расчета удельных потерь давления на трение удобнее, чем использование номограмм, в том числе и потому, что номограммы иногда составлены в логарифмических координатах и у большинства пользователей в современных условиях отсутствует навык работы с подобными системами координат, как правило, все сводится к простому интерполированию в интервале, что не верно.

2. Применение указанного алгоритма в совокупности с общедоступным Microsoft Excel в большинстве случаев дает приемлемые результаты.

Библиографический список

1. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями N 1, 2).
2. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
3. Жила В.А. Газоснабжение: Учебник. – М.: АСВ, 2014. – 368 с.
4. Жила В.А. Газовые сети и установки: Учебник. – М.: Академия, 2007. – 272 с.
5. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник. – М.: МЭИ, 2009. – 472 с.
6. Ключко А.К. Разработка концепции рационального проектирования газораспределительных сетей методом итерационного поиска: дис ... канд. техн. наук. – М., 2012. – 173 с.
7. Сайт НТП Трубопровод [Электронный ресурс]. – М.: НТП Трубопровод. – Режим доступа: <http://www.truboprovod.ru/cad/soft/hst.shtml> /, свободный.

ДВИЖЕНИЕ ПЫЛИ В ЖИЛОМ ПОМЕЩЕНИИ

*Морозов А.А., аспирант 1 курса ИИЭСМ
Научный руководитель – Рымаров А.Г., доц., к.т.н.*

Домашняя пыль представляет собой исключительно антропогенный субстрат, в состав которого, помимо частичек песка и почвы, входят текстильные волокна, волосы и эпидермис человека, шерсть и эпидермис домашних животных, пыльца растений, метаболиты различных организмов и т.д. Опасность представляют синантропные клещи. Продуцируемые ими аллергены являются важнейшим причинным фактором развития аллергических заболеваний: аллергического ринита, атопического дерматита и бронхиальной астмы [1]. Важной составляющей экологической характеристики жилищных условий является домашняя пыль, содержащая аллергены домашнего клеща [2]. В связи с этим ВОЗ определила аллергию к домашнему клещу как глобальную проблему для здоровья [3]. Размер аллергенов, продуцируемых клещами, составляет 10-40 мкм (средний 22 ± 6 мкм) [4]. Наивысшая экспозиция аллергенов клещей возникает во время уборки квартиры пылесосом, застилания постели, выбивания ковров и т.д., когда пыль вместе с содержащимися в ней аллергенами интенсивно перемешивается с воздухом помещения [5]. Также важным фактором отрицательного воздействия пыли на здоровье человека является пыльца, содержащаяся в ней. Размеры пыльцевых зерен колеблются примерно от 10 до 200 мкм; наиболее аллергенные виды пыльцы имеют размер от 20 до 30 мкм) [6]. Для создания эффективной системы очистки воздуха от указанных аллергенов домашней пыли необходимо проанализировать законы перемещения аэрозольных частиц в контексте рассматриваемых составляющих пыли.

Скорость осаждения частицы сферической формы в области действия закона Стокса определяется по формуле:

$$v = \frac{10^{-8} d^2 g \rho}{18\mu},$$

где v , см/с – скорость оседания частиц; $g = 981$ см/с² – ускорение силы тяжести; d , мкм – диаметр частиц; ρ , г/см³ – плотность частиц; μ , г/см·с – динамическая вязкость среды [7].

Диаметр частицы является известной величиной и равен 20-50 мкм для аллергенов клещей и 20-100 мкм для пыльцы. Динамическая вязкость также является известной величиной и равна $18,1 \cdot 10^{-6}$ кг/м·с или $18,1 \cdot 10^{-5}$ г/см·с при температуре 20 °С. Однако необходимо знать и плотность частиц.

Определим плотность пыльцы на основе сведений о массе и размере пыльцы дуба. Размер пыльцы дуба составляет 20 мкм. Вес составляет 8,2 нг. Плотность пыльцы составит 1957 кг/м³ или 1,96 г/см³.

Определим плотность фекальных шариков, содержащих аллерген на основе сведений об их массе и размере. При размере в 40 мкм вес составит 20 нг. Плотность составит 596 кг/м³ или 5.96 г/см³.

Определим скорость осаждения рассматриваемых частиц: для частицы пыльцы размером в 20 мкм она составит 2.35 см/с, а для аллергенного шарика клеща размером 10 мкм – 0.18 см/с. Построим графики зависимости скорости оседания частиц аллергенов в зависимости от диаметра частицы.

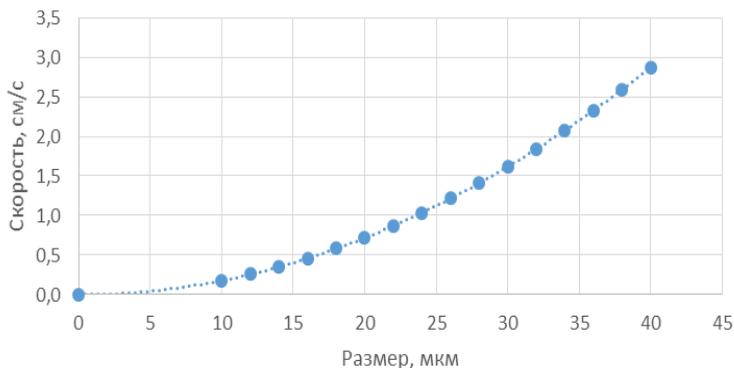


Рис. 1. График зависимости скорости осаждения аллергена клеща от его размера

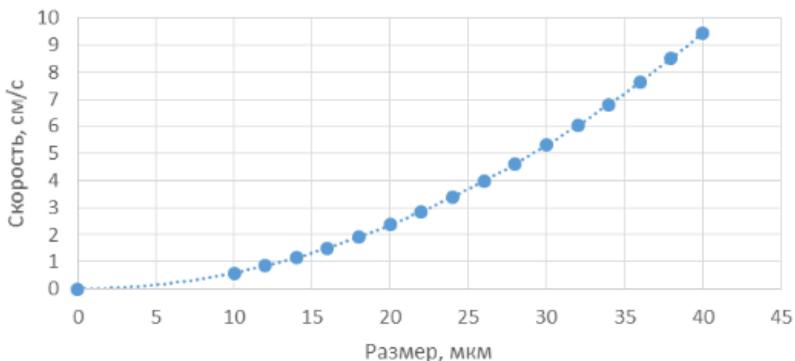


Рис. 2. График зависимости скорости осаждения пыльцы от размера её частицы

Как видно из представленных графиков, скорость осаждения частиц аллергена гораздо выше, чем у пыльцы.

Выведем упрощённую формулу для определения скорости оседания аллергенов домашней пыли:

- для аллергена пылевого клеща:

$$v = 0,0018d^2;$$

- для пыльцы:

$$v = 0,0059d^2,$$

где v – скорость оседания частиц аллергена, см/с; d – размер аллергена, мкм.

Таким образом, формулу можно представить в виде

$$v = k_p d^2,$$

где k_p – аэродинамическая характеристика частицы.

Однако, как показала практика далеко не всегда известная плотность элемента пыли. Модернизируем формулу Стокса в этих целях, получим:

$$v = \frac{10^{-17} gM}{9.41d\mu},$$

где M – масса частицы, нг; d – размер частицы, нг; μ – динамическая вязкость среды, г/см·с; g – ускорение свободного падения, см/с².

Для наглядности составим график времени оседания частицы клещевого аллергена на высоту 2 м в зависимости от его размера (рис. 3).

Однако воздух жилого помещения является подвижной средой, что необходимо учесть.

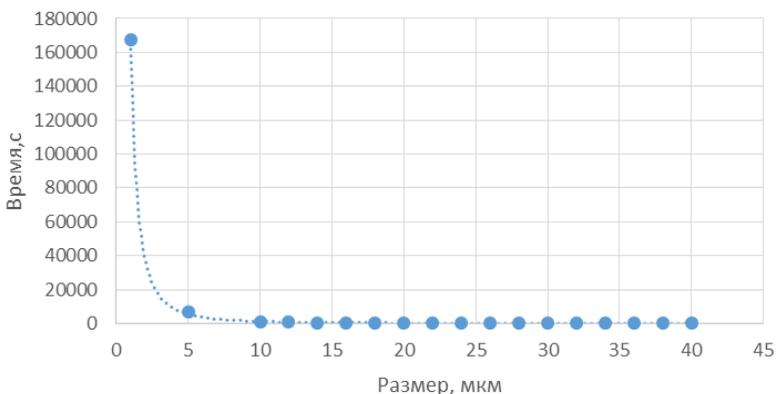


Рис. 3. Время оседания аллергена клеща на 2 м.

Воздушный режим помещения гражданского здания включает в себя:

- конвективные струи воздуха, восходящие от нагретых источников и нисходящие от холодных поверхностей. Конвективная воздушная струя – турбулентный вертикальный поток воздуха, возникающий в результате его теплообмена с неизотермической поверхностью. Конвективная воздушная струя в помещении возникает на поверхности нагретого оборудования (сушилки, печи, горячие ванны и прочего) и поверхности строительных ограждений в первом случае возникают восходящие компактные конвективные воздушные струи, а у поверхностей наружных ограждений в холодный период года – ниспадающие плоские;

- струи инфильтрующегося и эксфильтрующегося воздуха.

Инфильтрация и эксфильтрация наружного воздуха через ограждения также вызывает определенную подвижность воздуха в помещении;

- струи приточного и вытяжного воздуха системы вентиляции. Механическая вентиляция сама по себе влияет на воздушный режим помещений, но также стоит отметить присущие ей образования застойных зон, характеризующихся большой концентрацией пыли.

Анализ состояния и поведения воздушной среды, а также пылевого аэрозоля позволяет сделать вывод о том, что процесс снижения загрязнения воздуха, заключающийся в поддержании значений параметров его качества на уровне нормативных, может следовать лишь после реализации процесса пылевого загрязнения.

Построение физической модели движения пыли целесообразно проводить методом анализа параметров, характеризующих перечисленные объекты, которые в результате своего взаимодействия определяют состояние и особенности связей среды помещения [8].

Как показало исследование, скорость осаждения частиц аллергенов может достигать достаточно низких величин, что вызывает опасность пренебрежения обеспыливания воздуха в жилых помещениях. Однако для исследования пылеочистки воздуха необходимо учесть воздушный режим помещения.

Библиографический список

1. Желтикова Т.М. и др. // Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2001. № 6. С. 94.
2. Желтикова Т.М., Белевский А.С., Ахапкина И.Г. Экология жилых помещений и профилактика аллергии к клещам домашней пыли // Практическая пульмонология. 2004. №2. С.34-36
3. Пухлик С. М. Этиология круглогодичного аллергического ринита / С. М. Пухлик // Российская ринология. 1999. № 1. С. 91.
4. Tovey E., Institute of Respiratory Medicine, Room 461 Blackburn Building (D06), University of Sydney, New South Wales, Australia, 2006.
5. Vike I. Passive smoking induces an allergy like cellular infiltrate in the nasal mucosa of non allergic children // 7 Int. Congr. of Pediatr. Otorhinolaryngol. Helsinki. 1998. P. 246.
6. Желтикова Т.М. Это что-то новенькое! // Астма и аллергия. 2002. №1.
7. Головкин В.В., Истомин В.Л., Куценогий К.П. Определение массы индивидуальных пылевых зерен древесных растений и сорных трав, произрастающих в Западной Сибири // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2012. №3.
8. Май И.В., Макс А.А., Загороднов С. Ю., Чигвинцев В. М. Методические подходы к учёту скорости оседания различных пылевых фракций для задач оценки экспозиции населения мелкодисперсными частицами // Известия Самарского научного центра РАН. 2012.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ СБОРНЫХ КАНАЛОВ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

*Разаков М.А., студент 2 курса магистратуры ИИЭСМ,
Чернова Р.В., студентка 4 курса бакалавриата ИИЭСМ
Научный руководитель – Рымаров А.Г., доц., к.т.н.*

В странах Восточной Европы и бывшего СССР в жилых домах большое распространение получила система естественной вентиляции. А именно, удаление воздуха обеспечивается из-за разности плотностей наружного и вытяжного воздуха. Приток воздуха обеспечивается неплотностями оконных конструкций [1, 2]. На рис. 1 представлены принципиальные схемы естественной вентиляции.

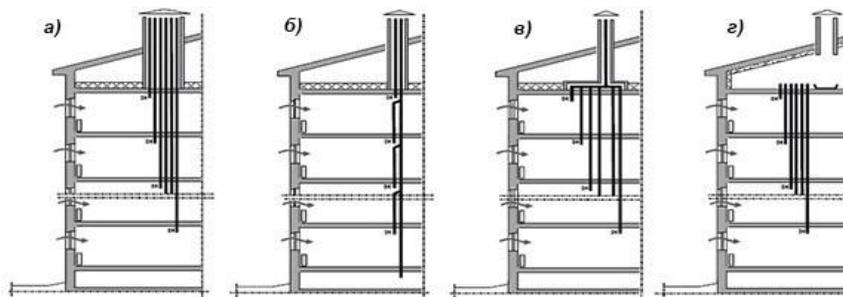


Рис. 1. Принципиальные схемы естественной вентиляции:

А – без сборных каналов; Б – с вертикальными сборными каналами; В – с горизонтальными сборными каналами на чердаке; Г – с теплым чердаком.

В остальных странах нашей планеты принята другая модель создания воздушного микроклимата помещения – использование механической приточно-вытяжной системы [3].

В данной работе продолжена попытка интегрировать современные достижения робототехники для обследования различных каналов системы естественной вентиляции [4, 5]. Для комплекса теплогазоснабжения и вентиляции данные аппараты совсем недавно уже нашли свое применение - их используют в газовом хозяйстве страны для исследования мест механических повреждений газопроводов [6]. Использование данных летательных аппаратов в системе естественной вентиляции позволит определить зоны конденсации в канале [7]. К сожалению, обычные аппараты не обладают нужной конфигурацией для сопротивления воздуху внутри шахты, т.к. скорости в ней могут достигать более 1,0 м/с [8, 9]. Поэтому коллектив авторов предлагает использование «усиленной» модели.

Режимы обследования характеристик канала Режим опускания

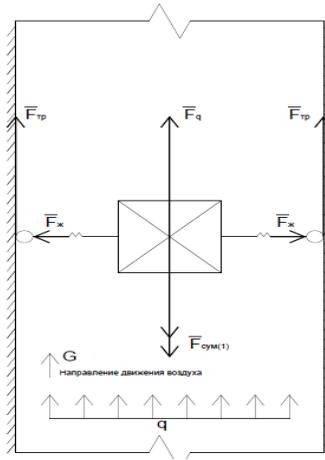


Рис.2: Принципиальная схема канала с помощью дрона (режим 1).

Векторное решение

$$\text{ox: } \sum F = 0 \longrightarrow 4 * F_{\text{ж}} = 0;$$

$$\text{oy: } \sum F = m \frac{dv}{dt} \longrightarrow F_{\text{ма}} + F_{\text{mg}} + F_{\text{q}} - 4 * F_{\text{тр}} = m \frac{dv}{dt};$$

Режим равновесия

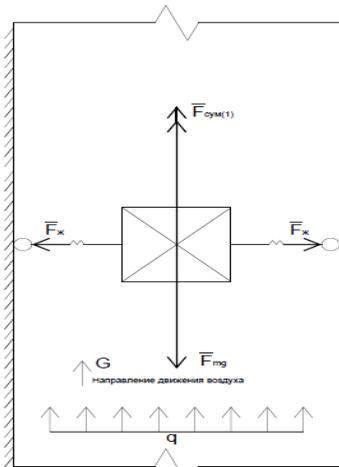


Рис.3: Принципиальная схема канала с помощью дрона (режим 2)

Векторное решение

$$\text{ox: } \sum F = 0 \longrightarrow 4 * F_{\text{ж}} = 0;$$

$$\text{oy: } \sum F = m \frac{dv}{dt} \longrightarrow F_{\text{ma}} - F_{\text{mg}} + F_{\text{q}} = m \frac{dv}{dt};$$

Режим подъема

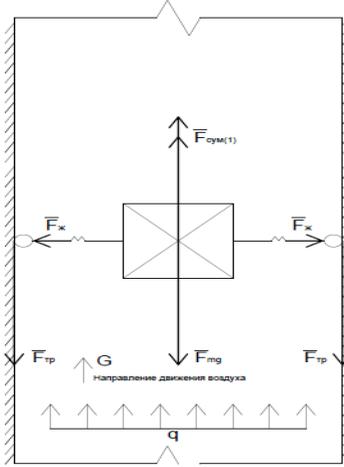


Рис.4: Принципиальная схема канала с помощью дрона (режим 3)

Векторное решение

$$\text{ox: } \sum F = 0 \longrightarrow 4 * F_{\text{ж}} = 0;$$

$$\text{oy: } \sum F = m \frac{dv}{dt} \longrightarrow F_{\text{ma}} - F_{\text{mg}} + F_{\text{q}} - 4 * F_{\text{тр}} = m \frac{dv}{dt};$$

Вывод: В данной работе представлена модель расчета нагрузок на аппарат.

Библиографический список

1. Тертичник Е.И., Агаханова К.М. Расчет величин фактических потоков воздуха в вытяжной гравитационной системе с вертикальным сборным каналом // 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. 784-788.
2. Рымаров А.Г., Кравчук В.Ю., Брюханов О.Н. Системы естественной вентиляции жилых зданий, оборудованных окнами с малой воздухопроницаемостью (Класс «Г» и выше) // Научное обозрение. 2016. № 10. С. 23-26.

3. Малявина Е.Г., Крючкова О.Ю. Сравнение показателей центральных систем кондиционирования воздуха, поддерживающих в помещениях оптимальные и допустимые параметры // Научное обозрение. 2014. №7-1. С. 86-92.
4. Горелова А.В., Кривобоков Е.А. Устройство и применение квадрокоптеров // В сборнике: Университетская наука. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова». 2017. С. 52-56.
5. Зилькарнаев В.У., Камалова В.Р. Практическое применение беспилотных летательных аппаратов в современном мире // Инновации в науке. 2016. № 56-2. С. 23-27.
6. Данилова А.А., Миденко М.А., Косогоров А.А., Тарасенко В.И. Использование беспилотников в газовом хозяйстве // В сборнике: Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении, сборник материалов международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова». 2016. С. 102-105.
7. Самарин О.Д. Проверка отсутствия замерзания конденсата в вентиляционных каналах в конструкциях наружных стен // Жилищное строительство. 2017. №4. С.25-27.
8. Рымаров А.Г., Савичев В.В. Особенности определения требуемого воздухообмена в помещениях жилых зданий. // Жилищное строительство. 2014. №12. С.23-25.
9. Тертичник Е.И., Агаханова К.М. Обзор методов расчета воздухообмена в жилых зданиях // В сборнике: Строительство – формирование среды жизнедеятельности, сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2016. С.945-948.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА И РАЗМЕРОВ ОКНА НА РАДИАЦИОННУЮ ОБСТАНОВКУ В ПОМЕЩЕНИИ

*Рыбаков А.С., студент 2 курса магистратуры ИИЭСМ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

Цель работы: поиск сочетаний параметров окна и помещений, при которых выполняются требования к тепловой оболочке зданий пункт 5 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [1], но не выполняются нормы ГОСТ 30494-2011. «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [2]. Так как современные архитектурные тенденции направлены на увеличение размеров светопрозрачных ограждений [3], особенно в современных административных зданиях, то исследование выполнено для помещения офиса.

Согласно ГОСТ 30494-2011 [2] локальная асимметрия радиационной температуры для помещения определяется с помощью шарового термометра. Оценка величины локальной асимметрии радиационной температуры по отношению к шаровому термометру выполнялась расчетным путем с помощью составленной программы расчета полной системы лучисто-конвективного теплообмена помещения при стационарном режиме.

Программа [4, 5, 6] для РС решает систему уравнений тепловых балансов воздуха и внутренних поверхностей всех ограждающих конструкций помещения. Неизвестными являются температура воздуха и температура каждой поверхности, которые обращены в сторону помещения. В тепловом балансе каждой внутренней поверхности учтены лучистый теплообмен с каждой из остальных поверхностей помещений, а также доля лучистой составляющей теплоотдачи отопительного прибора в помещении, определяемая коэффициентом облученности поверхности с отопительного прибора. При этом выполняется закон замкнутости тепловых потоков: сумма коэффициентов облученности с каждой поверхности на все остальные равна 1.

Были приняты значения температуры помещения, равной 20 °С и температуры наружного воздуха -25 °С [7]. Согласно ГОСТ 30494-2011 определение радиационной температуры относительно перемещающейся полусферы диаметром 150 мм необходимо выполнять на высоте 0,1; 0,6 и 1,7 м от поверхности пола помещения (пребывание людей в преимущественно в сидячем положении). Перемещение полусферы в пространстве помещения осуществлялось с шагом 0,5 м от окна вдоль наружной стены и тем же шагом от наружной стены в сторону помещения. Затем определяются коэффициенты облученности от полусферы на каждую ограждающую конструкцию помещения, и по уже найденной температуре поверхности ограждающей конструкции рассчитывается радиационная температура относительно полусферы. Значения локальной асимметрии радиационной температуры в месте нахождения полусферы определяются как разность результатов вычислений противоположных сторон.

Исходные данные для расчетного помещения: ширина помещения 4 м; глубина помещений 6 м; высота помещения 2,8 м; ширина окна 3 м; высота окна 2,1 м; расстояние от пола до окна 0,6 м; расстояние от стены до окна 0,5 м; подвижность воздуха в помещении 0,1 м/с; средняя температура внутреннего воздуха 20 °С.

Сопrotивление теплопередаче наружных ограждений приняты как нормируемые по СП 50.13330.2012: для наружных стен 2,50 м²С/Вт; для покрытия 2,82 м²С/Вт; для окна 0,42 м²С/Вт [8,9].

Результаты расчета: На рисунке 1 представлены планы с нанесенными значениями радиационной температуры в направлении окна и в направлении тыльной стены.

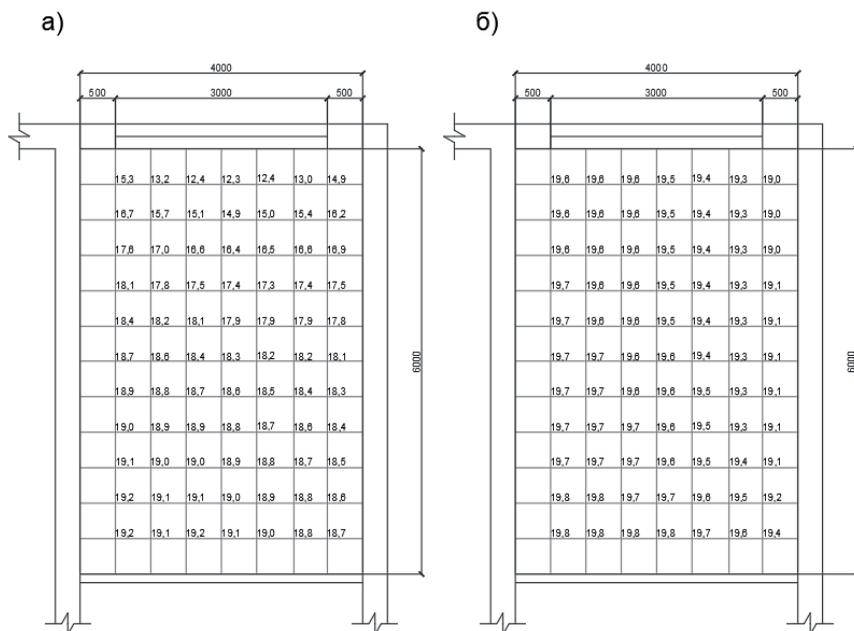


Рис. 1. Значения радиационной температуры, °С, измеряемой со стороны окна (а) и со стороны тыльной стены (б)

На рис. 2 представлен план со значениями локальных асимметрий радиационных температур. Как видно из рис. 2, значения локальных асимметрий радиационных температур превышают нормируемые значения не только на границах рабочей зоны, но и в ее пределах. Так, при допустимых параметрах нормы не соблюдаются на расстоянии более 1 метра на окна, тогда как при оптимальных параметрах это расстояние увеличивается до 1,5 м и более.

Заключение. Как видно из результатов расчета для вполне стандартного помещения, не смотря на выполнение норм СП 50.13330.2012, нормы

ГОСТ 30494-2011 не соблюдаются, что, по сути, ведет к сокращению площади рабочей зоны. Для устранения возникновения такой проблемы необходимо сокращать площадь остекления в помещении и (или) подбирать заполнение световых проемов с более высоким сопротивлением теплопередаче, чем близкое к требуемому по СП 50.13330.2012.

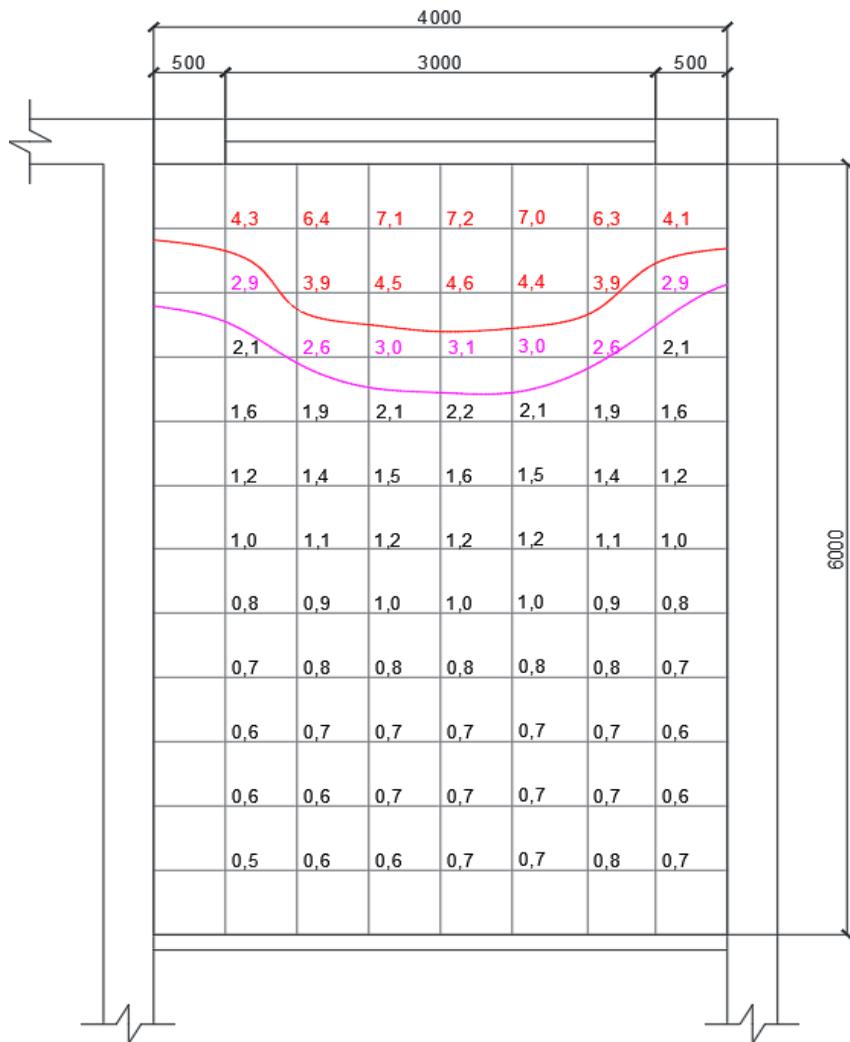


Рис. 2. Значения локальной асимметрии радиационной температуры и границы зоны допустимой локальной асимметрии – красная линия и оптимальной асимметрии – малиновая линия

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М., 2012. – 95 с.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М., 2013. – 12 с.
3. Соловьев А.К. Основы архитектуры и строительных конструкций. – М.: Юрайт, 2014. – 458 с.
4. Малявина Е.Г. Локальная асимметрия радиационной температуры помещения // В сб. Качество внутреннего воздуха и окружающей среды (Indoor and environment quality): материалы XI Международной научной конференции 23 марта - 15 апреля 2013г., г. Ханой. С. 157 – 161.
5. Малявина Е.Г., Барсукова М.А. Разработка методики расчета локальной асимметрии радиационной температуры // Научное обозрение. 2015. №8. С. 38-41.
6. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. – 3-е изд. – С-Пб.: изд-во «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД», 2006. – 400 с.
7. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. (с Изменениями N 2). – М., Минрегионразвития РФ. 2012. – 108 с.
8. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. Свод правил по проектированию и строительству. – М., 2004. – 140 с.
9. Самарин О.Д., Лушин К.и. Зависимость температуры в зоне примыкания заполнения светопроема к оконному откосу от положения оконного блока // Жилищное строительство. 2017. №3. С.30-33.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ КРЫШНЫХ УСТАНОВОК В ТОРГОВЫХ ЗАЛАХ

*Смирнов А.А., студент 2 курса магистратуры ИИЭСМ
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

При проектировании современных инженерных систем в торговых и промышленных комплексах важно учитывать возможность размещения инженерного оборудования в здании с минимальной занимаемой площадью, безопасную работу оборудования и удобное обслуживание, не требующее вмешательства в торговые и производственные процессы.

В большинстве своем, торговые и промышленные объекты структурно представляют собой здание с большой площадью и характерно высокими потолками. Данная особенность накладывает определенные требования при проектировании и реализации инженерных систем.



Рис. 1. Крышная приточно-вытяжная установка КОНДОР.

Для оптимального размещения вентиляционных систем в промышленных и торговых комплексах открытого типа с большой площадью, применяются крышные децентрализованные приточно-вытяжные установки КОНДОР (рис. 1), что позволяет обеспечить:

- зональность подачи воздуха и поддержание разных климатических параметров в разных зонах;
- отсутствие приточно-вытяжных воздуховодов, упрощает и снижает стоимость проектно-монтажных работ, позволяет экономить полезное пространство внутри помещения;
- конструкция установки КОНДОР позволяет значительно сократить время монтажа (всего три основных элемента: цоколь монтажный, внутренний блок и наружный блок) без дополнительных затрат;

– при отключении, для технического обслуживания, установки, не требуется остановка работы всей системы вентиляции, достаточно отключить лишь один обслуживаемый агрегат;

– установка КОНДОР поставляются со встроенной автоматикой, что позволяет в кратчайшие сроки произвести ввод здания в эксплуатацию и гарантировать правильную работу.

Установки КОНДОР разработаны для реализации децентрализованной общеобменной вентиляции и кондиционирования с очисткой, подачей свежего воздуха и удалением отработанного воздуха.

Основными функциями приточно-вытяжной установки являются:

- подача свежего воздуха;
- фильтрация;
- теплоутилизация;
- рециркуляция;
- нагрев воздуха;
- охлаждение воздуха;
- воздухораспределение;
- удаление отработанного воздуха.

Данная крышная установка используется в помещениях с высотой потолка от 4 до 22 м, площадь рабочей зоны 470-750 м². Принятая технология обработки воздуха совместно с системой автономного управления позволяет поддерживать точно заданные параметры, это упрощает проектирование, повышает энергоэффективность и экономичность. Крышные агрегаты позволяют осуществлять точное регулирование температурного режима помещения и обрабатываемого воздуха, включая осушку.



Рис. 2. Крышная приточно-вытяжная установка КОНДОР.

Установка КОНДОР состоит из двух основных независимых блоков, не требующих присоединения воздуховодов: наружный и внутренний блоки (рис. 2).

- основными элементами установки являются:
- фильтры на притоке и вытяжке
- воздушный клапан на притоке и вытяжке
- теплоутилизатор пластинчатый с воздушным клапаном байпас
- вентиляторы на притоке и вытяжке
- секция нагрева
- секция охлаждения
- секция воздухораспределения

Технические характеристики крышных приточно-вытяжных установок приведены в таблице 1.

Таблица 1

Типоразмер		6	8	
Воздухопроизводительность минимальная	м ³ /ч	6000	8000	
Холодопроизводительность	кВт	70-115	100-165	
Теплопроизводительность	кВт	25-74	40-108	
Обрабатываемая площадь	м ²	470	750	
Вентилятор	электропитание		3-50Гц 380В	
	потребляемый ток	А	2х3,9	2х8,4
	потребляемая мощность	кВт	2х2,06	2х3,8
Класс фильтра (приток/вытяжка)		M5/G4	M5/G4	

Воздухораспределитель (рис. 3) обеспечивает эффективное распределение приточного воздуха за счет изменения угла поворота лопаток. Данная секция обеспечивает стабильные аэродинамические характеристики воздушной струи в широком диапазоне расхода воздуха. Воздушная струя является управляемой, обеспечивая подачу воздуха вертикально или горизонтально, в зависимости от режима работы (нагрев или охлаждение). Если рассматривать режим нагрева, то приточный воздух подается вертикально, так как он имеет более высокую температуру и меньший удельный вес по сравнению с воздухом в помещении. Если рассматриваем режим охлаждения, то приточный воздух подается горизонтально, так как он характеризуется более низкой температурой и высоким удельным весом. Воздух, распределяемый горизонтально, опускается вниз, в рабочую зону, тем самым охлаждая помещение.

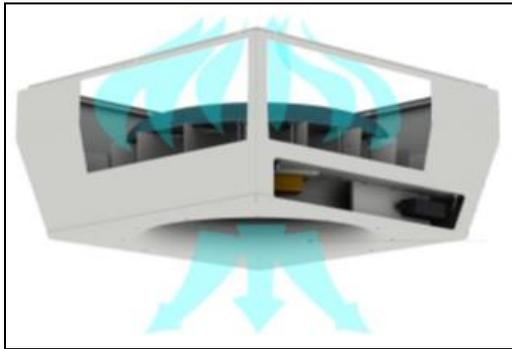


Рис. 3. Воздухораспределитель

В заключение отметим, что применение в торговых залах (комплексах) крышных децентрализованных агрегатов КОНДОР (в отличие от обычных централизованных приточно-вытяжных установок) значительно упростит монтаж, обслуживание и ввод в эксплуатацию вентиляционных систем, а также позволит (что является не менее важным!) экономить и более рационально использовать полезное пространство внутри помещений.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ (в ред. Федер. закона от 03.07.2016 г. № 269-ФЗ) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Сайт компании ТриДВент [Электронный ресурс]. – М.: ООО ТриДВент, – Режим доступа: <http://3dvent.ru/>, свободный.
3. Пигарев В.Е., Архипов П.Е. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха. – М.: Маршрут, 2003. – 424с.
4. Ананьев В., Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. – М., 2008.
5. Молчанов Б.С., Проектирование промышленной вентиляции. – М., 1970.
6. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ
И РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА И ХОЗЯЙСТВА

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ЖАРКОГО КЛИМАТА

*Абдулбаки В., Поликанов В.В., студенты 3 курса бакалавриата 23 группы
ИИЭСМ*

Научный руководитель – Берлинова М.Н., доц., к.т.н.

Как показывает мировой опыт строительства, при проектировании конструкций покрытия зданий с большими пролетами, одной из эффективных форм пространственных конструкций являются оболочки зонтичного типа [1]. Эффективность этих конструкций возрастает с увеличением пролета. Велики и композиционные возможности таких конструкций. Они позволяют перекрывать здания универсального назначения, создавать прекрасные образцы архитектурного творчества в условиях городской застройки. Такие конструкции известны с древних времен. Их применяли в Сирии, Иране, Древнем Риме. Основным материалом при этом был камень. Первые металлические конструкции такого типа появились в конце 19 века. С появлением железобетона появились различные пространственные формы купольных покрытий. Купола - распорные системы, имеющие в своем составе, как правило, три основных конструктивных элемента: нижний опорный контур, оболочку и верхний опорный контур.

В инженерной практике специалисту приходится рассчитывать широкий класс конструкций, когда расчет облегчается использованием уже известных типовых конструкций с допустимой нагрузкой и не требующих сложных выкладок. Но встречаются и такие ситуации, когда необходимо запроектировать уникальную конструкцию, предназначенную для какой-то определенной ситуации. Особенно часто такая необходимость возникает при проектировании промышленных и гражданских объектов из монолитных железобетонных и металлических конструкций. Это могут быть покрытия под технологическое оборудование, покрытия с нестандартным опиранием и формой. В таких ситуациях полного расчета конструкции не избежать [2-4]. С развитием вычислительной техники появилась альтернатива ручному счету – машинные методы расчета со следующими преимуществами: большая универсальность, большая точность, быстрота расчета, простота и удобство использования. Но инженер должен всегда владеть ручным счетом, хотя бы для того, чтобы всегда можно было бы проверить результаты, полученные другими методами.

Исследования эксплуатационной надежности проведены для зонтичного купола с учетом температурных воздействий в ПК Лири. Теоретической основой ПК Лири является метод конечных элементов, реализованный в форме перемещений. Выбор именно этой формы объясняется простотой ее алгоритмизации и физической интерпретации, наличием единых методов построения матриц жесткости и векторов нагрузок для различных ти-

пов конечных элементов, возможностью учета произвольных граничных условий и сложной геометрии рассчитываемой конструкции.

Основными достоинствами МКЭ являются: ясный физический смысл на всех этапах расчета, что позволяет легко проконтролировать результаты; легкость расчета комбинированных конструкций, т.е. конструкций, включающих в себя элементы различной размерности (например, оболочка + стержень); ввиду большой популярности МКЭ существует множество его реализаций.

Метод предельного равновесия, который основан на знании схем разрушения конструкций, полученных опытным путем, не только рассматривает равновесие конструкции в момент потери ею несущей способности и перехода в изменяемую систему, вычисляет значения меридиональных, кольцевых усилий, моментов, но и определяет значение разрушающей нагрузки.

В районах с сухим жарким климатом конструкции систематически подвергаются воздействию повышенных температур.

Действие температуры существенно меняет характер работы сооружения. Под влиянием повышенных температур в сооружении возникает неоднородность бетона, обусловленная изменением его свойств. Температурные градиенты приводят к возникновению температурных моментов, которые вызывают в конструкциях напряженное состояние близкое к плоскому, и, как правило, систему трещин на внешней растянутой грани.

Появление трещин в плосконапряженных элементах можно оценивать как анизотропию свойств железобетона. Температурные воздействия влияют также на развитие реологических процессов в бетоне и арматуре.

При расчете зонтичного купола оценка температурного воздействия по всем элементам без учета податливости соединений элементов, а также возможных поворотов опор, может привести к чрезмерно завышенным усилиям, особенно в защемлённых стойках. Если стержень подвержен действию перепада температуры, то более нагретые волокна его сечения сжаты, а менее нагретые – растянуты.

Частный случай, когда температура на верхних (ТВ) и нижних (ТН) волокнах симметричного сечения одинакова по величине и по знаку, то есть $T_B = T_H$, вызывает только напряжения растяжения или сжатия, что аналогично равномерному расширению волокон вдоль оси стержня.

Другой частный случай, когда температура на верхних и нижних волокнах симметричного сечения одинакова и противоположна по знаку, т.е. $T_B = -T_H$, вызывает только изгибные напряжения.

В общем случае температура в какой-либо точке на расстоянии Z от срединной плоскости сечения высотой H будет:

$$T = (T_B + T_H) / 2 + (T_H - T_B) Z/H \quad (1)$$

Для крайних волокон ($Z = H/2$) симметричного относительно оси Y_1 сечения:

$$T = (TB + TH) / 2 + (TH - TB) / 2 \quad 2)$$

Первое слагаемое определяет часть температурного воздействия, вызывающего равномерный нагрев сечения. Второе слагаемое определяет изгибные усилия, вызванные температурным перепадом.

В качестве первого приближения нужно задать на конструкцию начальную температуру T_n любой величины, выполнить расчет конструкции на эту температуру, получить величину продольного усилия N в напрягаемом элементе, а затем окончательно назначить величину температурного воздействия:

$$TT_n \quad (3)$$

Аналогично решается задача для случая, когда предварительному напряжению подвержено одновременно несколько стержней.

Расчет на заданные температурные воздействия дает усилия и окончательно решается задача по схеме (рис. 1), куда добавляются и все другие необходимые загрузки.

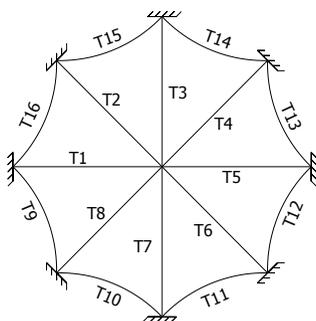


Рис. 1. Расчетная схема на заданные температурные воздействия.

Усилия в стержнях, напрягаемых температурными воздействиями, противоположны по знаку усилиям от предварительного напряжения, поэтому расчет на заданные температурные воздействия рекомендуется выделять в отдельное нагружение. Для остальных элементов конструкции знаки усилий не изменяются.

Если необходимо произвести выбор расчетных сочетаний усилий, рекомендуется:

- нагружение температурными воздействиями объявить постоянными;
- выделить предварительно напрягаемые элементы в отдельный список для выбора коэффициентов расчетных сочетаний;
- по этому списку для нагружения температурным воздействием задать коэффициенты со знаком минус.

В примере рассматривается расчет железобетонного зонтичного купола с учетом температурных воздействий радиусом $R = 25$ м, высотой $H = 3$ м, толщина оболочки – $d = 6$ см.

Проводится компоновка расчетной схемы; назначение локальных осей узлов; задание жесткостей и задание граничных условий. Все эти этапы обязательны. После этого нагрузка на оболочку задается двумя этапами.

Первое нагружение – нагрузки от собственного веса купола, второе – нагружение температурным воздействием. Результаты этого расчета приведены в табл. 1

Таблица 1

Сводная таблица напряжений

№ сечения	1	2	3	4	5	6	7
N_x , т/м ²	-34	-29	-24	-18	-13	-8	-2,8
N_y , т/м ²	-29	-24	-20	-15	-9,8	-4,9	-0,3
T_{xy} , т/м ²	-18	-15	-12	-9,1	-6,1	-3,0	-0,2
M_x , т.м/м	-0,007	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002	-0,001	$-6,7 \cdot 10^{-5}$
M_y , т.м/м	-0,009	-0,007	-0,006	-0,004	-0,003	-0,001	$-8,6 \cdot 10^{-5}$
M_{xy} , т.м/м	-0,005	-0,004	-0,003	-0,002	-0,002	$-7,9 \cdot 10^{-4}$	$-4,7 \cdot 10^{-5}$
№ сечения	8	9	10	11	12	13	14
N_x , т/м ²	2,8	8	13	18	24	29	34
N_y , т/м ²	0,3	4,9	9,8	15	20	24	29
T_{xy} , т/м ²	0,18	3,0	6,1	9,1	12	15	18
M_x , т.м/м	$6,7 \cdot 10^{-5}$	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007
M_y , т.м/м	$8,6 \cdot 10^{-5}$	0,001	0,003	0,004	0,006	0,007	0,009
M_{xy} , т.м/м	$4,7 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$	-0,002	0,002	0,003	0,004	0,005

Расчет на температурные воздействия показал, что в случае, когда температура на верхних (ТВ) и нижних (ТН) волокнах симметричного сечения одинакова по величине и по знаку, возникают напряжения растяжения или сжатия, а когда они противоположны по знаку, т.е. ТВ = –ТН, вызывает только изгибные напряжения.

Библиографический список

1. СП 52-117-2008*. Свод правил по проектированию и строительству. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий.
2. Зверьяев Е.М., Берлинова М.Н., Ким А.Л. Оценка критерия прочности бетона на примере аналогии теорий цилиндрических оболочек и балок // Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 358-360.
3. Зверьяев Е.М., Макаров Г.И. Оценка погрешности уравнений теории пологих оболочек // Строительная механика и расчет сооружений. 2013. № 4 (249). С. 38-42.
4. Zveryaev E.M., Berlinov M.V., Berlinova M.N. The integral method of definition of basic tension condition of anisotropic shell // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т.11. № 8. С. 5811-5816.

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КРАСОК ДЛЯ УТЕПЛЕНИЯ ФАСАДОВ И ДЛЯ АНТИОБЛЕДЕНЕНИЯ КАРНИЗОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КРЫШ

*Бачевская А.А., студент 2 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

Максимальное снижение теплопотерь ограждающих конструкций зданий можно добиться применением нанотехнологий и материалов с низким коэффициентом теплопроводности.

В данной работе была рассмотрена инновационная утепляющая краска Теплос-Топ, наносимая на наружную поверхность фасада, а также применение краски на карнизах металлических крыш для предотвращения образования наледи.

Теплос-Топ – водоразбавляемая утепляющая краска, которая позволяет снизить потери тепла на 30%. Теплос-Топ наносится на предварительно загрунтованную металлическую, бетонную, кирпичную, деревянную, стеклянную, пластиковую, резиновую, гипсокартонную или другие поверхности. Поверхность необходимо обезжирить, удалить ржавчину и грязь. Продолжительность межслойной сушки при других температурах определяется по степени отверждения покрытия: при прикосновении на нем не должен оставаться след. Нанесение краски должно осуществляться при температуре окружающего воздуха не ниже 10 °С и относительной влажности воздуха не выше 80%. Выдержка готового покрытия перед сдачей в эксплуатацию составляет: при температуре воздуха выше 15 С – не менее 5 суток; при температуре воздуха ниже 15 °С – до 15 суток [1].

Для сравнения окрасочного метода с традиционными (навесным и штукатурным способом) способами утепления фасадов выбраны локальные приоритеты альтернатив по критериям: срок службы, физические свойства, толщина утеплителя. Расчет установленных критериев, выстроенных в иерархическую форму, на предмет определения степеней влияния каждого из них на общую цель исследования проводился на основании математических моделей. Расчет показал, что тонкослойная утепляющая краска с высоким сопротивлением паропроницанию не уступает традиционным способам утепления [2].

Для выявления отличительных особенностей составлена таблица сравнения с утепляющей пеной (табл. 1).

Борьбу с обледенением крыш люди пытаются решить уже давно. Издавна, в условиях изменчивого северного климата с обледенением, строили дома с крутыми скатными крышами. Если угол более 40–60°, то при снегопаде снежный покров на них обычно не образуется и вероятность появления сосулек на краю карнизного свеса очень мала [1].

Тепло на место таяния снега поступает по трем причинам: при повышении температуры наружного воздуха; от солнечных лучей при отрица-

тельных температурах; и от теплопоступлений через чердачное перекрытие и от инженерного оборудования, расположенного на чердаке.

Таблица 1

Сравнительная характеристика утепляющих пен и красок

Наименование для сравнения	Утепляющая пена	Теплос-Топ
Толщина тепловой изоляции, мм	50-70	0,5-1,2
Гарантийный срок, лет	5	10
Капитальный ремонт	По факту	Не требуется
Безопасность	нетоксичен	нетоксичен
Физические свойства	При нарушении защитного слоя теряет свои свойства под воздействием ультрафиолета и атмосферных осадков	Водонепроницаем, не теряет свойств теплозащиты, коррозионностоек
Архитектура	Изменяет внешний вид фасада	Сохраняет все существующие архитектурные формы
Способы применения	Только снаружи здания и только для стен	Как снаружи, так и внутри здания

Источниками теплоты являются: атмосферное тепло, солнечная радиация, собственное тепловыделение кровли.

Талая вода, возникающая на скатах кровли, не может сразу попасть в водосточный желоб и стечь. Намокая, снег увеличивает объемную массу, а в процессе таяния изменяется его теплопроводность. В зависимости от объемной массы, изменяющейся от 100 до 700 кг/м³, теплопроводность снега колеблется от 0,0293 до 0,712 Вт/м °К.

Вода на морозе притягивается к любым металлическим поверхностям, в т.ч. и к водосточным трубам.

Для борьбы с сосульками в настоящее время применяются разные методы, основными из которых являются: очистка кровель от снега и наледи, чаще с помощью подручных средств, лопат и ледорубов; применение электронагревательных кабелей, прокладываемых в водосточные желоба; противообледенительная обработка, основанная на использовании химических реагентов; электроимпульсный метод с использованием ручных электроударных инструментов; предотвращающий образование наледи метод теплового удара, основанный на подаче тепла к кровельному покрытию; использование лазера для срезки сосулек [4].

В настоящее время приняты три основные направления по предотвращению образования сосулек: не допускать талую воду на холодный край

крыши; уменьшить массу скапливающегося снега на кровельных свесах и уменьшить скорость таяния снега на основной плоскости кровли.

Исследование в целях безопасности для предотвращения падения снега и наледи с окончания карнизного свеса и выступающих частей фасада различных вариантов оклеек карнизов материалами с шероховатой поверхностью, которая не даст снегу и льду самопроизвольно падать вниз.

Ряд исследователей предлагают для антиобледенения специальные составы для свесов крыш. Эти покрытия, например, кремнийорганические, защищают кровлю от воздействия солнечной радиации и снижают сцепление льда, пыли и маслянистых веществ с материалом кровли. Поверхность любого тела при взаимодействии с водой смачивается. Если краевой угол смачивания более 90° , то покрытие является гидрофобным и вода скатывается с поверхности. Наиболее ярким примером такого смачивания является лист лотоса. Листья лотоса и его цветы не намокают (всегда остаются сухими), т.к. поверхность их состоит из микровыступов высотой около 10 мкм (10^{-6} м), а сами микровыступы покрыты микроволоконцами, содержащими слой воскообразных веществ (кутикулы). В настоящее время созданы технологии, приближающиеся к подобному эффекту: вода отталкивается от поверхности подложек с вертикально нанесенными на них углеродными нанотрубками. Поверхности по типу лотоса имеют краевой угол смачивания до 150° . Для их широкого применения сдерживающим фактором является высокая стоимость. Для гидрофобизации поверхности карнизов на сегодняшний день наиболее применимы силикон-гибридные полимеры, полученные методом гидросилилирования (молекулярной сшивки) и имеющие в своей структуре органические и кремнийорганические макромолекулы, связанные друг с другом химическими связями (Si-C), устойчивыми к неблагоприятным внешним факторам: гидролитическому воздействию воды, УФ-излучению и др. [1].

В наших исследованиях коэффициент теплопроводности был взят на основании расчетов производителей краски и равен $0,03$ Вт/(мК) [2]. Полученные данные показали, что необходимо нанести 5 мм краски для увеличения шероховатости карнизных свесов и против образования наледи [3].

Автор применил на практике этот состав на одноэтажном подмосковном здании, образование сосулек не наблюдалось.

Проведя все исследования, можно с уверенностью прийти к выводам, что данная инновационная система имеет перспективные направления применения в наших климатических условиях. Необходимо выделить ключевые положительные стороны данного метода:

- обладает уникальными теплоизоляционными свойствами;
- снижает теплообмен (отсутствие перегретых участков, вертикальной тяги);
- снижает и устраняет конденсацию влаги без риска образования ржавчины;
- термостойкость до $+160$ С;

- может наносится на работающие объекты без остановки производенного цикла при температуре +5 С до +90 С.

Библиографический список

1. ТУ 2316-001-3294041-2005 Технологическая инструкция по нанесению краски ТЕПЛОС-ТОП
2. Сокова С.Д., Рослая Г.И. Технология и организация работ по ремонту конструкций зданий. – М., МГСУ, 2008. – 125 с.
3. Дружинин П.В., Юрчик Е.Ю. Механизм образования наледей и сосулек на крышах домов // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2012. Т.1. №19. С. 66-71.
4. Сокова С.Д. Технология ремонтно-строительных работ: Учебное пособие. – М., МГСУ, 2010. – 154 с.
5. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты здания».
6. СНиП 23 02 2005«Тепловая защита зданий».
7. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

ПЕРСПЕКТИВА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МАЛЫХ ГОРОДОВ

Бутузов А.Н., Харламов А.В., студенты 3 курса бакалавриата 22 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Плишивец А.А., доц., к.т.н.

Здания повышенной этажности, высотки – более уместны в крупных городах, где преимущественно распространены плотная городская застройка и высокие цены на земельные участки, что ограничивает горизонтальное строительство зданий и сооружений. Однако, чем выше здание, тем больше серьезных задач оно вызывает: помимо сложностей проектной надежности присутствуют такие злободневные проблемы, которые затрагивают жителей не только домов, находящихся вблизи этой новой застройки, но и всего района. Основной проблемой при высотном строительстве является увеличение плотности населения на 1 км², что не может не сказаться отрицательно на мобильности жителей данного населенного пункта. Если проблему, например, парковок можно решить путем предусмотренного пространства или подземного паркинга, то загруженность основных магистралей, нехватку учебных заведений, здравоохранительных учреждений и других общественных сооружений устранить крайне затруднительно. В то время, как высотное строительство может доставить некоторые неудобства в развитии городе, где, в конце концов, эти проблемы будут решены, в малых городах оно будет оставаться проблемой на долгие годы. Таким образом перспектива горизонтального развития малых городов ЖКК выглядит привлекательно.

Рассмотрим положительные и отрицательные стороны горизонтального типа застройки, на примере территорий «Новой Москвы», схема которой представлена на рис. 1.

На рис. 1 видно, что присоединенные к Москве территории занимают большую площадь (около 1 480 км²), которая абсолютно не соответствует нынешним критериям современного мегаполиса, а именно:

1. Плохая мобильность населения – слаборазвитые автомобильные магистрали, шоссе, проспекты, которые не справляются с загруженностью из-за большого потока транспорта; а также железнодорожные сообщения, которые не были предусмотрены на такие большие пространства.

2. Отсутствие достаточного количества детских садов, школ, поликлиник, физкультурно-оздоровительных комплексов, а также других общественных, учебных и социальных сооружений, необходимых для нормального и комфортного функционирования.

3. Большие нагрузки на городские системы электроснабжения и теплоснабжения.

4. В совокупности вышеперечисленных пунктов – низкий уровень населения и отсутствие перспективы проживания.

димыми элементами инфраструктуры, такими как магазины, ТЦ, детские сады, школы, поликлиники, салоны красоты, парки, скверы, театры, музеи, банки, дороги, транспорт и прочие социальные объекты, то такой тип развития города будет заметно перспективнее точечного высотного строительства.

Радиус обслуживания населения учреждениями, организациями и предприятиями, размещенными в жилой застройке, следует принимать не более указанного в таблице 1.

Таблица 1

Радиус обслуживания населения социальными объектами

Учреждения, организации и предприятия обслуживания	Радиус обслуживания, м
Дошкольные образовательные организации:	
- в городах	300
- в сельских поселениях и районах малоэтажной застройки городов	500
Помещения для физкультурно-оздоровительных занятий	500
Физкультурно-спортивные центры жилых районов	1500
Поликлиники и их филиалы в городах	1000
Раздаточные пункты молочной кухни	500
То же, при одно- и двухэтажной застройке	800
Аптеки в городах	500
То же, при одно- и двухэтажной застройке	800
Предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения;	
- в городах при застройке:	
многоэтажной	500
одно-, двухэтажной	800
- в сельских поселениях	2000
Отделения связи и банки	500

Избавившись от важнейшего недостатка при малоэтажном строительстве (отсутствие инфраструктуры), значительно повысится уровень жизни местных жителей; сократятся миграционные потоки в более крупные города, что в свою очередь уменьшит в них проблему перенаселения; и возрастет процент трудовой занятости населения.

Таким образом, взвесив плюсы и минусы горизонтальной застройки пространства малых городов, становится объективно понятно, что такой тип развития имеет высокие перспективы в будущем.

Библиографический список

1. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*.
2. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75.
3. СП 160.1325800.2014 Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования.
4. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с Изменением N 1).
5. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99*.
6. СП 153.13130.2013 Инфраструктура железнодорожного транспорта. Требования пожарной безопасности (с Изменением N 1).
7. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования (с Изменением N 1).
8. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* (с Изменением N 1).
9. СП 18.13330.2011 Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП II-89-80* (с Изменением N 1).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Великонская М.К., студентка 2 курса магистратуры 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Берлинов М.В., проф., д.т.н.*

Одно из важных требований в строительстве зданий и сооружений это сохранение качественной эксплуатации на весь жизненный цикл объекта. Долговечность – это свойство зданий и сооружений, а также несущих и ограждающих конструкций выполнять заданные функции в период эксплуатации.

На стадии проектирования для защиты конструкций от разрушений и коррозионных повреждений применяют два вида защиты.

К первичной защите относят выбор материала конструкций, для того, чтобы обеспечить наибольшую надёжность при эксплуатации, а к вторичной защите относят нанесения защитного покрытия, которое исключает или уменьшает коррозионные разрушения.

По нормативам различных развитых стран срок службы железобетонных конструкций контролируются такими стандартами как:

- максимально допустимое водоцементное отношение;
- класс и прочность бетона;
- толщина защитного слоя бетона.

Выбор материала и защитное покрытие положительно влияет на повышение долговечности конструкции, но правильный выбор формы конструкции с точки зрения коррозионной стойкости, может значительно продлить срок службы конструкции. Размеры и форма конструкции должны обеспечить хороший водоотвод, отсутствие мест накопления застоев жидкостей, отсутствие трещин, через которые могут проникать жидкости.

Значительное влияние на коррозионные процессы также оказывает положение конструкции в пространстве, например, на различных участках поверхности конструкции может преобладать значительная степень увлажнения или высыхания, которая будет отрицательно влиять на работу конструкции. Поэтому при положении конструкций необходимо учитывать рельеф местности, грунтовых условий, расположение смежных объектов влияющих на параметры агрессивных сред.

Наиболее остро попеременные нагрузки воспринимает конструкция в стыках, в местах сопряжения конструкций, обрыва арматуры, в проёмах и других опасных местах. Для того чтобы избавиться от данного отрицательного фактора, необходимо располагать места ожидаемых концентраций напряжения в менее загруженные зоны конструкции, плавно изменять поперечное сечение конструкции для того, чтобы сгладить перепады

напряжений, устанавливая демпферные устройства для равномерного распределения внутренних усилий. А для предотвращения раннего образования трещин усиливают поперечное сечение, путём устаревания косвенных сеток армирования [1].

Все эти способы благотворительно влияют на долговечность конструкции, но они эффективны только на стадии проектирования объекта.

На стадии эксплуатации на долговечность конструкции помимо старения конструкции, влияют случайные факторы, которые можно только спрогнозировать.

Одним из видов случайных факторов, влияющих на эксплуатацию можно отнести инженерно-геологических явлений [3, 4, 6].

Ежедневно на земле происходит множество геологических процессов и явлений, которые влияют на земной рельеф, земную кору и в целом на структуру нашей планеты.

Геологические процессы бывают природные, антропогенные, а также иметь комбинированный характер. Примером комбинированного характера можно отнести устройство геотермальных скважин, которые могут обеспечить горячее водоснабжение и отопление на многие годы, в результате которых увеличилось количество землетрясений на территории США за последние двадцать лет.

Эндогенные геологические процессы, обусловленные силами внутренней динамики Земли, к таким процессам можно отнести тектонические движения земной коры, тектонические нарушения и землетрясения.

Тектонические нарушения отрицательно влияют на строительство и эксплуатацию, в результате таких нарушений возникают неодинаковые свойства грунтов, раздробленность и трещиноватость грунтов, что затрудняет процесс строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Землетрясение ежедневно происходят на Земле, иногда они незаметны, а иногда приводят к катастрофам. Оценка силы землетрясения выражается в баллах от 0 до 12. В районах с бальностью от 7 до 9 баллов строительство ведётся с учётом специальных мероприятий, которые регламентируются с помощью СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах». В районах с бальностью выше 9 баллов строительство не рекомендуется.

Землетрясения с бальностью выше 9-ти баллов могут привести к стихийным бедствиям. В 1995 году в нашей стране был полностью разрушен посёлок городского типа Нефтегорск, находящийся на территории Сахалинской области, но, тем не менее, основная беда этой территории в том, что построенные в 60-тые годы панельные дома были не подготовлены к таким стихийным бедствиям.

Различные ежедневные «микроземлетрясения» не опасны, но они могут иметь накопительный характер и впоследствии привести к таким явлениям, как обвалы и оползни.



Рис. 1. Землетрясение в посёлке Нефтегорск

Обвалы – это обрушения крупных масс грунтов с крутых склонов, которые сопровождаются опрокидыванием массива и его дроблением.

Оползнями называется смещение грунтов по склону под действием силы тяжести и при участии поверхностных и подземных вод, схема оползня представлена на рис. 2.

Эти явление могут привести к разрушению зданий и сооружений, железных и автомобильных дорог и значительно усложнить работу сооружений.

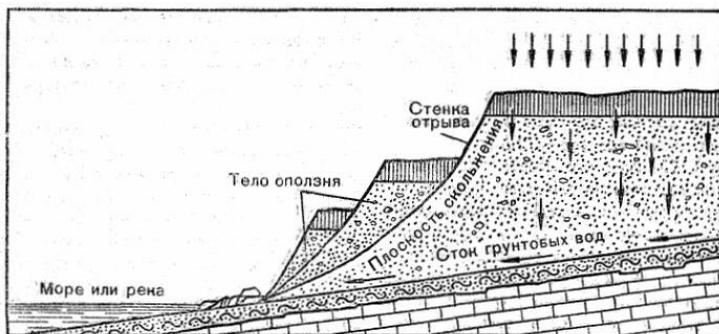


Рис. 2. Схема оползня

При проектировании зданий и сооружений уровень грунтовых вод является одним из важных факторов выбора фундамента и его заложения. Деятельность подземных вод также может отрицательно влиять на здания и сооружения, в результате которых может возникать карст, подтопление и набухание грунтов, суффозия, пьувуны и другие отрицательные факторы.

Карстом называется выщелачивание растворимых горных пород подземными водами с образованием пустот, схема карстовых пород представлена на рис. 3.

В зависимости от типа пород, в которых развивается карст, он разделяется на три типа:

- карбонатный (в известняках, доломитах, мелу);
- сульфатный (в гипсах и ангидридах);
- соляной (в каменной соли).

Возникновение карста может привести к провалам и деформациям сооружений и зданий, а также к возможным утечкам из водохранилищ через закарстованные породы. В прошлом веке в Испании была построена плотина высотой 72 м на закарстованных известняках. После окончания строительства оказалось, что водохранилище заполнить нельзя, так как вода стала уходить по закарстованным породам.

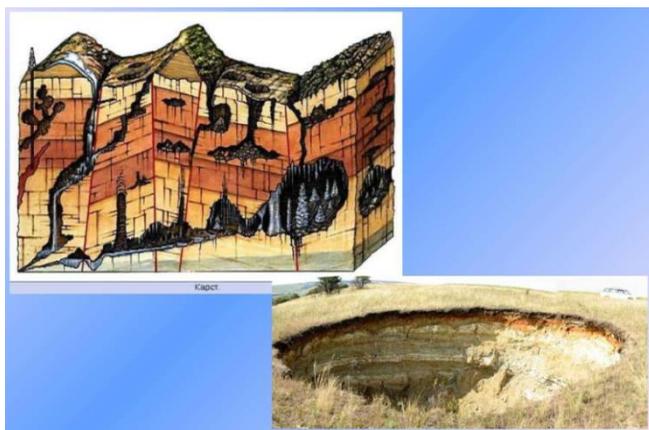


Рис. 3. Развитие карстовых грунтов

Россия является одной из ведущих стран по добыче полезных ископаемых. Но добыча нефти, газа и других полезных ископаемых могут приводить к смещению поверхности земли ниже уровня моря, заболачиванию, подтоплению, деформациям зданий и сооружений, землетрясениям и оседанию земной поверхности [2].

Прогнозированием инженерно-геологических явлений занимаются во всех странах, но абсолютной точности в этом направлении достичь невозможно. Основные методики прогнозирования основываются на экспертном мнении и на вероятностном методе. В нашей стране правила прогнозирования для различных организаций регламентируется ГОСТ Р 22.1.06-99 «Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов» [5].

Поэтому для решения проблемы влияния инженерно-геологических процессов одним из решений является создание современной нормативно-технической базы, где по каждому району были бы собраны характеристики, которые могут влиять на строительство и эксплуатацию зданий и со-

оружений. К основным параметрам данной нормативной базы можно отнести:

- характеристики, относящиеся к сейсмическому режиму, вулканофизической и сейсмической активности данной местности;
- характеристики, относящиеся к таким явлениям, как оползень, обвал (площадь поражённой территории, объём сместившейся массы, режим быстроменяющихся факторов, оценка сейсмогенного, геодинамического и техногенного воздействия и т.д.);
- параметры, характеризующие карстовые породы и лессовые грунты (площадь поражённой территории, общее оседание территории, интегральные величины трещиноватость, увлажнённости, контрастности и т.д.);
- основные характеристики грунтов, подземных и поверхностных вод (плотность, сцепления, удельный вес, влажность и т.д.);
- климатические условия данной местности;
- различные сведения о производственном и непроизводственном фонде региона, об опыте строительства и эксплуатации прошлых лет;
- характеристики основного рода деятельности региона.

Создание единой базы сможет более точно построить модель прогнозирования долговечности железобетонных конструкций, а также выбрать наиболее эффективные методы ремонта и наблюдения за эксплуатируемым объектом в процессе его жизни.

Библиографический список

1. Пухонто В.И. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений. – М., Изд-во АСВ, 2004. – 424 с.
2. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. – М., Высш. школа, 1982. – 511 с.
3. Режим доступа: <http://www.catalogmineralov.ru/deposit/russia/> – Дата обращения: 04.03.2018.
4. Режим доступа: <https://www.booksite.ru/localtxt/kat/ast/rofy/> – Дата обращения: 04.03.2018.
5. ГОСТ Р 22.1.06-99 Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов – М., 1999. – 10 с.
6. Заречных И.Ю., Невзоров А.Л. Механика грунтов в схемах и таблицах: Учебное пособие. – М., 2007. – 136 с.

СОВРЕМЕННОЕ КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

*Вихорева А.И., студентка 2 курса бакалавриата 22 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Остякова А.В., доц., к.т.н.*

В наше время в каждом доме проведена система отопления, позволяющая нам комфортно пребывать в теплом помещении в холодное время года. Помимо радиаторов, стоящих в наших квартирах, отопление зданий – это сложная система, включающая в себя большое количество процессов и их регулирование. Важным составляющим такой системы является котельная.

Котельная установка – это сооружение или отдельное помещение, в котором производится нагрев жидкости или теплоносителя, участвующего в производстве, для отопления или выпуска продукции. Теплоноситель из котельной может поступать в пункты назначения по теплотрассе и трубопроводам [1].

Котельные установки малой и средней мощности широко применяются для различных технологических процессов, теплоснабжения, систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений, объектов промышленного и сельскохозяйственного строительства, предприятий общественного питания, технологических потребителей теплоты в банях, прачечных, на строительных площадках.

В качестве топлива для котельных установок используются угли, торф, древесные отходы, газ и мазут. Газ и мазут – эффективные источники тепловой энергии. При их применении упрощаются конструкция и компоновка котельных установок, повышается экономичность, сокращаются затраты на эксплуатацию.

Котельное оборудование применяется для нагрева теплоносителя (чаще всего – воды), с помощью которого осуществляется передача тепла различным группам потребителей. Бытовое котельное оборудование используется для отопления сравнительно небольших помещений (квартир, магазинов, офисов), а промышленное – для крупных объектов (торговых центров, производственных цехов, жилых кварталов и т.п.).

Котельное оборудование – это разнообразные котлы, горелки, теплообменники, а также блок-модули и дымовые трубы.

Котельное оборудование

Котлы, являющиеся одним из самых важных видов котельного оборудования, бывают двух типов:

1. одноконтурные – рассчитаны лишь на подогрев теплоносителя;
2. двухконтурные – способны также обслуживать систему горячего водоснабжения.

Котлы также разбиваются на группы в зависимости от используемого топлива:

1. твердотопливные водогрейные котлы – являются наиболее распространенным видом котельного оборудования;

2. водогрейные котлы на газе (газовые котлы) – дают сравнительно низкую себестоимость тепла, а экологическая чистота газовых котельных, позволяет размещать их даже в жилых кварталах. Вместе с тем газовое котельное оборудование имеет более высокую стоимость по сравнению с твердотопливным;

3. дизельные котлы – другой вид котельного оборудования, предназначенного для выработки тепла. Подобные системы в качестве топлива используют мазут, для них необходимо применять дизельные горелки. Экологическая чистота дизельных котельных гораздо ниже, чем у газовых, себестоимость тепла тоже довольно низка. Чаще всего котельные с таким оборудованием размещаются на окраинах населенных пунктов;

4. электрические котлы – самый экологически чистый способ получения тепла осуществляется с применением именно этого котельного оборудования. Это котельное оборудование не зависит от магистралей подачи топлива, требуется лишь электричество, но и себестоимость вырабатываемого тепла выше, чем, допустим, у газовых котельных и угольных котельных [2].

Котельная установка состоит из котельного агрегата и вспомогательного оборудования (рис. 1).



Рис. 1. Устройство котельной установки [3].

Основное котельное оборудование это – котёл, топочное устройство, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, каркас с лестницами и помостами для обслуживания, обмуровка, тепловая изоляция, обшивка, арматура, гарнитура и газоходы.

Вспомогательное котельное оборудование – это дутьевые вентиляторы, дымососы, питательные, подпиточные и циркуляционные насосы, водоподготовительные и пылеприготовительные установки, системы топливотопереводки, золоулавливания и шлакозолоудаления, газоходы котельной и дымовые трубы. При сжигании жидкого топлива к вспомогательному оборудованию относится мазутное хозяйство, при сжигании газообразного топлива – газорегуляторный пункт или газорегуляторная установка [4].

Основное и вспомогательное котельное оборудование

Паровой котел – устройство, состоящее из топки, испарительных поверхностей для испарения пара, потребляемого вне этого устройства, с давлением выше атмосферного за счёт теплоты, выделяющейся при сжигании топлива.

Водогрейный котел – теплообменное устройство, в котором за счёт источника энергии (топлива) нагревается вода, находящаяся под давлением выше атмосферного и используемая в качестве теплоносителя вне самого устройства.

Топочное устройство котла предназначено для сжигания топлива и превращения его химической энергии в теплоту. Обмуровка котла – это система огнеупорных и теплоизоляционных ограждений или конструкций котла, предназначенных для уменьшения тепловых потерь и обеспечения газовой плотности.

Каркас котла – несущая металлическая конструкция, воспринимающая вес котла с учётом временных и особых нагрузок и обеспечивающую требуемое взаимное расположение элементов котла.

Пароперегреватель – устройство для повышения температуры пара выше температуры насыщения, соответствующей давлению в котле. Он представляет собой систему змеевиков, соединённых на входе насыщенного пара с барабаном котла и на выходе – с камерой перегретого пара.

Водяной экономайзер – устройство, обогреваемое продуктами сгорания топлива и предназначенное для подогрева или частичного испарения поступающей в котёл воды.

Воздухоподогреватель – устройство для подогрева воздуха продуктами сгорания топлива перед подачей его в топку котла.

Арматура котла – специальные устройства, предназначенные для регулирования расхода транспортируемого вещества, отключения и включения потоков газа, пара и воды. По направлению арматуру подразделяют на запорную, регулирующую, предохранительную, контрольную и специальную. Запорная арматура (вентили, задвижки и краны) предназначена для периодического включения или отключения отдельных участков трубопро-

водов. Регулирующая арматура (регулирующие вентили и клапаны) служит для изменения или поддержания в трубопроводах давления и расхода транспортируемого вещества. Предохранительную арматуру (грузовые, пружинные и обратные клапаны) применяют для автоматического открытия прохода, если давление превысит допустимое значение, а также для предотвращения обратного движения жидкости или газа. Контрольную арматуру (контрольные краны, указатели уровня, трехходовые краны для манометров) используют для проверки наличия вещества в трубопроводе и определения его уровня. Специальная арматура (конденсатоотводчики и влагонасосы) служит для удаления конденсата, отделения масла и других продуктов от газа.

Гарнитура котла – устройства для обслуживания газоходов и топки котла: лазы, гляделки, затворы шлаковых и золовых бункеров, газовые и воздушные клапаны и заслонки, взрывные клапаны, а также обдувочные аппараты. Лазы предназначены для осмотра и ремонта поверхностей нагрева, гляделки – для визуального осмотра топки и газоходов с наружной стороны котла, затворы шлаковых и золовых бункеров – для периодического удаления золы и шлака из бункеров, газовые и воздушные клапаны и заслонки – для отключения газоходов, регулирования тяги и дутья. Взрывные клапаны выпускают дымовые газы при повышении давления в топке или газоходе котла, предохраняя их от разрушения. Обдувочные аппараты применяют для удаления с поверхностей нагрева золы и шлака (струей пара или сжатого воздуха).

Питательные и подпиточное котельное оборудование – насосы, баки, трубопроводы предназначены для подачи воды в котел или тепловую сеть (систему отопления).

Тягодутьевые устройства – предназначены для подвода в топку котла воздуха, необходимого для сгорания топлива, и отвода из котла продуктов сгорания. Состоят они из дутьевых вентиляторов, воздухопроводов, газопроводов, дымососов и дымовой трубы, при помощи которых обеспечиваются подача необходимого количества воздуха в топку, движение продуктов сгорания по газоходам и удаление их в атмосферу.

Водоподготовительное оборудование котельной служит для подогрева и умягчения питательной воды и состоит из аппаратов и приспособлений, обеспечивающих очистку от механических примесей и растворенных в ней накипеобразующих солей, а также для удаления из неё газов.

Топливоподготовительное оборудование котельной, работающей на пылевидном топливе, предназначено для измельчения топлива до пылевидного состояния; в его состав входят дробилки, сушилки, мельницы, питатели, вентиляторы, грейферы, транспортеры и пылегазопроводы.

Топливоподготовительное оборудование мазутной котельной – включает в себя мазутные насосы, фильтры грубой и тонкой очистки, подогреватели мазута.

Оборудование золошлакоудаления котельной предназначено для удаления золы и шлака и состоит из гидравлических систем и механических приспособлений: транспортеров, вагонеток, бункеров и др.

Золоулавливающее котельное оборудование, циклоны, золоуловители предназначены для очистки дымовых газов от золовых частиц.

Топливный склад предназначен для хранения топлива; его оборудуют механизмами для разгрузки и подачи топлива в котельную или в топливо-подготовительное оборудование.

К устройствам теплового контроля и автоматического управления относятся контрольно-измерительные приборы и автоматы, обеспечивающие бесперебойную и согласованную работу отдельных устройств котельной установки для выработки необходимого количества пара заданных параметром (температуры, давления).

Горелка – устройство для смешения воздуха (кислорода) с топливом с целью подачи смеси к выходному отверстию и сжигания её здесь с образованием устойчивого фронта горения (факела). Газовые горелки, горелки топочного мазута – мазутные форсунки, газообразного топлива и топочного мазута - комбинированные газомазутные горелки. При сжигании пылевидного топлива применяют пылеугольные горелки, газообразного топлива.

Автоматизация котельного оборудования

Для регулирования и оптимизации функционирования котловых агрегатов технические средства стали применяться еще на начальных этапах автоматизации промышленности и производства. Сегодняшний уровень развития этого направления позволяет значительно повысить рентабельность и надежность котельного оборудования, обеспечить безопасность и интеллектуализацию труда обслуживающего персонала.

Современные системы автоматизации котельных способны гарантировать безаварийную и эффективную эксплуатацию оборудования без непосредственного вмешательства оператора. Функции человека сводятся к онлайн-мониторингу работоспособности и параметров всего комплекса устройств. Автоматизация котельных решает следующие задачи:

- Автоматический запуск и останов котлоагрегатов.
- Регулирование мощности котлов (управление каскадом) согласно заданным первичным настройкам.
- Управление подпитывающими насосами, осуществление контроля уровней теплоносителя в рабочем и потребительском контурах.
- Аварийная остановка и включение сигнализирующих устройств, в случае выхода рабочих значений системы за установленные пределы.

Автоматизация котельных осложняется тем, что в паровых агрегатах очень велики скорости протекания технологических процессов. К основным регулируемым величинам относят:

- расход и давление теплоносителя (воды или пара);
- разряжение в топке;

- уровень в питательном резервуаре;
- в последние годы повышенные экологические требования предъявляются к качеству приготавливаемой топливной смеси и, как следствие, к температуре и составу продуктов дымоудаления [5].

Степень автоматизации задается при проектировании котельной или при капитальном ремонте/замене оборудования. Может лежать в диапазоне от ручного регулирования по показаниям контрольно-измерительных приборов до полностью автоматического управления по погодозависимым алгоритмам.

Уровень автоматизации в первую очередь определяется назначением, мощностью и функциональными особенностями эксплуатации оборудования. Современная автоматизация работы котельной подразумевает комплексный подход – подсистемы контроля и регулирования отдельных технологических процессов объединяются в единую сеть с функционально-групповым управлением (рис. 2).

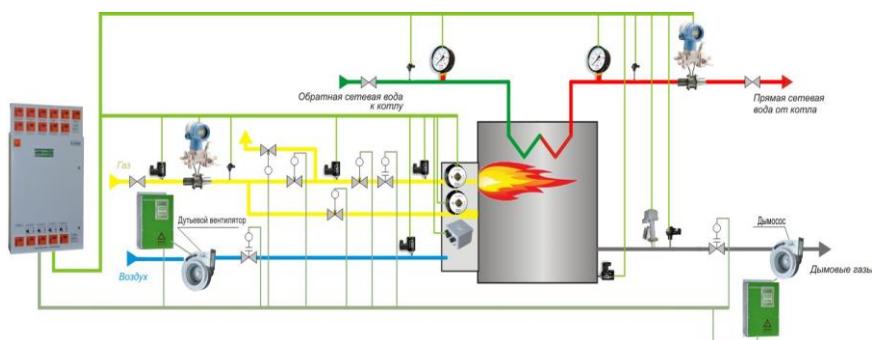


Рис. 2. Автоматизация работы котельной [6]

Автоматизация котельных выстраивается по двухуровневой схеме управления. К нижнему (полевому) уровню относятся приборы локальной автоматики на базе программируемых микроконтроллеров, реализующие техническую защиту и блокировку, регулировку и изменение параметров, первичные преобразователи физических величин. Сюда же причисляют и оборудование, предназначенное для преобразования, кодирования и передачи информационных данных.

Верхний уровень может быть представлен в виде графического терминала встроенного в шкаф управления или автоматизированного рабочего места оператора на базе персонального компьютера. Здесь отображается вся информация, поступающая от микроконтроллеров нижнего уровня и датчиков системы, и производится ввод оперативных команд, регулировок и уставок. Кроме диспетчеризации процесса решаются задачи оптимизации режимов, диагностики технического состояния, анализа экономических показателей, архивирования и хранения данных. При необходимости инфор-

мация передается в общую систему управления предприятием (MRP/ERP) или населенным пунктом [7].

К средствам автоматизации относят:

- оборудование управления розжигом и наличия пламени, запускающее и контролирующее процесс горения топлива в топочной камере котлоагрегата;
- специализированные сенсоры (тягонапоромеры, датчики температуры, давления, газоанализаторы и т. д.);
- исполнительные устройства (электромагнитные клапаны, реле, сервоприводы, частотные преобразователи);
- панели управления котлами и общекотельным оборудованием (пульты, сенсорные мнемосхемы);
- шкафы коммутации, линии связи и энергообеспечения.

Любая схема автоматизации котельной включает в себя подсистемы контроля, регулирования и защиты. Регулирование осуществляется путем поддержания оптимального режима горения заданием разряжения в топке, расхода первичного воздуха и параметров теплоносителя (температуры, давления, расхода). Подсистема контроля выводит фактические данные о функционировании оборудования на человеко-машинный интерфейс. Приборы защиты гарантируют предотвращение аварийных ситуаций при нарушении нормальных условий эксплуатации, подачу светового, звукового сигнала или останов котлоагрегатов с фиксацией причины на графическом табло, мнемосхеме или щите [4].

Библиографический список

1. Сокова С.Д., Дементьева М.Е. Ремонт инженерного оборудования зданий: Уч. пособие. – М.: МГСУ, 2010. – 350 с.
2. Сайт Котлы КВ оборудование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kotel-m.ru/boiler-equipment.html>, свободный.
3. Сайт оборудования для отопления [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://poluchi-teplo.ru/kotelnaya/oborudovanie-kotelnoy.html>, свободный.
4. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76.
5. Адамчикова А.И., Китайцева Е.Х. Автоматизация технологического проектирования: Уч. пособие. – М.: МГСУ, 2009. – 132 с.
6. Сайт газовое и промышленное оборудование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://avtoblesk.biz/ustanovki/ustanovka-ekonomayzera-v-kotelnoy.php>, свободный.
7. ГОСТ Р 56777-2015 Котельные установки. Метод расчета энергопотребления и эффективности.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ДЕЛОВОГО ЦЕНТРА МОСКВА-СИТИ

*Гусарь О.А., Балакирева В.В., студенты 3 курса бакалавриата 23 группы
ИИЭСМ*

Научный руководитель – Давидюк А.А., доц., к.т.н.

С наступлением 21 века многократно увеличился спрос на строительство высотных зданий с несущим каркасом из монолитного высокопрочного бетона. Для восприятия высоких значений внутренних усилий в несущих конструкциях от нагрузок, связанных с высокой этажностью зданий, возведение несущих монолитных железобетонных конструкций производится с применением высокопрочных бетонов классом В80 и В90.

На основании литературного обзора по работам таких деятелей науки как Каприелов С.С. и Шейнфельд А.В. и анализа различных методов определения прочности бетона, применимых к несущим конструкциям высотных зданий из высокопрочного бетона в процессе эксплуатации, стало ясно, что такие особенности бетона, как высокий модуль упругости и хрупкость, обусловленные повышенной экзотермией и трещинообразованием, не позволяют надежно контролировать их качество и надежность путем использования отдельных методов испытаний. Так как опыт контроля качества применяемого высокопрочного бетона составляет менее десяти лет, а в условиях эксплуатации объектов еще меньше, то существует проблема отсутствия длительного опыта контроля качества высокопрочного бетона на стадии эксплуатации.

Бетоны массового применения классом прочности до В60 и высокопрочные бетоны и конструкции из них обладают рядом существенных различий, которые следует учитывать при контроле качества. Например, высокий модуль упругости и хрупкость делает высокопрочные бетоны чувствительными к выполнению испытаний прямыми методами контроля прочности бетона. В реальных условиях степень уплотнения бетонной смеси ниже, чем в контрольных образцах, что обусловлено повышенным содержанием арматуры и характером армирования конструкций, которые затрудняют укладку бетонных смесей.

При строительстве Москва-Сити бетон укладывали с низким содержанием воды, но с высоким количеством пластификаторов, чтобы можно было провибрировать смесь. В связи с этим фактическая прочность бетона в конструкциях может быть ниже прочности контрольных образцов, а прочность, определенная в поверхностных зонах конструкций, ниже прочности в глубинных зонах.

Известны случаи занижения прочности высокопрочного бетона до двух раз при контроле качества неразрушающими методами (отрыв со скалыванием), специалистами некоторых строительных лабораторий, рабо-

тавших по стандартным методикам и с применением традиционного оборудования типа «Оникс» или «ПОС».

Наиболее масштабным и значимым объектом, где высокопрочный бетон получил широкое применение, является Московский международный деловой центр «Москва-Сити» (ММДЦ «Москва-Сити»), строительство которого было начато 1998 г., завершение планируется на 2020 г. Основные здания комплекса были построены 2004–2017 гг. Система контроля качества высокопрочных бетонов обрабатывалась с 2005 г. в процессе возведения монолитных конструкций на строительстве высотных сооружений ММДЦ. Было выявлено, что высокопрочные бетоны обладают повышенным трещинообразованием за счет усадочных трещин. Это также ограничивает применение методов контроля и определения прочности бетона, поскольку затруднительно выбрать участок без трещин необходимого размера для конкретного метода измерений. Также особенности высокопрочного бетона приводят к тому, что фактическая прочность бетона может быть ниже прочности контрольных образцов, изготовленных в процессе возведения конструкций, а прочность, определенная неразрушающими методами в поверхностных зонах конструкций, может быть ниже прочности в глубинных зонах [1].

Особенности высокопрочного бетона несущих конструкций в условиях реальной эксплуатации высотных зданий постоянно исследуются учеными и специалистами всего мира, вносятся дополнения и корректировки в нормативные и методические документы.

В процессе эксплуатации зданий проявляется отличительный характер поведения высокопрочных бетонов, который связан не только с особенностями их состава, но и качеством проведения строительных работ и условиями эксплуатации. Дополнительные требования по контролю прочности высокопрочного бетона описаны в [7].

Правила контроля и оценки качества», но с учетом особенностей контроля прочности при эксплуатации, а также практикой технического обследования зданий с применением высокопрочного бетона, оптимизировать методику проведения испытаний по контролю прочности высокопрочного бетона при эксплуатации.

Рассмотрим контроль качества высокопрочного бетона конструкций в период эксплуатации здания при возрасте бетона более года. При градуировке приборов неразрушающего контроля в случае оценки прочности эксплуатируемых бетонных и железобетонных конструкций следует учитывать влияние влажности и возраста бетона, степень агрессивности среды. Градуировку приборов неразрушающего контроля целесообразно проводить по образцам, отобранным из конструкций в реперных точках с максимальными, промежуточными и минимальными показателями прочности бетона по результатам предварительной оценки.

Методы контроля и оценки прочности бетона [3] и [5], были сформированы в период доминирования в строительстве сборного железобетона, и, в основном, сводились к функциям внутризаводского контроля качества

железобетонных изделий. При переходе к массовому монолитному домостроению возникли дополнительные сложности в адаптации методов и средств неразрушающего контроля прочности бетона [4]. При обследовании эксплуатируемых железобетонных конструкций задача определения прочности еще более усложняется. Во-первых, физико-механические и структурные характеристики исследуемых бетонов могут быть неизвестны, следовательно, невозможно градуировать приборы неразрушающего контроля. Во-вторых, трудно оценить влияние условий испытаний на показания приборов неразрушающего контроля. В-третьих, на результаты неразрушающего контроля прочности влияет изменение структурных характеристик бетона в процессе его длительной эксплуатации [2].

В настоящее время неразрушающий контроль принято выполнять с использованием метода местных разрушений, к которым относятся отрыв со скалыванием и скалывание ребра. Однако, поскольку эти методы фиксируют усилие разрушения поверхностного слоя конструкции, то фактически определяют предел прочности бетона на растяжение, а связь между пределом прочности на сжатие и растяжение весьма спорная, их нельзя признать достаточно надежными. Очевидно, что если обратиться к методу определения прочности бетона [5], то помимо традиционных физико-механических свойств бетона, таких как предел прочности при сжатии и растяжении, плотность и модуль упругости, можно получить информацию о виде, фракционном составе и раздвижке зерен крупного заполнителя, поровой структуре, наличии низкомолекулярных включений и новообразований, связанных со спецификой действия эксплуатационной среды. Поскольку неразрушающие методы контроля основаны на зависимостях прочности бетона от плотности и твердости, а также от скорости ультразвукового импульса, то очевидно, что при изменении условий испытания могут изменяться и эти зависимости.

Таким образом, для получения достоверных результатов контроля и определения прочности высокопрочного бетона необходимо комплексное использование разрушающих и неразрушающих методов. Принцип заключается в следующем: с каждой контролируемой конструкции собираются данные испытаний бетона на прочность косвенными неразрушающими методами, которые сопоставляются путем построения градуировочных зависимостей с результатами прямых испытаний кернов, отобранных из конструкций, или контрольных образцов, сформированных при входном контроле качества бетона при условии сохранения таковых данных, или методом отрыва со скалыванием.

Определение прочности тяжелых бетонов проектных классов В60 и выше или при средней прочности бетона при сжатии в монолитных конструкциях необходимо проводить с учетом положений [7], согласно которым оценку возможности применения установленных градуировочных зависимостей проводят по двум показателям: коэффициенту корреляции и погрешности определения прочности бетона.

Допускается использование установленных градуировочных зависимостей для определения прочности бетона в конструкциях при значении

коэффициента корреляции не менее 0,7 и величине погрешности определения прочности бетона не более 15% [1]. Коэффициент корреляции и погрешность определения прочности бетона установленной градуировочной зависимостью определяют в соответствии с [8].

При определении прочности бетонов по кернам, отобраным из конструкций, рекомендуется применять керны диаметром не менее 70 мм со шлифованными опорными поверхностями и масштабным коэффициентом $\alpha = 1$, так как использование кернов меньшего диаметра и с меньшим значением масштабного фактора приводит к большим погрешностям полученных результатов [7].

Очевидно, что высокопрочные бетоны и конструкции из них обладают рядом специфических особенностей, это высокий модуль упругости и хрупкость, повышенное содержание арматуры и характер армирования конструкций, а также что контроль и определение прочности необходимо производить путем комплексного использования разрушающих и неразрушающих методов. Если размер трещин больше 0,3 мм, но меньше 1 мм, то их необходимо заделывать ремонтными составами с повышенной гидрофобностью, для того чтобы избежать корродирования арматуры в несущих конструкциях, а если трещины имеют размер меньше чем 0,3 мм, то заделка ремонтными составами не обязательна.

Библиографический список

1. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Киселева Ю.А. Особенности системы контроля качества высокопрочных бетонов // Строительные материалы. 2012. № 2. С. 63-67.
2. Несветаев Г.В., Коллеганов А.В., Коллеганов Н.А. Особенности неразрушающего контроля прочности бетона эксплуатируемых железобетонных конструкций // Интернет-журнал Науковедение. 2017. Т. 9. № 2. Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/14TVN217.pdf>.
3. ГОСТ 18105–2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – М.: Стандартинформ, 2011. – 17 с.
4. Коревицкая М.Г. Безопасность зданий и сооружений из монолитного железобетона // Строительная инженерия. 2005. № 1. С. 63-65.
5. ГОСТ 22690–2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – М.: Стандартинформ, 2016. – 23 с.
6. Несветаев Г.В., Коллеганов А.В., Ивлев Л.Н. Перспективы использования метода ультразвукового прозвучивания при обследовании и проектировании усиления железобетонных конструкций // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 2. С. 62-66.
7. ГОСТ 31914–2012. Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. – М.: Стандартинформ, 2014. – 15 с.
8. ГОСТ 18105–2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – М.: Стандартинформ, 2012. – 20 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

*Евсеева К.А., студентка 1 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Касьянов В.Ф., проф., д.т.н.*

При реконструкции высотного здания нельзя обойтись без использования грузопассажирских подъемников. С их помощью возможна безопасная и быстрая доставка людей, а также необходимых материалов на нужную высоту. При этом очень важно выбрать надежный и качественный подъемник. Именно такими характеристиками обладает продукция компании Alimak [5].

Подъемники и платформы от Alimak Нек применяются в самых разных отраслях на всех континентах. Основана фирма Alimak в Швеции. В 2012 году в Санкт-Петербурге была основана компания ООО «АЛИМАК», когда Группа Alimas объединила усилия с группой профессионалов из России [6].

Строительные подъемники серии Alimak предназначены для вертикального перемещения людей, строительных материалов и изделий во время выполнения отделочных работ при реконструкции зданий.

Стандартные подъемники имеют грузоподъемность от 400 до 3200 кг на кабину разных размеров длиной до 4 м при высоте подъема 250 м и выше. С помощью системы частотного регулирования, могут достигать скорости подъема порядка 100 м/мин. Модульная конструкция обеспечивает высокую гибкость в действии и взаимозаменяемость узлов.

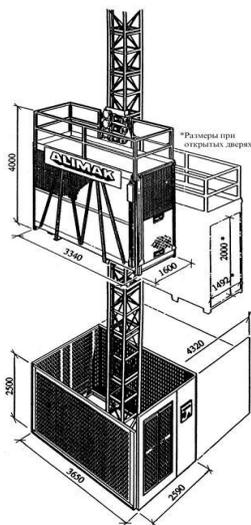


Рис. 1. Грузопассажирский подъемник ALIMAK SCANDO 10/32 TD, 20/32 TD

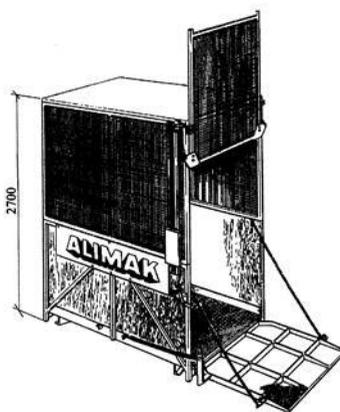


Рис. 2. Грузопассажирский подъемник ALIMAK SCANDO PM 1050

Одномачтовый подъемник Scando (рис. 1-4) можно легко превратить в двухкабинную систему, добавив кабину, ограждения и вторую зубчатую рейку. Грузоподъемность при этом удваивается при минимальных затратах времени. Точно так же двухкабинную схему можно расчленить на два однокабинных подъемника, добавив вторую мачту, настенные опоры и небольшое число принадлежностей.

Дополнительно к торцевым дверям крупные кабины могут быть оборудованы широкими входными воротами на длинной стороне для загрузки и выгрузки грузов на поддонах вилочным погрузчиком. Пространственная кабина позволяет перевозить длинные и громоздкие материалы.

Подъемники оснащены прибором безопасности Alimak, который срабатывает при превышении подъемником номинальной скорости, кабина плавно останавливается, а питание приводных электродвигателей отключается [4].

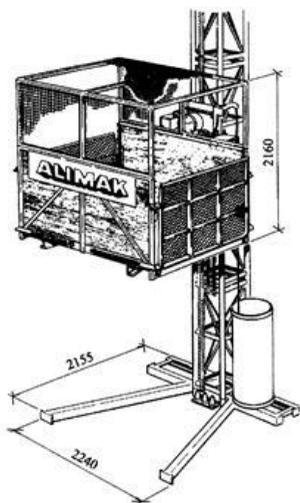


Рис. 3. Грузопассажирский подъемник ALIMAK SCANDO PM 1150

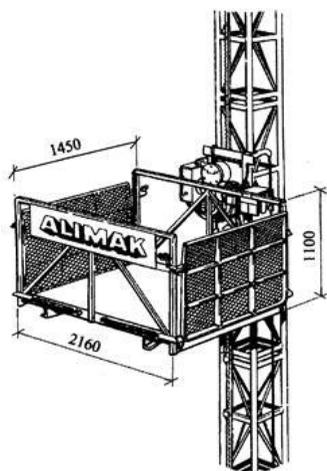


Рис. 4. Грузопассажирский подъемник ALIMAK SCANDO M 1200

Таблица 1

Технические характеристики грузопассажирских (мачтовых, реечных) подъемников Alimak Scando

Марка подъемника	Грузоподъемность, кг	Мощность, кВт	Длина платформы, м	Максимальная высота подъема, м
10/32 TD	1000	15	3,2	150
20/32 TD	2000	22,5	3,2	150
PM 1050	1050	7,5	2	28
PM 1150	1150	7,5	2	28
M 1200	1200	7,5	2	28

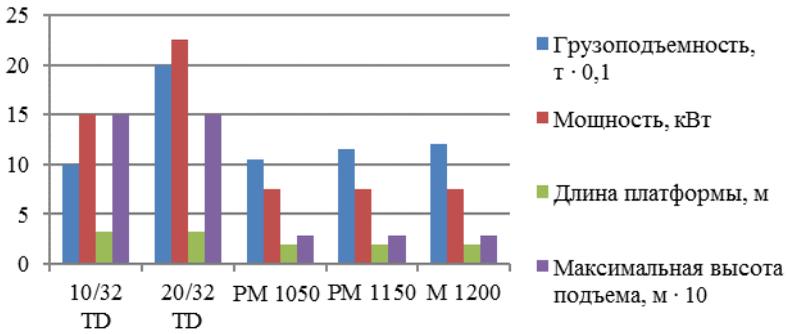


Рис.5. Сравнительная диаграмма технических характеристик грузопассажирских подъемников Alimak Scando

В модульных грузопассажирских подъемниках Alimak CH использована новая легковесная мачта (рис. 6). Грузоподъемность подъемников – 1000 – 2000 кг на кабину (табл. 2). Одно- и двухкабинные схемы. Компактная конструкция с отличными ходовыми качествами [4].

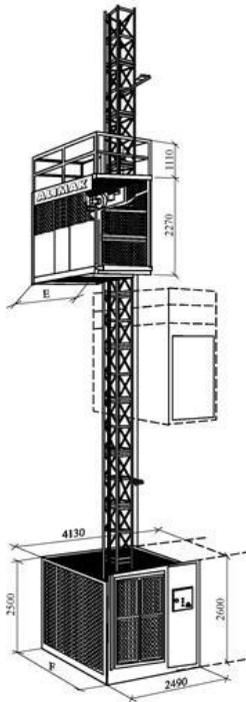
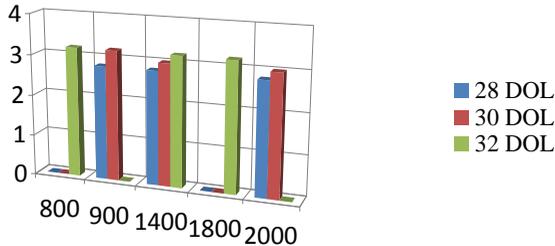


Рис. 6. Общий вид грузопассажирских подъемников марки ALIMAK CH /30-32 DOL и CH /28-32 DOL

Технические характеристики грузопассажирских подъемников Alimak CH

Марка подъемника	Грузоподъемность, кг	Кол-во электродвигателей x мощность, шт., кВт	Длина платформы, м	Макс-ная высота подъема, м
30 / 32 DOL	700	1 x 11	3 - 3,2	120
	800	1 x 11		120
	900	1 x 11		120
	1100	1 x 11		120
	1300	2 x 7,5		120
	1400	2 x 7,5		120
	1800	2 x 7,5		60
	2000	2 x 7,5		60
28/30/32DOL	800	1 x 11	- / - / 3,2	120
	900	1 x 11	2,8 / 3,2 / -	
	1400	1 x 11	2,8 / 3 / 3,2	
	1800	2 x 7,5	- / - / 3,2	
	2000	2 x 7,5	2,8 / 3 / -	

Длина платформы, м



Грузоподъемность, кг

Рис. 7. Сравнительная диаграмма технических характеристик грузопассажирских подъемников Alimak CH 28/30/32 DOL

Мощность, кВт

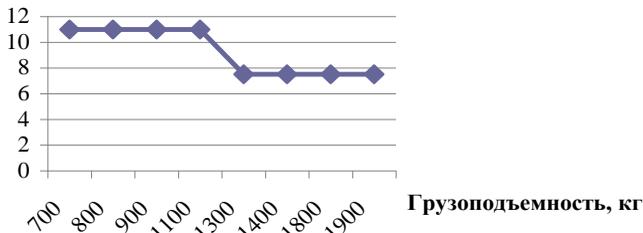


Рис. 8. График зависимости мощности от грузоподъемности грузопассажирских подъемников Alimak Scando 30/32 DOL и 28/30/32 DOL

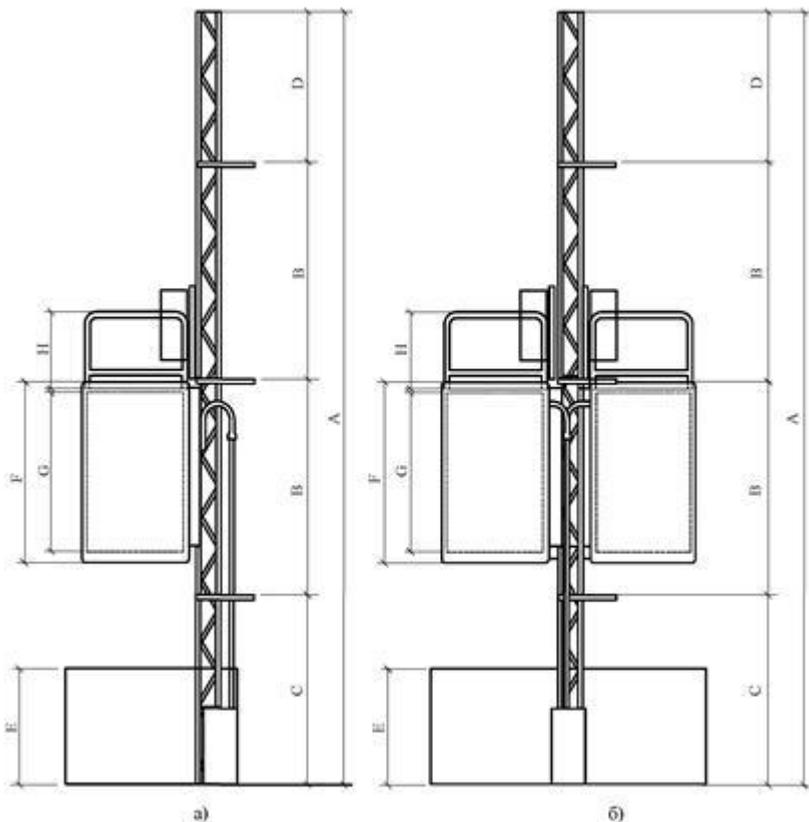


Рис. 9. Общий вид грузопассажирских подъемников НЕК и главные размеры
 а) одинарного PLM; б) двоянного PLM

Таблица 3

Сравнительные технические характеристики грузопассажирских подъемников Нек PLM

Тип подъемника	Груз пассажиров, кг	Число пассажиров	Максимальная высота мачты, м	Длина кабины, м
PLM 1072	1000	12	200	1,5
PLM 1073	1000	12		
PLM 1572	1500	18		
PLM 1573	1500	18		
PLM 2073	2000	25		
PLM 2074	2000	25		
PLM 1076	2000	24		
PLM 2076	4000	50		
PLM 2078	4000	50		

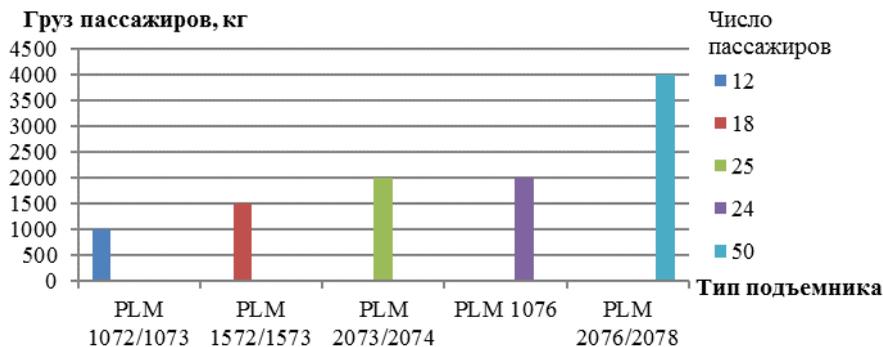


Рис. 10. Диаграмма, показывающая максимальную вместимость на платформе подъемника

Мачтовые платформы SCANCLIMBER – идеальное решение для выполнения работ по реконструкции, монтажу и кладке кирпичей на фасадах высоких зданий.

Мачтовые модульные платформы SCANCLIMBER могут иметь 1 (рис. 11) или 2 мачты (рис. 12). Мачта состоит из многих секций длиной 1250 мм, которые легко прикрепляются друг к другу с помощью болтов на требуемой высоте. Сама платформа собирается из модулей. Платформа поднимается и опускается по вертикальной зубчатой рейке при помощи ведущего колеса, которое работает через коробку передач с электромоторным приводом.

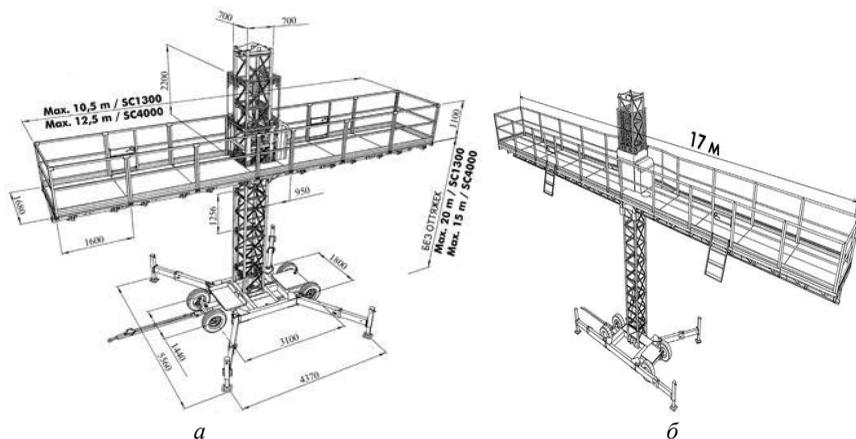


Рис. 11. Общий вид одномачтовых строительных платформ SCANCLIMBER
а – SC1300 и SC4000, б – SC5000

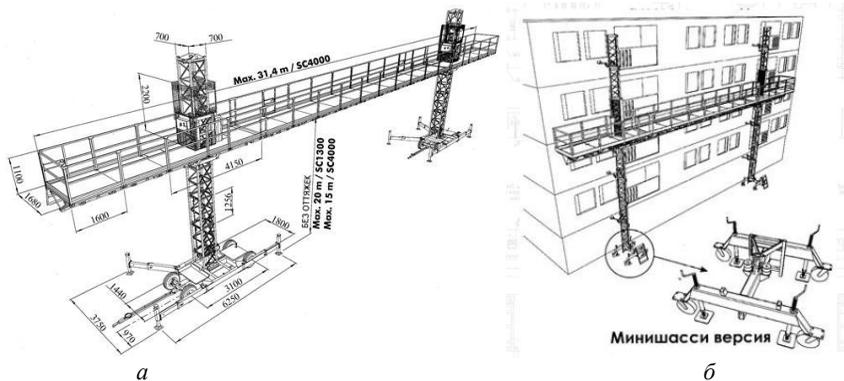


Рис. 12. Общий вид двухмачтовых строительных платформ SCANCLIMBER
а – SC1300 и SC4000, б – SC5000

Платформа может быть свободностоящей до высоты 20 м. Максимальная высота платформы с креплением к стене при помощи анкеровки составляет 100 м. Высота больше 100 м является возможной при помощи спецмероприятий. Мачта может быть смонтирована на минишасси для узких мест или шасси могут быть снабжены колесами или [4].

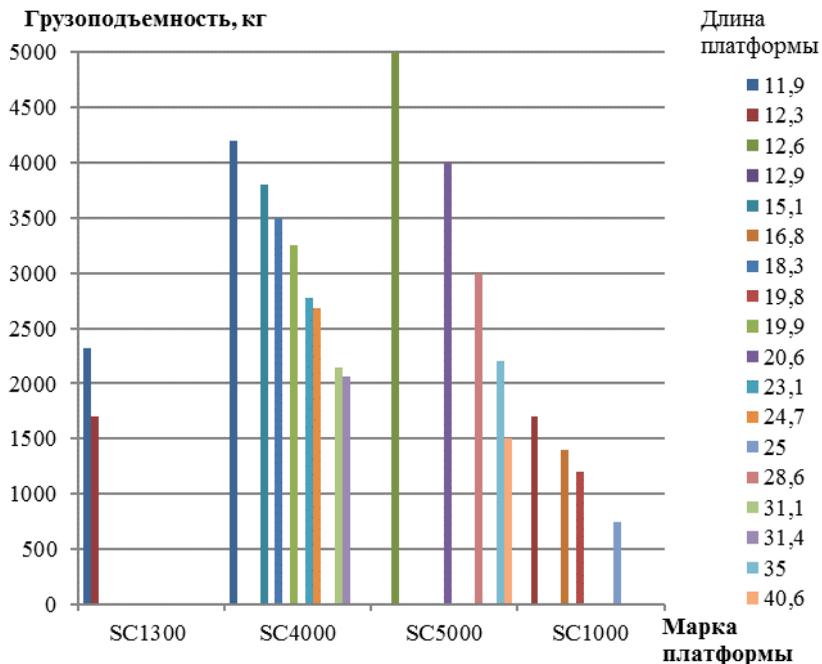


Рис. 14. Диаграмма технических характеристик двухмачтовых платформ SCANCLIMBER SC1300 SC4000, SC5000, SC1000

**Сравнительные технические характеристики строительных платформ
Scanclimber**

Марка платформы	Грузоподъемность, кг	Длина платформы, м	Максимальная высота подъема, м
Одномачтовые			
SC1300	1300	4,2	20
	1000	7,4	
	700	10,5	
SC4000	2000	4,2	15
	1700	7,4	
	1400	10,5	
	1200	12,5	
SC5000	2700	4,1	100
	2300	7,3	
	1900	10,5	
	1500	13,7	
	1000	16,9	
SC1000	1300	4,1	150
	800	7,1	
	500	10,1	
Двухмачтовые			
SC1300	2320	11,9	15
	1700	18,3	
SC4000	4200	11,9	15
	3800	15,1	
	3500	18,3	
	3250	19,9	
	2775	23,1	
	2680	24,7	
	2140	31,1	
	2065	31,4	
SC5000	5000	12,6	100
	4000	20,6	
	3000	28,6	
	2200	35,0	
	1500	40,6	
SC1000	1700	12,3	120
	1400	16,8	
	1200	19,8	
	750	25,0	

Строительные подъемники и платформы взаимозаменяемы только частично. Таким образом, нельзя выбрать какой-то один подъемник (платформу), удовлетворяющий всем условиям работ. Для каждой задачи необходимо выбрать наиболее подходящий тип оборудования.

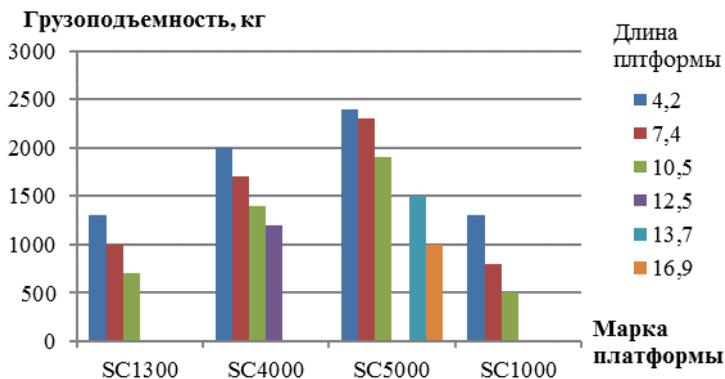


Рис. 15. Диаграмма технических характеристик одномачтовых платформ SCANCLIMBERSC1300 SC4000, SC5000, SC1000

Библиографический список

1. Сайт базы фасадов зданий [Электронный ресурс], – Режим доступа: <https://bazafasada.ru/fasad-zdaniy/fasadnye-podemniki-i-stroitelnye-lyulki-sborka-montazh-i-analiz-modelej.html>, свободный.
2. Сайт грузовых подъемников, конвейеров и транспортерных линий [Электронный ресурс]. – М.: Строй Монтаж Индустрия, – Режим доступа: <http://www.cmind.ru/gruzovie-podemniki/machtovie/stroitelnie/ctroitel-nii-podemnik-alimak-scando-450>, свободный.
3. Сайт Alimak Hek Srl [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aziendainfiera.it/ru/azienda/alimakhek>, свободный.
4. Сайт строительных мачтовых подъемников и платформ [Электронный ресурс]. Каталог-справочник. Часть 2. «Подъемники и платформы зарубежного производства» – М.: ОАО ПКТИпромстрой, – 2006 г. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293826/4293826184.htm#i1713101>, свободный.
5. Сайт строительных машин [Электронный ресурс]. – М.: ООО «Строительные машины», – Режим доступа: <https://stroymachin.ru/products/7/>, свободный.
6. Сайт Alimak group [Электронный ресурс]. – С.-П.: ООО «Алимак», – Режим доступа: <http://www.alimac.ru/>, свободный.
7. Сайт Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sv.wikipedia.org/wiki/Alimak_Hek, свободный.

ПРОЕКТ АВТОНОМНОГО ЭКОПОСЕЛЕНИЯ. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

*Ермолаева А.А., студентка 2 курса бакалавриата 22 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Остякова А.В., доц., к.т.н.*

Перспективным является строительство жилья, основанное на концепциях энергоположительных домов, локального высокоурожайного производства органических продуктов питания, комплексного использования возобновляемых источников энергии, переработки воды и отходов, расширения прав и возможностей муниципалитетов (местных властей, общин). Как раз эти пять столпов новой концепции экопоселений, или автономных городских эко-сообществ, представляет проект ReGen Villages. В работе рассматриваются особенности этого проекта.

К 2050 году численность населения Земли достигнет 10 миллиардов человек. Такое количество людей будет остро нуждаться в регенеративном жилье. В странах Европы нехватка площадей земли также актуальна. Драгоценные вода, здоровые источники пищи и недостаток пахотных земель находятся на первом плане и уже являются актуальной глобальной проблемой, которую необходимо решать. Новый голландский проект ReGen Villages основан именно на принципах экономии площади земли, регенеративности и энергоэффективности, такое небольшое поселение призвано быть абсолютно автономным. В Альмере, в центральной части Нидерландов, в настоящее время полным ходом идет строительство так называемого пилотного экогорода [1, 6] (рис. 1, 2), который будет абсолютно независим от центральных энергосетей, иметь законченный цикл производства пищи и переработки отходов. Планируется, что поселение из 100 пассивных домов сможет принять жильцов уже летом 2018 года [2].



Рис. 1. Технологические элементы автономного экопоселения [1].

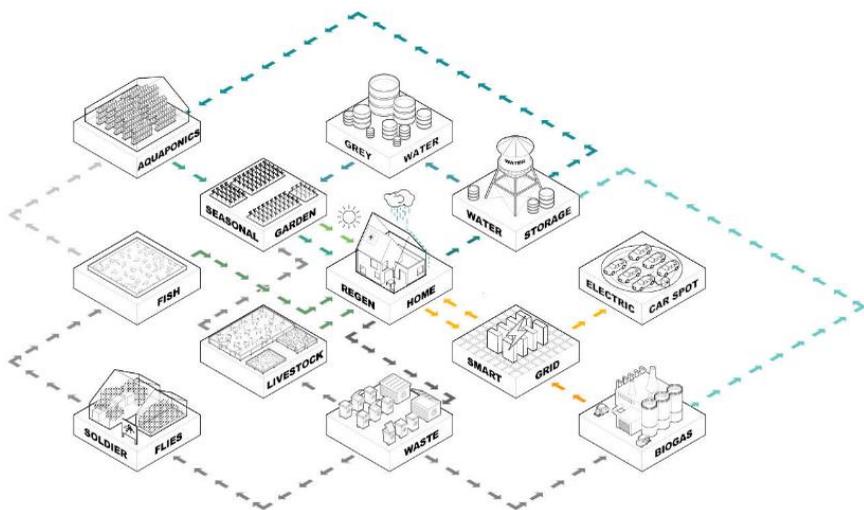


Рис. 2. Схема коммуникации между технологическими элементами [1].

Автономные поселки за рубежом все встречаются все чаще: например, поселение религиозных приверженцев – амишей [3], распространенных в США (особенно штаты Огайо, Пенсильвания, Индиана и Нью-Йорк). В этих случаях образ жизни предполагает минимальное использование современных технологий: быт религиозных приверженцев имеет больше общего с 19-м веком, чем с 21-м. Голландская же «коммуна» одним из приоритетов ставит комфорт и доступ к современным технологиям [4] (рис. 3).



Рис. 3. Демонстрационный фрагмент [4].

Так, каждое здание в ReGen Villages будет накрыто еще и стеклянным каркасом, большего размера, чем здание (рис. 4). Это улучшит теплоизоляцию домов, снизит расходы на отопление зимой и сделает возможным круглогодичное выращивание овощей и фруктов на домашних огородах. Сами жилые дома в поселении размещаются кругом, в центре которого находятся теплицы, станция зарядки электромобилей, небольшая ферма, пруд с рыбой, парковки, открытые огороды и общественные зоны.



Рис. 4. Вид фрагмента экопоселения в Голландии, здания со стеклянным каркасом [4].

Проект реализует компания ReGen совместно с архитектурным бюро EFFEKT [1], [5]. Его основная цель – интеграция производства пищи с современными высокотехнологичными поселениями людей. Основания сделать это компания ReGen объясняет статистикой: сейчас для сельского хозяйства используются 42 % земель планеты. Это главная причина уменьшения количества лесов и обмеления рек и прудов. При этом производители и потребители пищи часто находятся на большом расстоянии: овощ в среднем преодолевает 2400 километров прежде, чем оказаться в руках человека, который его съест. Из-за этих логистических проблем продукты распределяются неравномерно: треть производимой пищи, в конце концов, выбрасывается, в то время, когда каждый седьмой человек на планете голодает [6].

В предложенной ReGen модели экопоселения упор делается на *гидропонику*: вместо высадки растений в открытый грунт и привычного полива, их помещают в специальные контейнеры, где корни постоянно питает обогащенная питательными веществами вода. Это также позволяет высаживать растения на многоярусных стеллажах – создавать так называемые вертикальные фермы (рис. 5). Таким образом площади, необходимой для выращивания того же объема плодов, нужно в 50 раз меньше, чем в традиционном сельском хозяйстве. Воды используется на 90 % меньше, а растут

растения в десять раз быстрее. А учитывая то, что теплица будет в центре поселения, транспортные расходы приближаются к нулю.



Рис. 5. Вертикальные многоярусные стеллажи и гидропоникой [4], [7].

В ReGen также подсчитали площадь земли, которой будет достаточно, чтобы обеспечить питание и проживание семьи из двух взрослых и одного ребенка. При традиционном фермерстве на это уходит порядка 8100 м². В этом показателе – и площадь жилья, и сады, и огороды, и площадь фермы для животных, которых в течение года съедят эти люди, и площадь емкостей для хранения воды. В модели нового поселка на такую же семью тратится 639 м². Распределение территории представлено на рис. 6 [1].



Рис. 6. Распределение территории в модели экопоселения [1].

Дом – 120 м², теплицы – 40 м², комплекс с гидропоникой – 300 м², традиционный сезонный огород – 100 м², ферма – 25 м², солнечные панели – 34 м², хранилище пресной воды – 20 м².

В целом же для поселения на 75-100 жителей нужно 15450 м². Эта земля распределится следующим образом (рис. 7).



Рис. 7. Подсчет площади территорий [1, 6].

К названным в предыдущей схеме объектам добавились дом для общины, общественные территории (игровые площадки, парки, скамейки, столики), инфраструктурные объекты и место для зарядки электромобилей.



Рис. 8. Улучшение качества жизни [5, 6].

В случае успеха пилотной экодеревни ReGen Villages аналогичные поселки построят в Северной Европе и на Ближнем Востоке – там, где природные условия особенно суровые. Если это удастся в Скандинавских странах или, например, в ОАЭ – значит, можно будет создавать такие поселения по всей планете.

Данный доклад направлен на то, чтобы привлечь внимание современного общества к инновациям, в том числе и в строительных технологиях. Необходимо следить за новейшими идеями и проектами в сфере экологического строительства, ведь некоторые проекты жилых зданий, поселений могли бы существенно облегчить жизнь и быт его потенциальных жильцов. Например, проекты автономных экопоселений можно было бы осуществить на малозаселенной территории России – Дальнем Востоке.

Библиографический список

1. Сайт архитектурного сотрудничества Дании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.effekt.dk/regenvillages/>.
2. Сайт ReGen Villages [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://regenvillages.com/#>.
3. Сайт Amish America [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://amishamerica.com/>.
4. Сайт платформы для бизнеса Vimeo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vimeo.com/221587405>.
5. Сайт «Земной кооператив «Спаси Землю» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://savetheearth.coop/membership/join/>.
6. Сайт новостей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.theatlantic.com/sponsored/vmware-2017/taking-smart-to-the-country/1790/>.
7. Сайт новостей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geektimes.ru/company/dronk/blog/276962/>.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

*Котова Л.О., студентка 1 курса магистратуры 7 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король Е.А., проф., д.т.н.*

Введение

Капитальный ремонт является важнейшей составляющей по поддержанию нормативного уровня надежности и безопасности зданий и сооружений, их эксплуатационных характеристик, восстановления строительных конструкций зданий. Актуальность темы исследования связана с тем, что в настоящее время появилась потребность в инновационных материалах, которые не только удовлетворяют заданным требованиям, но также обладают новыми инновационными характеристиками, повышают производительность труда и сокращают время производства работ по капитальному ремонту.

Предметом исследования являются технологии капитального ремонта многоквартирных жилых домов. Целью исследования является выявление конкурентных преимуществ инновационных технологий методами обобщения, экспертных оценок и сравнения [1-10].

Результаты исследования

Чтобы приступить к анализу перспективных материалов, необходимо выделить их основные качества и дать краткое определение. Для проведения многокритериального анализа были отобраны следующие материалы:

- Пеностеклянная плита – негорючий, экологически чистый, негигроскопичный, не подвержен гниению, повреждению грызунами и паразитами. За счет ячеистой структуры обеспечивается низкая теплопроводность, низкая плотность и легкость утеплителя, отличается высокой прочностью на сжатие [4].

- Система очистки воздуха на основе фотокатализа – универсальная система очистки воздуха, которая может применяться как в многоквартирных жилых домах, так и для очистки воздуха общественных зданий. Фотокаталитический очиститель не держит в себе собранные из воздуха источники загрязнения, а тут же ее уничтожает их в процессе фотокатализа [10].

Для оценки перспективных материалов с точки зрения наиболее результативных при проведении капитального ремонта экспертным опросом были выбраны следующие критерии:

K1 – Устойчивость к воздействию окружающей среды;

K2 – Долговечность материала;

K3 – Экологическая безопасность материала;

K4 – Простота монтажа;

K5 – Возможность применения к объектам различного назначения;

K6 – Стоимость;

K7 – Высокие технологические свойства.

Перечень материалов, участвующих в анализе:

М1 – Пеностеклянная плита;

М2 – Плиты минераловатные теплоизоляционные на битумном связующем, полужесткие [5];

М3 – Системы очистки воздуха на основе фотокатализа;

М4 – Естественная приточно-вытяжная вентиляция с обычным фильтром [6].

Таблица 1

Ранжирование критериев для материалов

Оценочные критерии для материалов		М1	М2	М3	М4
		Ранги			
К1	Долговечность материала	6	4	5	3
К2	Экологическая безопасность материала	5	5	6	2
К3	Простота монтажа	4	2	3	7
К4	Возможность применения к объектам различного назначения	2	6	4	6
К5	Монтаж допустим при различных климатических условиях	3	3	2	5
К6	Стоимость	1	7	1	4
К7	Высокие технологические свойства	7	1	7	1

Одним из наиболее распространенных методов определения весов критериев и оценок результатов является использование матриц парных сравнений [7, 8]. Результаты сравниваются между собой по степени их значимости и представляются в виде вектора приоритетов, который рассматривается как набор коэффициентов «важности» каждого результата. На первом этапе создается шкала приоритетов относительной важности каждого материала. Предпочтительная комбинация мероприятий формируется экспертно и отражается одним сравнительным числом, которое заносится в матрицу. Значения показателя важности мероприятия определяются по формуле (1).

$$K_{Mn} = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)} 100 \quad (1),$$

где n – количество мероприятий; i – ранг мероприятия.

$$K_{1-M1} = \frac{2(7-6+1)}{7(7+1)} 100 = 7.143$$

$$K_{2-M1} = \frac{2(7-5+1)}{7(7+1)} 100 = 10.714$$

$$K_{3-M1} = \frac{2(7-4+1)}{7(7+1)} 100 = 14.286$$

$$K_{4-M1} = \frac{2(7-2+1)}{7(7+1)} 100 = 21.429$$

$$K_{5-M1} = \frac{2(7-3+1)}{7(7+1)} 100 = 17.857$$

$$K_{6-M1} = \frac{2(7-1+1)}{7(7+1)} 100 = 25.000$$

$$K_{7-M1} = \frac{2(7-7+1)}{7(7+1)}100 = 3.571$$

Далее создаем матрицу парных сравнений для рассматриваемого материала М1.

Таблица 2

Матрица парных сравнений критериев по материалу М1

1,00	0,67	0,50	0,33	0,40	0,29	2,00
1,50	1,00	0,75	0,50	0,60	0,43	3,00
2,00	1,33	1,00	0,67	0,80	0,57	4,00
3,00	2,00	1,50	1,00	1,20	0,86	6,00
2,50	1,67	1,25	0,83	1,00	0,71	5,00
3,50	2,33	1,75	1,17	1,40	1,00	7,00
0,50	0,33	0,25	0,17	0,20	0,14	1,00

Определим векторы приоритетов. Для этого сначала умножим $n = 7$ элементов каждой строки и извлечем корень n -ой (7-ой) степени:

$$N_i = (\Omega_{1,1} \times \Omega_{1,2} \times \Omega_{1,3} \times \Omega_{1,4} \times \Omega_{1,5} \times \Omega_{1,6} \times \Omega_{1,7})^{\frac{1}{7}} \quad (2)$$

$$N_{1-M1} = (1 \times 0.67 \times 0.50 \times 0.33 \times 0.40 \times 0.29 \times 2.00)^{\frac{1}{7}} = 0.74$$

$$N_{2-M1} = (1.50 \times 1.00 \times 0.75 \times 0.50 \times 0.60 \times 0.43 \times 3.00)^{\frac{1}{7}} = 1.11$$

$$N_{3-M1} = (2.00 \times 1.33 \times 1.00 \times 0.67 \times 0.80 \times 0.57 \times 4.00)^{\frac{1}{7}} = 1.48$$

$$N_{4-M1} = (3.00 \times 2.00 \times 1.50 \times 1.00 \times 1.20 \times 0.86 \times 6.00)^{\frac{1}{7}} = 2.22$$

$$N_{5-M1} = (2.50 \times 1.67 \times 1.25 \times 0.83 \times 1.00 \times 0.71 \times 5.00)^{\frac{1}{7}} = 1.85$$

$$N_{6-M1} = (3.50 \times 2.33 \times 1.75 \times 1.17 \times 1.40 \times 1.00 \times 7.00)^{\frac{1}{7}} = 2.59$$

$$N_{7-M1} = (0.50 \times 0.33 \times 0.25 \times 0.17 \times 0.20 \times 0.14 \times 1.00)^{\frac{1}{7}} = 0.37$$

Затем нормализуем полученные числа:

$$\alpha_{1-M1} = \frac{0.74}{10.37} = 0.071 \quad \alpha_{2-M1} = \frac{1.11}{10.37} = 0.107$$

$$\alpha_{3-M1} = \frac{1.48}{10.37} = 0.143 \quad \alpha_{4-M1} = \frac{2.22}{10.37} = 0.214$$

$$\alpha_{5-M1} = \frac{1.85}{10.37} = 0.179$$

$$\alpha_{6-M1} = \frac{2.59}{10.37} = 0.250$$

$$\alpha_{7-M1} = \frac{0.37}{10.37} = 0.036$$

Аналогично выполняем ранжирование критериев для всех последующих материалов. Результаты анализа графически показаны на рис. 1.

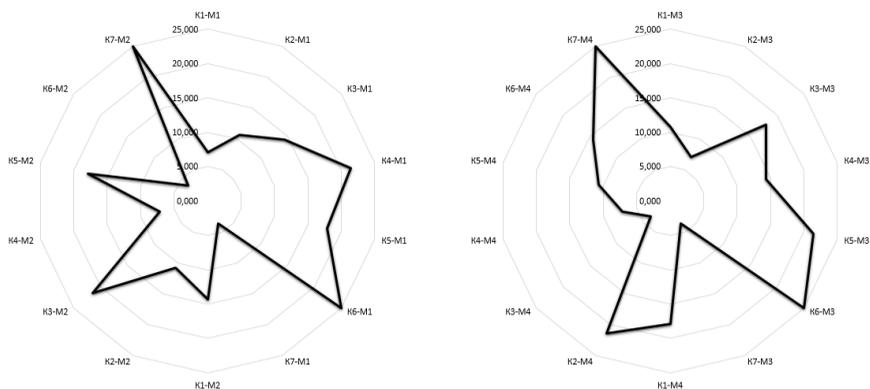


Рис. 1. Показатели важности оценочных критериев для материалов «М1 – Пеностеклянная плита»; «М2 – Плиты минераловатные теплоизоляционные на битумном связующем, полужесткие»; «М3 – Системы очистки воздуха на основе фотокатализа»; «М4 – Естественная приточно-вытяжная вентиляция с обычным фильтром»

Выводы

Исследования, основанные на результатах экспертных оценок [7, 8], позволили выявить наиболее значимые критерии для каждого материала. На основании полученных графиков (рис. 1), можно сделать вывод, что перспективные (инновационные) материалы (пеностеклянная плита, система очистки воздуха на основе фотокатализа) наиболее долговечны, высокотехнологичны, экологически безопасны и просты в монтаже, чем применяемые в настоящее время при капитальном ремонте многоквартирных жилых домов материалы.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ (с изменениями на 31 декабря 2017 года).
2. Жилищный кодекс РФ, актуальная редакция от 28.12.2016 (с изменениями, вступившими в силу с 01.07.2017).
3. СТО НОСТРОЙ 2.33.120-2013 Организация строительного производства. Капитальный ремонт многоквартирных домов без отселения жильцов (утв. протоколом НОСТРОЙ от 15.11.2013 N 48).

4. ГОСТ 33949-2016 «Изделия из пеностекла теплоизоляционные для зданий и сооружений».
5. ГОСТ 10140-2003 «Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем».
6. ГОСТ 32548-2013 «Вентиляция зданий воздухораспределительные устройства».
7. Король О.А., Кузнецов Г.С. Многокритериальный анализ мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов // Недвижимость: экономика, управление. 2017. №1. С. 57-61.
8. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети. – М.: URSS.2016. – 360 с.
9. Грабовый П.Г., Гусакова Е.А., Крыгина А.М. Перспективы развития организации инновационно-технологического строительства жилья на региональном уровне // Недвижимость: экономика, управление. 2013. № 2. 14-19 с.
10. Макашкин Л. Л., Андреев Д. В., Грибовский А. Г., Злобин Е. Г., Пармон В. Н. Фотокаталитический микрореактор // Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской Академии наук. 2010.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И РАСЧЁТА НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И ПЕРЕУСТРОЙСТВЕ ЗДАНИЙ

*Кузина Е.С., студентка 2 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

Целесообразность проведения реконструкции и переустройства зданий и сооружений обусловлена многими факторами, к числу которых относятся: архитектурно-историческая значимость объекта, градостроительные проблемы, архитектурно-планировочные и организационно-технологические решения, экологические, социальные и экономические вопросы, удаленность от городских транспортных средств и коммуникаций, наличие инфраструктуры. Каждый объект реконструкции индивидуален, имеет отличающиеся от других зданий эксплуатационные показатели, а также физический и моральный износ [1-2]. Поэтому, прежде чем начинать реконструкцию или переустройство объекта, следует провести тщательную организационно-техническую подготовку на основе данных технической диагностики и обследования фактического состояния конструкций здания с применением современных методик расчёта конструкций на основе компьютерного моделирования [3-4]. В данной статье подробно рассмотрен процесс обследования железобетонной несущей конструкции перекрытия офисного здания на предмет возможности его реконструкции и переустройства, а также приведён расчёт конструкции на основе компьютерного моделирования в программе ЛИРА-САПР.

Перед проведением испытаний определяют положение арматуры для исключения влияния металлических элементов в теле бетона на показания приборов. Армирование несущих конструкций определялось неразрушающим, электромагнитным методом прибором HILTI Ferroskan PS 200S, а также при помощи контрольных вскрытий, для определения класса арматуры (типа профиля) и калибровки прибора [5]. По данным составляют ведомость, в которой фактическое армирование сопоставляется с проектными данными [8]. Для уточнения класса арматуры и диаметра арматурных стержней, выполнены контрольные вскрытия в осях ББ/12 и С/12. По результатам вскрытий установлено, что класс арматуры А400 соответствует проекту, диаметр арматурных стержней по направлению Х в верхней приопорной зоне – 28 мм, что соответствует проекту для дополнительной арматуры. Прочность железобетонной плиты перекрытия была определена с помощью метода неразрушающего контроля (ультразвуковой метод) прибором поверхностного прозвучивания «УК-1401». По результатам измерения ультразвуковым методом было выявлено, что прочность бетона плиты перекрытия на проверенных участках изменяется в пределах от 32.1 до 41.5МПа, что соответствует классу бетона по прочности на сжатие В30 (прочность бетона перекрытия по проекту принята В35), прочность бетона колонн на проверенных участках, изменяется в пределах от 34.2 до

40.0МПа, что соответствует классу бетона по прочности на сжатие В30 (прочность бетона перекрытия по проекту принята В45) [6-7]. По результатам визуального обследования плиты перекрытия на отметке -0.420 м (низ плиты) и на отметке -0.120 м (верх плиты) установлено, что на отметке -0.120 м отсутствуют распределенные нагрузки, за исключением собственного веса плиты и веса перегородок; на отметке -0.420 м к плите перекрытия крепятся каналы дымоудаления, вентиляции, трубопроводы сплинкерной системы пожаротушения, канализации и другие инженерные коммуникации, а также секционные ворота; по верхней поверхности плиты у колонны в осях ВВ/12 имеется одиночная трещина, раскрытием 0.2-0.3 мм, протяженностью около 600мм, параллельно грани колонны; нижняя поверхность плиты перекрытия на отметке -0.420 м отделана фактурной штукатуркой. Повреждения в виде трещин в штукатурном слое по нижней поверхности перекрытия в осях С-ВВ/11-13 отсутствуют. Следует отметить, что на участках вне зоны обследования, в частности в середине пролета 10-11 имеются трещины в штукатурном фактурном слое. По результатам геодезической съемки плиты перекрытия на отметке -0.420 м (низ плиты) и на отметке -0.120 м (верх плиты) установлено, что максимальный вертикальный прогиб по нижней поверхности плиты в пролете составляет 46мм (относительно отметки в приопорной зоне в осях С/13-14); максимальный вертикальный прогиб по верхней поверхности плиты в пролете составляет 82 мм (относительно отметки в приопорной зоне в осях ВВ/11). Далее по результатам обследования и полученных данных при измерениях был выполнен расчёт. Исходными данными для поверочного расчёта плиты перекрытия являются проектная документация, результаты обследования строительных конструкций, архитектурный план с привязкой и весом элементов. Особенностью моделирования является статический расчет, выполненный в программном комплексе ЛИРА-САПР 2015. В результате предварительной оценки и верификации вариантов расчетных схем в качестве базовой расчетной модели принята конечно-элементная модель, состоящая из стержневых элементов и пластин. Расчет проведен в линейной и нелинейной постановках.

Таблица 1

Сбор нагрузок в зоне расчёта

№	Наименование нагрузки	Нормативные значения, т/м ²	Кэф-т надёжности по нагрузке γ_f	Расчётные нагрузки, т/м ²
1	Собств. вес (g)			
1.1	Собств. вес ж/б плиты ($\delta = 300$ мм; $\gamma = 2,5$ т/м ³)	0,75	1,1	0,825
	Итого собственный вес (g)	0,75	1,1	0,825
2	Постоянная (q)			
2.1	Конструкция пола	0,200	1,1	0,220

	со стяжкой			
--	------------	--	--	--

Продолжение таблицы 1 1

3.1	Нагрузка от помещений	0,900	1,1	0,990
4.1	Подвесная	0,060	1,2	0,072
Итого постоянная (q)		1.910	1,10	2,107
Итого полная (g+q+v _{sh})	–	1,91	1,10	2,11
Итого полная продолжит. действ. (g+q+v _i)	–	1,91	1,10	2,11

Таблица 2

Нагрузка от перегородок

№	Наименование нагрузки	Нормат. значения, (т/м)	Коэф-т надежности по нагрузке γ_f	Расчетные значения, (т/м)
1	Перегородки из пеноблока t=200 мм	0,50	1,00	0,60

Нагрузка от перегородок приложена линейно в расчетной схеме. На рис. 1 представлена схема расположения рассматриваемого помещения.

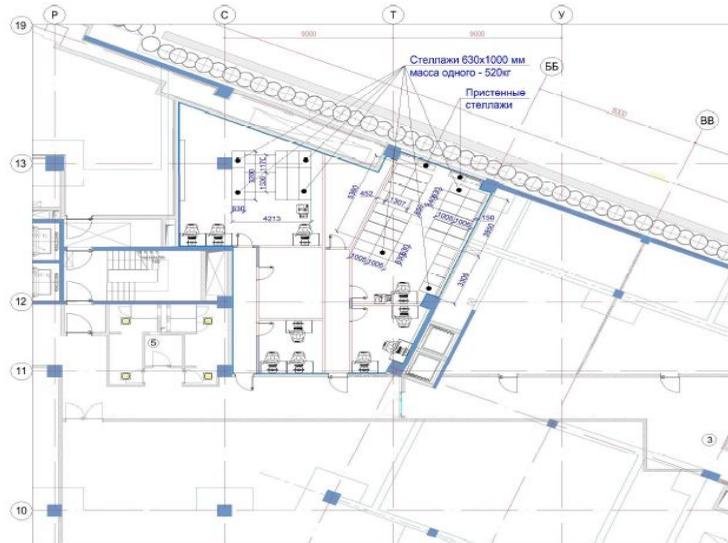


Рис 1. Схема расположения рассматриваемого помещения.

На рис. 2 представлены схемы нижнего и верхнего армирования вдоль цифровых и буквенных осей (по X и по Y) соответственно.

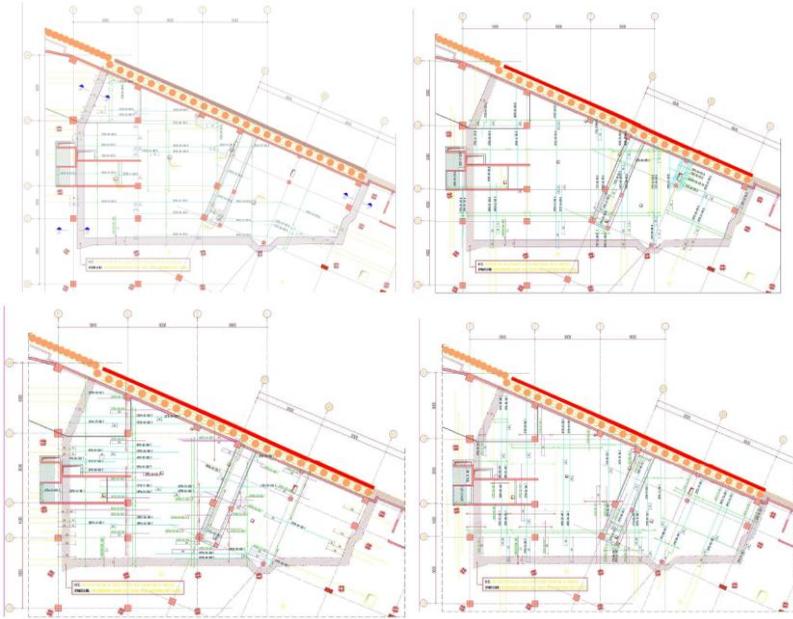


Рис. 2. Схема нижнего верхнего армирования вдоль цифровых и буквенных осей (по X и по Y).

На рис. 3 представлена схема поперечного армирования. Арматура класса А400.

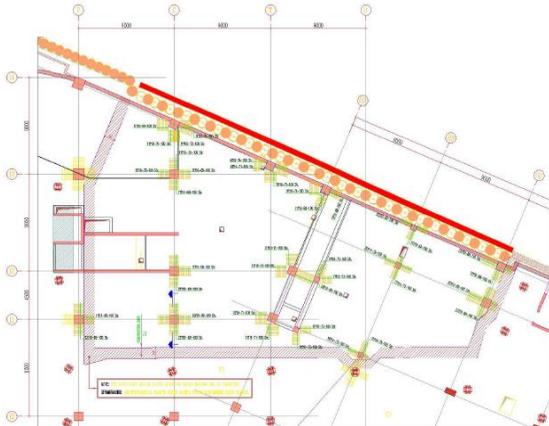


Рис. 3. Схема поперечного армирования.

Толщина плиты 300 мм, в осях Р-С/13-14 толщина 350 мм без балок и капителей. Размер сечения колонн 800x800. Общий вид расчётной схемы представлен на рис. 4.

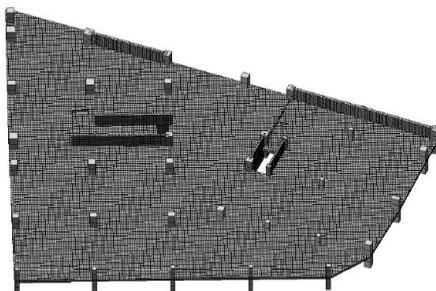


Рис. 4. Расчетная схема. Общий вид.

Результаты расчёта площади поперечного сечения нижней арматуры вдоль цифровых и буквенных осей (по X и по Y) на 1 п.м. плиты перекрытия на отметке -0.120 представлена на рис. 5.

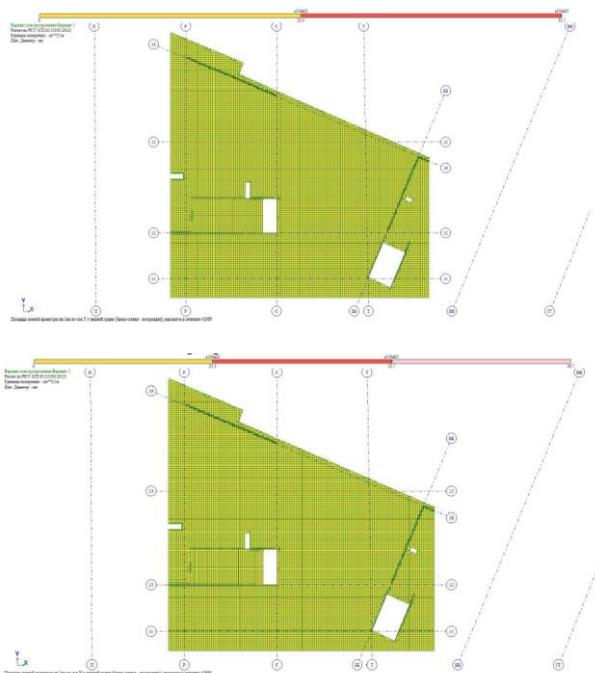


Рис. 5. Площадь поперечного сечения нижней арматуры вдоль цифровых и буквенных осей (по X и по Y).

Площадь поперечного сечения нижней арматуры по X и по Y на 1 п. м. железобетонной плиты перекрытия, согласно данным рабочей документации, составляет $32,70 \text{ см}^2$. Максимальная требуемая площадь по X – $14,2 \text{ см}^2$, а по Y – $13,80 \text{ см}^2$. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что несущей способности плиты перекрытия по направлению X и Y достаточно.

Результат расчёта поперечного сечения верхней арматуры вдоль цифровых и буквенных осей (по X и по Y) на 1 погонный метр плиты перекрытия на отметке -0.120 представлен на рис. 6.

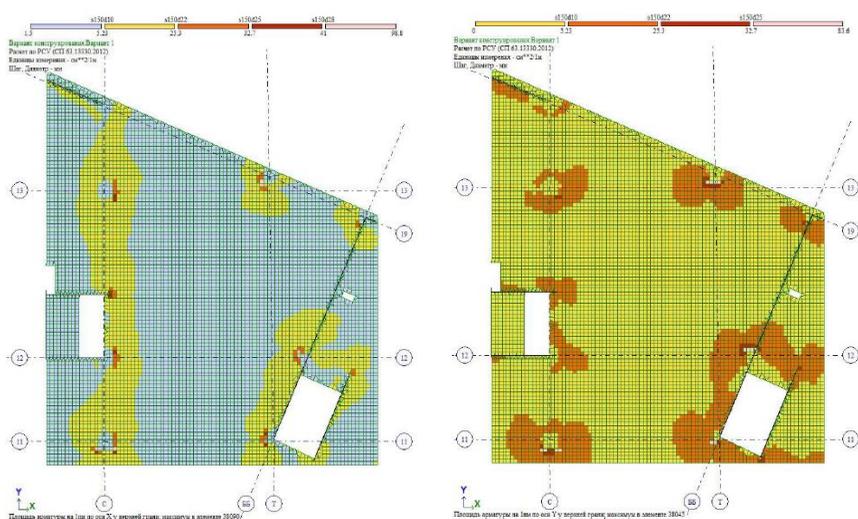


Рис. 6. Площадь поперечного сечения верхней арматуры вдоль буквенных и цифровых осей (по X и по Y)

Площадь поперечного сечения верхней арматуры по X на 1 погонный метр железобетонной плиты перекрытия, согласно данным рабочей документации составляет $32,7 \text{ см}^2$. Требуемая площадь – $47,00 \text{ см}^2$. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что несущей способности плиты перекрытия по направлению X недостаточно. Фрагмент зоны с недостатком армирования представлен на рис. 7.

Площадь поперечного сечения верхней арматуры по Y на 1 погонный метр железобетонной плиты перекрытия в выделенной зоне, согласно данным рабочей документации, составляет $35,85 \text{ см}^2$. Фактическая площадь поперечного сечения верхней арматуры по Y на 1 погонный метр железобетонной плиты перекрытия в выделенной зоне, согласно данным обследования составляет $24,50 \text{ см}^2$. Требуемая площадь – $36,00 \text{ см}^2$. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что несущей способности плиты

перекрытия по направлению Y недостаточно. На рис. 8 представлены вертикальные перемещения (прогиб) плиты перекрытия на отметке -0.120 от нормативных длительных нагрузок, полученные в результате нелинейного расчета. Максимальный прогиб при полной нагрузке составляет 30 мм при пролете 10 м, что меньше предельного, равного 40 мм.

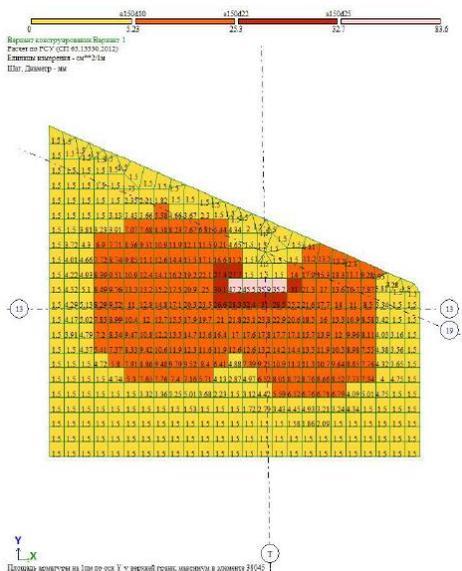


Рис. 7. Фрагмент зоны с недостатком армирования.

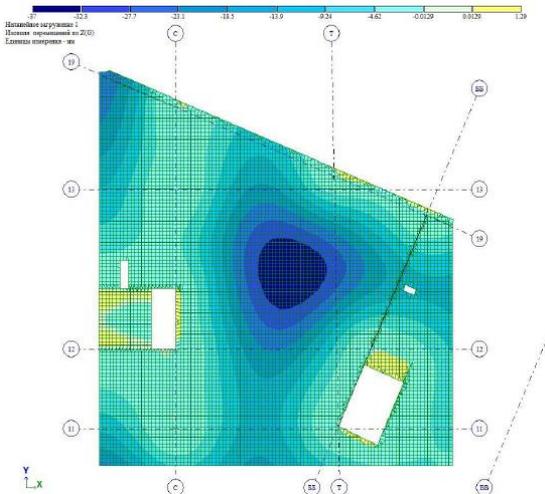


Рис. 8. Вертикальные перемещения (прогиб) плиты на отм. -0.120

Прочность плиты перекрытия не обеспечена на продавливание в плите перекрытия в зоне колонн в осях Т/13 и С/11 и по нормальным сечениям в зоне опирания плиты перекрытия на колонну в осях Т/13, С/12, Т/11, С/12-13, Т/11, ББ/12. Проведение работ по реконструкции и приспособлению требует мер обеспечения прочности несущих конструкций. Жесткость конструкций обеспечена. Для узлов в осях С/12, Т/11, С/12-13 возможно два способа обеспечения несущей способности. Первый способ - снизить нагрузки, путем выполнения замены бетонной стяжки на легкие регулируемые полы (весом до 50кг/м²) в осях 11-13 / С-У, а также ограничить временную нагрузку в указанных осях до 200 кг/м² (200 кг/м² – нормативная временная нагрузка на перекрытие в административных помещениях согласно [9], выполнить усиление, например, с применением композитных материалов. Для узлов колонны в осях С/11, Т/13, ББ/12 регулировка нагрузок вплоть до уменьшения веса и временной нагрузки на 50% не приводит узлы в безопасное состояние, необходимо выполнить усиление. В ходе выполнения расчетов выявлено, что у некоторых узлов колонн, находящихся за пределами зоны влияния (например, Р/10, Р/11, С/10 на отм. - 0,120) усилия от проектных нагрузок значительно превышают усилия, которые вызывают перенапряжения в узлах в исследуемой зоне, при том что никаких дополнительных усилений на продавливание (армирование, капители) проектом для этих узлов не предусмотрено. В связи с этим рекомендуется произвести выборочные обследования и поверочные расчеты в других зонах рассматриваемого здания для установления достаточности принятых решений для обеспечения механической безопасности здания или мероприятий по её обеспечению.

Библиографический список

1. Бакиров Р.О.; Бондаренко В.М.; Назаренко В.Г.; Римшин В.И. Железобетонные и каменные конструкции. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2010. – 887 с.
2. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Промышленное и гражданское строительство» направления подготовки дипломированных специалистов «Строительство». – 2-е изд., доп. – М., 2007.
3. Калинин В.М., Сокова С.Д. Оценка технического состояния зданий. – М.: Инфра-М, 2006. – 268 с.
4. Король Е.А., Берлинова М.Н. Оценка прочности многослойных плит покрытий и перекрытий общественных зданий // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ». 2017. С. 839-842.
5. Кузина Е.С. Методы определения армирования несущих железобетонных конструкций как один из этапов эксплуатации и капитального ремонта зданий и сооружений // В сборнике: ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ сборник докладов научно-технической

конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов ИИЭСМ. НИУ МГСУ. 2017. С. 282-285.

6. Кустикова Ю.О., Римшин В.И., Шубин Л.И. Практические рекомендации и технико-экономическое обоснование применения композитной арматуры в железобетонных конструкциях зданий и сооружений // Жилищное строительство. 2014. № 7. С. 14-18.

7. Шилин А.А. Ремонт железобетонных конструкций Учебное пособие для вузов. – М.: Горная книга, 2010. – 519 с.

8. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих конструкций зданий и сооружений М.: ГОССТРОЙ РОССИИ, 2003.

9. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» – М.: Минрегион России, 2011.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СХЕМ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ РЕНОВАЦИИ В Г. МОСКВЕ

*Михайлова А.А., студентка 1 курса магистратуры 7 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король Е.А., проф., д.т.н.*

С развитием строительной индустрии, в 30-е годы прошлого столетия и затем в послевоенные годы, в стране встал вопрос о массовом жилищном строительстве, который предполагал за короткие сроки обеспечить жильем население. По всей стране были возведены тысячи крупнопанельных домов, основным материалом конструкций которых являлся железобетон. На сегодняшний день по всей стране такие многоквартирные жилые здания признаются аварийными и непригодными для проживания. Данные жилые дома имеют деформации фундаментов, стен, несущих конструкций, которые свидетельствуют об исчерпании несущей способности и опасности обрушения, и подлежат сносу. На состояние 2016 года около 11,5 миллионов квадратных метров площади жилых помещений признано аварийным.

Власти Москвы утвердили программу реновации, в которую вошли около пяти тысяч многоквартирных домов. В первую волну сноса и переселения могут попасть в районе 10% от общего количества хрущевок, утвержденных к расселению. Согласно расчетам экспертов, в результате сноса одной пятиэтажки образуется около 9,5 тысячи тонн строительных отходов. Его, в соответствии с действующими требованиями, необходимо соответствующим образом утилизировать. В результате реализации первого этапа программы реновации общее количество строительных отходов составит примерно четыре миллиона тонн, что вызовет обострение проблемы утилизации строительных отходов.

Исследования показали наличие на территории Москвы не менее 159 участков стихийных свалок, сложенных насыпными грунтами с примесью мусора промышленных и бытовых отходов, мощностью от 2 до 20 м, площадью от 0,2 до 20 Га. Общая площадь свалок достигает 654,1 га (около 0,7% от общей площади города). В административном отношении свалки неравномерно распределены по территории города. Большая часть стихийных свалок (87 шт.) обнаружена в юго-западном секторе города (ЗАО, ЮЗАО, ЮАО), где они занимают около 1,5% площади каждого округа. Общая площадь свалок здесь достигает 380 Га, что составляет 0,4% площади города. Свалочные тела нередко залегают в районах речных террас и иногда заболоченной поймы реки Москвы. Состав мусора, складированного на этих несанкционированных свалках, примерно на 80% – неоднобразные строительные отходы, имеющие различные требования утилизации и хранения.

Все эти факты указывают на проблемы, которые ставят под сомнение рациональное использование логистики в работе предприятий, занимающихся транспортировкой отходов к полигонам.

Оптимизация потоковых процессов логистики актуальна в различных сферах деятельности. В ходе практического применения логистических методов и инструментов в работе предприятия можно достичь роста ряда показателей, например, уменьшения затрат на перевозку отходов на место утилизации, время доставки, транспортные расходы, получение прибыли от реализации вторичного сырья.

Как и в других отраслях, логистика предприятия по переработке отходов включает ряд стадий. На первой стадии предполагается заключение договоров на обслуживание заказчиков, на втором этапе логистика затрагивает принципы складирование различных отходов на контейнерных площадках и их дальнейшую транспортировку. Третья стадия подразумевает обслуживание заказчиков, и сортировку отходов. Четвертая стадия – управление запасами вторсырья, транспортировка, реализация. Пятая стадия – утилизация отсортированного мусора (Рис. 1).

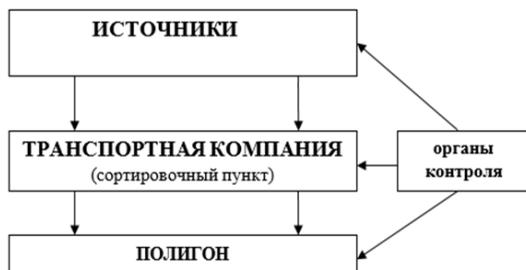


Рис. 1. Действующая схема утилизации и вывоза отходов.

Основной принцип логистического управления заключается в максимальном снижении затрат, а практическое применение в рабочем процессе предприятия доказывает логистическую эффективность. Система довольно проста, поэтому попробуем внедрить логистический принцип, основанный на максимальном снижении затрат (рис. 2).



Рис. 2. Схема оптимизации предприятия утилизации и вывоза отходов.

При внедрении сортировки в схему работы предприятия мы получаем:

- 50% экономии по уплате за объем бытовых отходов, утилизированных на полигоне;
- 20% прибыли от реализуемого вторичного сырья;
- экономия ГСМ (горюче-смазочный материал), оплаты труда.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что изначально все отходы должны быть классифицированы и рассортированы следующим образом:

1. Несортированный мусор от сноса и разработки зданий (отходы не сортируются, накопление должно производиться в бункере-накопителе объемом 8 м³);

2. Отходы рубероида (отходы не сортируются, накопление должно производиться в бункере-накопителе объемом 2,2 м³);

3. Обрезь и лом гипсокартонных листов (отходы не сортируются, накопление должно производиться в бункере-накопителе объемом 2,2 м³);

4. Древесные отходы от сноса и разборки зданий (отходы не сортируются, накопление должно производиться в бункере-накопителе объемом 10 м³);

5. Лом изделий из стекла (отходы не сортируются, накопление должно производиться в бункере-накопителе объемом 2,2 м³);

6. Лом железобетонных изделий, отходы железобетона в кусковой форме (накопление не предусмотрено, погрузка на автотранспорт непосредственно после образования);

7. Лом бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме (накопление не предусмотрено, погрузка на автотранспорт непосредственно после образования);

8. Несортированные лом и отходы, содержащие незагрязнённые черные металлы в виде изделий и кусков (отходы не сортируются, накопление должно производиться в бункере-накопителе объемом 8 м³);

9. Незагрязненный керамзит, утративший потребительские свойства (отходы не сортируются, накопление должно производиться в бункере-накопителе объемом 8 м³);

10. Лом кирпичной кладки от сноса и разборки зданий (накопление не предусмотрено, погрузка на автотранспорт непосредственно после образования);

11. Незагрязненный лом черепицы и керамики (отходы не сортируются, накопление должно производиться в бункере-накопителе объемом 2,2 м³);

12. Лом бортовых камней, брусчатки, булыжных камней и прочие отходы изделий из природного камня (накопление не предусмотрено, погрузка на автотранспорт непосредственно после образования).

Вывоз отходов строительства и сноса с территории объекта, как правило, определяются генподрядной организацией, у которой, в свою очередь существуют места их размещения. Однако существует ряд причин, когда места размещения строительных отходов могут быть недоступны:

- у организации, осуществляющей переработку или захоронение строительных отходов, истек срок действия или отозвана лицензия на осуществление деятельности, связанной с обращением со строительными отходами;

- на выбранном объекте размещения отходов исчерпан лимит размещения строительных отходов;

- выбранный объект размещения отходов закрыт на определенный срок по причине санкций, наложенных органами, осуществляющих контроль в области обращения с отходами;

- организация, эксплуатирующая полигон или дробильно-сортировочный комплекс официально отказывает в приемке отходов.

В таком случае, Департамент строительства города Москвы оставляет за собой право изменить места перевозки строительных отходов и рекомендовать места размещения строительных отходов в соответствии с минимальным «плечом» перевозки автотранспорта от объекта до мест размещения и наличием лимита размещения отходов на прием соответствующих видов отходов.

Чаще всего выбранные места расположены более, чем за 20 км от места сноса зданий. Полигоны в Москве расположены по 3 адресам:

1. Полигон: М.О., Люберцкий район, г.п. Красково, д. Машково в районе реки Пехорка и ст. Люберцы-2;

2. Полигон: М.О., Подольский район, с/о Стрелковский, вблизи д. Бяконтово, 100 метров западнее деревни Ворыпаева;

3. Полигон: М.О., Ленинский район, с.п. Развилковское, вблизи с. Беседы и д. Мильково.

В связи с этим, в условиях мегаполиса возникает необходимость в формировании логистических схем. Оптимизация логистического процесса предприятия по утилизации и вывозу бытовых отходов путем изменения существующей схемы позволит при минимальных затратах увеличить прибыль предприятия а, следовательно, приведет к созданию новых рабочих мест, отчислению налогов в федеральный бюджет, позволит занять лидирующие позиции среди конкурентов на рынке утилизации и вывоза отходов в г. Москве.

Библиографический список:

1. Евтодиева, Т.Е. Основные направления развития логистики // Научные исследования Самарского государственного экономического университета : межвуз. сб. науч. тр. – Самара : Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2011. Ч. 2. С. 100.

2. Чернова Д.В. Значение экологии городов в формировании здоровья населения / Чернова Д.В, Ларионов В.Г. // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2013. № 107. С. 107.

3. Крайняя Н. П. Трансформация градостроительной модели массового жилища 1960-1970-х годов: собственные ценности и глобальные влия-

ния / Н. П. Крайняя // Академия. Архитектура и строительство. 2013. № 4. С. 100-104.

4. Колотилкин, А. В. Прошлое, настоящее и будущее пятиэтажек [Электронный ресурс] / А. В. Колоткин // Идеи Вашего Дома – Режим доступа: <http://www.ivd.ru/document.xgi?id=3910> (дата обращения: 16.03.2017).

5. Алесинская Т.В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления (Часть 3). – Таганрог, Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 115 с.

6. Крючкова Н.А., Тарасов А.М. Перспективы развития логистики предприятий утилизации и вывоза бытовых отходов// Nauka-rastudent.ru. – 2016. – No. 07 (031) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://nauka-rastudent.ru/31/3569/>

7. Комплекс градостроительной политики города Москвы <https://stroi.mos.ru/>

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Никишаева И.Ю., студентка 1 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Касьянов В.Ф., проф., д.т.н.*

Развитие профессионального спорта непосредственно связано с наличием качественных, высокотехнологичных спортивных арен, которые могут принимать не только региональные соревнования, но и соревнования международного уровня.

Нестандартные и оригинальные формы современных стадионов, равно как и прочих сооружений подобного типа, требуют таких же нестандартных подходов и решений, выбора и применения новейших технологий [1, 2].

1. Современные технологии строительства спортивных сооружений в мире

1.2. Кондиционирование арен

Впервые о кондиционировании арен заговорили в связи с проведением Чемпионата Мира в Катаре в 2022 году, рис. 1.

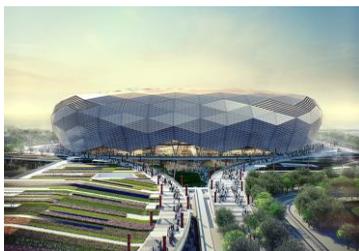


Рис. 1. Стадион с климат-контролем в Катаре.

Не так давно на одном из стадионов была установлена система, которая ночью перед матчем, пользуясь низким тарифом на электроэнергию, морозит огромное количество льда, а уже днём вентиляторы гонят прохладный воздух на трибуны [5].

1.2. Устройство секторов стадиона

На строящемся сейчас стадионе клуба МЛС из Орландо предусмотрены первые в США стоячие сектора, рис. 2.



Рис. 2. Стоячие сектора на стадионе в Орландо, США.

Терять прибыль, уменьшая вместимость, не хочет, и поэтому создание безопасных стоячих трибун для активной части болельщиков видится наилучшим выходом. Это даёт прекрасный результат, открывая доступ на стадион широчайшему кругу болельщиков [5].

1.3. Использование LED-фасадов

В последние годы, с радикальным удешевлением светодиодов, фасады будут становиться огромными экранами.

В Перу на национальном стадионе на фасаде отражаются эмоции публики во время идущей игры, рис.3.



Рис. 3. Стадион с LED-фасадами в Перу.

А в том же Катаре к 2022 году мы увидим и полноценные трансляции матча по периметру стадиона [5].

1.4. Экологичность стадионов

Речь идет об энергосберегающих технологиях, значительно снижающих эксплуатационные расходы. Так, новая арена «Сакраменто», рис. 4, стала первым стадионом, который работает полностью на солнечной энергии. На крыше арены размещены солнечные батареи, которые позволяют генерировать 700 кВт/ч [5].



Рис. 4. Стадион, работающий на солнечной энергии, США.

2. Использование BIM-технологий в России при изготовлении металлоконструкций для стадионов

Для строительства таких уникальных сооружений, как стадионы, нужны металлоконструкции с особыми параметрами, которые могут произвести только предприятия с внедренными BIM-решениями [7]. Они позволяют большому числу специалистов нашего предприятия одновременно работать над одним объектом, что значительно сокращает время, затрачиваемое на создание модели, и увеличивает ее точность. Таким образом, можно производить большие объемы сложных, уникальных конструкций в сжатые сроки.

2.1. Применение программного комплекса Tekla Structures в процессе моделирования.

При строительстве спортивных объектов важна максимальная точность на всех этапах, начиная с создания архитектурной концепции проекта и заканчивая работами на строительной площадке, что помогает обеспечить программное обеспечение с высоким уровнем детализации (LOD), то есть проработки элементов конструкции. Именно поэтому он был использован на восьми из двенадцати стадионов, предназначенных для проведения Чемпионата мира по футболу 2018, в том числе «Мордовия Арена», рис. 5 [6].



Рис. 5. Проект «Мордовия Арена».

Работая в многопользовательском режиме, конструкторы смогли полностью разработать модель стадиона за три месяца.

В среде Tekla Structures одна группа сотрудников занималась созданием моделей, другая выполняла 2D чертежи, а третья отвечала за их проверку. Кроме того, некоторые технологи предприятия использовали этот программный комплекс при организации производственных процессов.

Программное обеспечение Tekla Structures позволило быстро образмеривать детали труб с одним или несколькими резами. Впервые при строительстве уникальных объектов в таком объеме были применены стыковые сварные соединения из труб с переломом. С помощью программного комплекса Tekla была смоделирована и изготовлена механическая часть приспособления для контроля сварных швов, рис.6,7,8. [4].

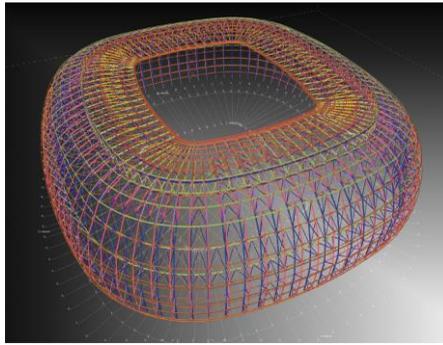


Рис. 6. Информационная модель «Мордовия Арена».

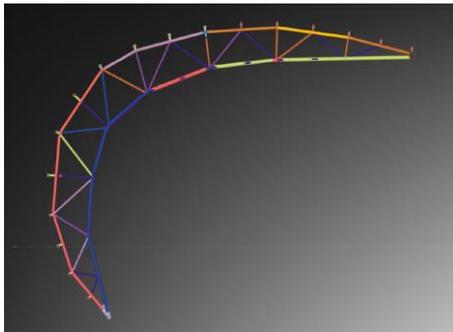


Рис. 7. Фрагмент 1 информационной модели «Мордовия Арена».

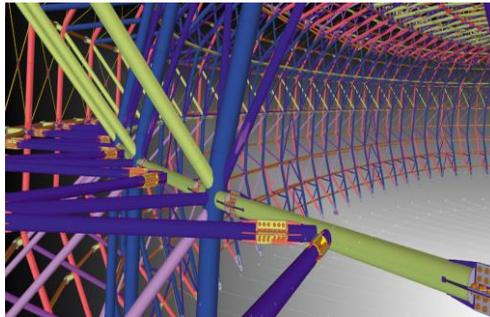


Рис. 8. Фрагмент 2 информационной модели «Мордовия Арена»

2.2. Контрольная сборка и соединение металлоконструкций

Для того чтобы проверить сходимость элементов конструкции специалисты провели первую контрольную сборку радиальной консоли стадиона размером 63 x 29 м, которая является основной несущей частью каркаса покрытия.

Специалисты завода проводили контроль геометрии отдельных конструкций, а также всей контрольной сборки с применением высокоточных измерительных приборов по заданным контрольным точкам. Результаты этих измерений обрабатывались с помощью 3D-модели. Координаты снятых точек импортировались в Tekla Structures, где фиксировались отклонения в размерах изготовленных отправочных марок. В случае недопустимых погрешностей геодезическая служба предоставляла информацию о необходимых корректировках [7].

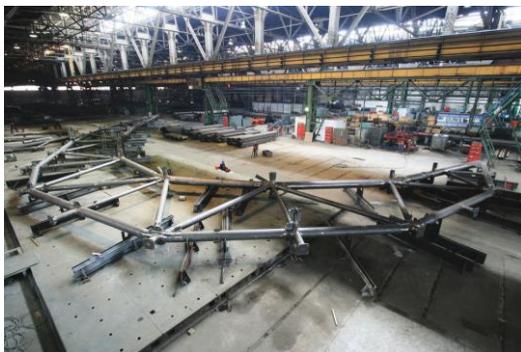


Рис. 9. Контрольная сборка.

3. Стадионы будущего

Основной проблемой была и остается проблема привлечения как можно большего количества зрителей, так как в век информационных технологий многие предпочитают оставаться дома и смотреть трансляции в режиме «online», поэтому, сейчас, многие зарубежные страны делают все возмож-

ное и невозможное для того, чтобы сделать арены более комфортными для болельщиков. Для решения этой проблемы можно предложить несколько современных технологичных вариантов:

1) Стадионы-трансформеры

Стадионы будущего будут трансформерами, способными мгновенно перестраиваться с одного события на другое. Такая инновация будет реализована уже в самое ближайшее будущее, когда будет открыт новый стадион «Тоттенхэма», Англия. Когда на стадионе будут играть в европейский футбол «соккерная площадка» будет съезжать под трибуны, а поле для американского поднимется вверх. Эта процедура, по прогнозам строителей, будет занимать всего лишь несколько часов, что позволит увеличить количество возможных спортивных матчей в неделю с двух до четырёх [3].

2) Тренд будущего - голография

Следующей стадией развития будет голографическое представление, который откроет спорт всему миру.

Такие технологии уже планируются запустить в самое ближайшее будущее. Это позволило бы игрокам на поле появляется на сотнях стадионах по всему миру в качестве голографических объектов. Микрофоны, встроенные под газон, записывали бы звуки ударов, падений и эмоций, добавляя чувство реализма в эти «трансляции»

3) Гигантские HD-экраны

Цифровые экраны больших размеров долгое время считались экстравагантными, но сегодня их называют необходимыми. Наиболее эффективным вариантом считается установка нескольких экранов меньших размеров по всей территории стадиона.

Выводы

Проведенный обзор строительства спортивных объектов, показал, что:

- проекты спортивных сооружений реализуются с учётом последних тенденций в объёмно-планировочных решениях и применением новейших инженерных технологий. Они являют собой новый тип спортивных сооружений, где совмещены условия качественной подготовки спортсменов к соревнованиям, с высоким уровнем комфорта и максимальной открытостью для посещения болельщиков.

- в России начали применять новые технологии при строительстве подобных объектов, а именно BIM-технологий, которые позволят значительно сократить время, затрачиваемое на создание информационной модели, проектируемого объекта и увеличить ее точность. Таким образом, можно производить большие объёмы сложных, уникальных конструкций в сжатые сроки. Также, данные технологии позволяют сильно экономить.

Кроме того, были предложены варианты новых технологических решений при возведении современных спортивных сооружений, которые позволят в будущем решить проблему привлечения как можно большего количества зрителей и развитие спортивной инфраструктуры.

Библиографический список

1. Федеральный справочник «Спорт России». Выпуск 1. Глава V. Спортивная индустрия: возможности и перспективы. – М.: Изд-во АНО «Редакция «Федерального справочника», 2015. С. 345-374.
2. Федеральный справочник «Спорт России». Выпуск 1. Глава VII. Международное сотрудничество в сфере спорта. – М.: Изд-во АНО «Редакция «Федерального справочника», 2015. С. 589-596.
3. Гурова Г.Г. Основные тенденции проектирования и строительства современных футбольных стадионов. – М.: Архитектура и строительство, 2016. – 167 с.
4. Чегодаева М. А. Этапы формирования и перспективы развития BIM-технологий // Молодой ученый. 2017. №10. С. 105-108.
5. Стадионные новости – Арены и стадионы мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stadiums.at.ua/>, свободный.
6. Сайт Чемпионата мира по футболу FIFA 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldcuprussia-2018.com/>, свободный.
7. Деловое интернет-издание – Сделано в Мордовии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://madeinmordovia.ru/arena_mordovia/, свободный.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ (ОСУШЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ)

*Пленсак О.В., студент 2 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

Функция ограждающих конструкций – поддерживать внутри здания заданный температурно-влажностный режим, который влияет на комфортность проживания и зависит от теплотехнических свойств строительного материала, из которого выполнены ограждающие конструкции, и их утепления.

При длительной эксплуатации зданий и сооружений средства гидроизоляции частично или полностью теряют свои защитные свойства. Изменение во времени свойств материала ограждающих конструкций, проникновение грунтовой и дождевой влаги в бетонные и кирпичные конструкции зданий приводит не только к нарушению тепловлажностного режима помещений, но и повреждению конструкций, снижению их несущей способности и долговечности. Недостаточная теплоизоляция стен способствует увеличению влажности, которая, конденсируясь и распространяясь на несущие конструкции, приводит к изменению их физико-механических свойств [1].

Восстановление эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций зданий возможно методом осушения конструкций – естественным образом путем воздухообмена и проветривания в течение времени, а также искусственными способами [5, 6, 7]. Одним из методов окончательного устранения влаги в стене без нарушения конструкции здания является *метод микроволновой термоинъекции (МТИ), который объединяет в себе инъекционный и термоинъекционный методы выполнения гидроизоляции.*

Метод состоит из двух этапов:

- на первом этапе в стене высверливаются отверстия, в которые помещаются прутковые микроволновые антенны для локального разогрева участка стены с целью удаления воды из осушаемого участка стены;
- на втором этапе после предварительного осушения участка стены, вместо антенн в эти же отверстия помещаются инъекторы, через которые производится инъекция гидрофобных растворов, создающих при их полимеризации изолирующий слой.

Отверстия высверливаются в местах выполнения гидроизоляции с шагом около 15 – 20 см на одном или на двух уровнях.

Для успешного осушения вначале стена очищается до основы, т.к. отделочные материалы блокируют миграцию воды и препятствуют парообразованию. Процесс осушения заключается в облучении микроволнами «пучком» переувлажненного участка стены, в результате чего нагревается не только поверхность стены, как при конвекционной сушке, но и вся её внутренняя часть. Вода, находящаяся в структуре нагреваемого микроволнами участка, вытесняется на поверхности стены более холодную, откуда легко

удаляется. Осушение осуществляется с помощью специального оборудования – усилителя, микроволнового генератора, тубовой и прутковой антенн, специального оборудования, удаляющего образующийся при осушении пар и конденсирующего этот пар в воду и оборудования для инъекций гидрофобных растворов.

Другим методом окончательного устранения влаги в стене без нарушения конструкции здания является *осушение стен с помощью электроосмоса*, который основан на создании электроосмотического переноса влаги в порах кирпича или бетона в направлении, противоположном силам капиллярного поднятия или всасывания. Эти методы можно разделить на две основные группы – активные и пассивные. В обоих случаях устройство, реализующее электроосмотический метод осушения, содержит ряд электродов–анодов, располагающихся в осушаемой стене или на ее поверхности, и ряд электродов – катодов, размещаемых, как правило, в грунте.

Пассивные методы не требуют каких-либо источников питания, а электроосмотические силы возникают за счет электрохимической разности потенциалов металлов, из которых выполняются анодные и катодные электроды. Существенным недостатком пассивного метода является длительный срок осушения до 3 лет, что соизмеримо с естественным высыханием стены после восстановления гидроизоляции. Это связано с тем, что в пассивных методах между стеной и грунтом создается разность потенциалов не более 1 В. При этом в стене создаются электроосмотические силы, препятствующие капиллярному поднятию грунтовой влаги, однако энергии для перемещения избыточной влаги из стены в грунт оказывается недостаточно.

Активные методы основаны на подключении между анодными и катодными электродами внешнего источника питания, что позволяет создать силы, достаточные для перемещения влаги против сил капиллярного поднятия по всей толщине и высоте стены. Однако методы активного электроосмотического осушения используют низковольтные источники питания с напряжением не более 12–24 В (например, технология австрийской фирмы ELKINET или немецких фирм HYDROPOL и DRYMaTec [4]). При этом гарантированное время осушения составляет 3 года, что не отличает их от пассивных методов.

Высокая пористость конструкций из кладки повышает риск проникновения влаги. Метод инъекции через пробуренные шпуровые специальные составы в пораженные места позволяет остановить активный процесс разрушения; создать гидрофобный барьер на пути проникновения воды по трещинам, порам цементных швов и кирпичей; заполнить образовавшиеся просветы твердой массой. Такое технологическое решение позволяет избежать капитальных работ по перекладке, что особенно затруднительно в ситуации с несущей конструкцией. При таком методе используются акриловый гель Витракрил Гель Р, а также дополнительные материалы Максрест, Максрайт 500 или Максплаг. При этом применяется оборудование: пневматический двухкомпонентный инъекционный насос для акриловых гелей БМ 1425; пакер пластиковый 18/105 с обратным клапаном БМ 2830.

Технология работ заключается в бурении шпуров под инъекционные пакеры в шахматном порядке по всей площади стены (расстояние между соседними пакерами 15-50 см, угол бурения – 30 градусов, глубина бурения – на 5-7 см меньше толщины стены), затем производят инъектирование с левого нижнего пакера к правому верхнему, инъекционные пакеры удаляют, шпуров заделывают ремонтным материалом (Макрест, Максрайт 500).

Инъекционный метод создания дополнительной гидроизоляции внутри стены применяют при строительстве и ремонте сложных технических сооружений (тоннель метрополитена, хранилище питьевой/технической воды, подземный паркинг, бассейн, центральный канализационный коллектор, подвальное/цокольное помещение, бетонные конструкции аквапарка).

Таким образом, наиболее оптимальным и современным способом осушения ограждающих конструкций и повышения их водонепроницаемости является метод микроволновой термоинъекции. Был проведен расчет трудовых затрат на осушение стен электроосмосом [2, 3] и термоинъекцией, в результате чего получено значительное сокращение временных затрат, что влияет на сохранность здания. Существенным в этом методе является то, что благодаря предварительному осушению участка стены незаполненные водой капилляры легко впитывают необходимое количество гидрофобных препаратов, что прямым образом влияет на качество выполнения изоляции. При осушении конструкций микроволны, легко проникающие через стены, сильно поглощаются водой, но за счёт трения вращающихся полярно заряженных частичек воды рост температуры наступает практически мгновенно – в течение нескольких минут вместо часов нагрева при применении традиционных методов, при котором вода нагревается конвекционно. При этом применяются экологически безвредные составы растворов.

Библиографический список

1. ВСН 64-97 Инструкция по технологии устройства гидроизоляции и укрепления стен, фундаментов, оснований полимерными гидрофобизирующими составами.
2. Патент (B01D61/56). Обезвоживание электроосмосом.
3. Способ активного электроосмотического осушения стен зданий и сооружений от грунтовых вод [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/byauthors/8409>.
4. Технология «DryMaTec» [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://stroyprotex.ru/electroosmos>.
5. Осушение влажных стен [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://www.s-sm.ru/main/articles/draining-of-wet-walls/>.
6. Сокова С.Д., Рослая Г.И. Технология и организация работ по ремонту конструкций зданий. – М., МГСУ, 2008 – 125 с.
7. Сокова С.Д. Технология ремонтно-строительных работ: Учебное пособие. – М., МГСУ, 2010. – 154 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Плотников А.Д., студент 2 курса бакалавриата 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Румянцев И.М., преподаватель*

В связи с быстро растущими объёмами информации, накапливаемой в процессе эксплуатации зданий и сооружений, остро встал вопрос о быстром повсеместном переходе от передачи проектной и эксплуатационной документации в бумажном виде к технологиям накопления информации и моделирования зданий и сооружений. Целью данных технологий является совместное использование цифровой модели здания всеми участниками строительного и эксплуатационного процесса, а также надзорными органами [2].

BIM-технологии могут помочь с комплексной обработкой всей конструкторской, архитектурной, инженерной, технологической, экономической и иного рода информации. Может осуществляться планирование, организация, контроль закупок материалов, заработной платы рабочим, логистики и т.д. Безусловно, с внедрением BIM-технологий повышается качество строительных, ремонтных работ, а также работ по утилизации.

Таким образом, BIM-технологии могут использоваться на протяжении всего жизненного цикла здания (от планирования, выпуска проектной и рабочей документации до строительства, эксплуатации и сноса).

В настоящее время Правительство взяло курс на создание цифровой экономики. Применение BIM-технологий является неотъемлемой частью для достижения поставленной задачи. Правительством Москвы был сделан заказ на разработку программного обеспечения с использованием BIM-технологий. Была разработана программа BARS, способная архивировать, обрабатывать и анализировать информацию. Ресурсы BARS были разделены на две группы: для государственного сектора и для бизнеса. Обе группы разделены на категории. В состав государственного сектора входят: государственное управление, управление муниципалитетом, бюджетом, здравоохранением, социальной защитой, образованием, культурой, сельским хозяйством, экологией, строительством, ЖКХ, энергоэффективностью, ИТ-технологиями.

На данный момент данное программное обеспечение может обрабатывать и актуализировать данные о состоянии рассматриваемого объекта, согласно параметрам, которые задаёт оператор, а также выдавать 2-D модели в виде чертежей и схем. ПО может сводить данные в таблицы и выдавать оператору данные с определёнными заданными параметрами (подобно Excel).

Данная система активно внедряется в органы государственной власти.

Цифровая экономика внедряется во все сферы жизни. Эксплуатация зданий и сооружений – не исключение. На данный момент взят курс на

разработку, внедрение и улучшение цифровых систем. Наиболее важным выделен контроль управляющих компаний. Задача новой системы формулируется так: накапливать, обрабатывать и анализировать информацию. Эта задача стала необходимой в связи с огромным количеством частных управляющих организаций и возросшей коррупционной составляющей.

Другое направление – контроль товариществ собственников жилья. Новые программы должны анализировать и выявлять фальсифицированные документы, предоставляемые в органы власти различных уровней, в частности протоколов общих собраний собственников многоквартирных домов.

Ещё одно направление – улучшение работы самих органов власти, связанное с анализом данных о городской инфраструктуре, в частности жилых многоквартирных зданий. Это помогло бы при планировании проведения капитального и текущего ремонта и ускорило бы составление программ.

Всё это связано с развитием BIM-технологий. Но при этом, главной задачей, безусловно, остаётся оценка технического состояния.

«Это наиболее ответственный этап при техническом обслуживании и ремонте зданий и сооружений. От того, насколько корректно проведена диагностика технического состояния объекта, зависит эффективность и безопасность принимаемых технических решений при производстве ремонтных работ.

В настоящее время компетентность оценки технического состояния зданий и сооружений зависит, в первую очередь, от квалификации экспертов, проводящих инженерные исследования. При этом нередки случаи принятия технических решений, осуществляемых на основе ошибочных представлений о работе конструкций или неполной диагностики, не учитывающих действие каких-либо скрытых факторов. В этих случаях временно скрытые дефекты снова проявляют себя и, прогрессируя, приводят к ещё более сложному состоянию, требующему нового вмешательства...» [1].

На данный момент, действительно, принятие решений по оценке состояния зданий во многом связано с уровнем подготовки и опыта работы специалиста, осуществляющего технические исследования. Учитывая человеческий фактор и возможность неправильной оценки, часто нельзя гарантировать правильность выбранного метода решения проблемы.

Всё это даёт простор для BIM-разработок. Ведь, действительно, ценой человеческой ошибки могут быть огромные суммы бюджетных или инвестиционных средств или даже людские жизни. Поэтому задача разработчиков – создать логически связанный комплекс программ по эксплуатации жилого фонда, отвечающей нормам безопасности.

Для решения этой задачи было создано программное обеспечение СтройКонтроль – инструмент связи между заказчиком, техническим надзором и исполнителем работ. Данное ПО, как и система BARS, может хранить и обрабатывать данные, кроме того может архивировать данные о нарушениях и автоматически импортировать их в программу Excel (чего

разработчики системы Vars пока не добились), что значительно сокращает и упрощает работу технического надзора и подрядных организаций.

Таким образом, можно сделать вывод, что поле деятельности BIM-разработчиков в нашей стране и в мире в целом огромно и требует скрупулёзного подхода. Необходимо создать законодательную и нормативную базу для внедрения данных технологий.

Однако есть ещё одно немаловажное направление внедрения – использование их надзорными органами, в частности Государственной жилищной инспекцией. Использование информационного моделирования способствовало бы скорейшему и более точному выявлению технических и финансовых нарушений при эксплуатации жилого фонда. Автоматическая обработка данных и возможность их анализа могли бы упростить работу надзорных органов, а, следовательно, ускорить их работу и повысить эффективность.

Кроме того, как говорилось ранее, BIM-технологии могут помочь в борьбе с недобросовестными управляющими компаниями. Однако они могут способствовать и работе самих управляющих компаний, в обязанности которых входит в том числе обеспечение своевременного текущего ремонта многоквартирного дома. С помощью BIM-технологий стало бы возможным составление более объективных графиков текущих ремонтных работ, отвечающих наиболее острым проблемам многоквартирного жилого дома.

3-D модели с описанием, характеристиками и сроками эксплуатации и ремонта всех интересующих конструкций здания могли бы сократить бумажную версию описания здания и ускорить обработку информации и принятия решений, например, по текущему ремонту какой-либо инженерной системы. Информация с датчиков пожаротушения, пожарной сигнализации, датчиков деформации и др. также могла бы приниматься программой, обрабатываться и оперативно приниматься в работу. Это помогло бы оценивать общее состояние здания.

Всё то, что было описано выше, лишь часть того, что предстоит сделать в ближайшее будущее, однако, это является основой будущих комплексов систем эксплуатации зданий и сооружений.

Цифровые технологии всё больше поглощают различные сферы экономики. Как известно, строительство – главный драйвер экономической системы, а, следовательно, переход к цифровой экономике будет проходить главным образом в этой сфере, а, следовательно, и в сфере ЖКХ. Именно поэтому, необходимо уже сейчас искать и другие направления внедрения технологий при эксплуатации зданий и сооружений и разрабатывать нормативную и законодательную базу, чтобы не отстать от стран-передовиков в этой сфере, таких как Великобритания, Сингапур и Япония и увеличить отрыв от стран, которые «догоняют» Россию по уровню цифровой экономики (США, Канада, Франция и др.).

Библиографический список

1. Оленьков В.Д., Попов Д.С. Автоматизация диагностики технического состояния зданий и сооружений в процессе их эксплуатации // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. Т. 17. № 276. С. 82..
2. Оценка применения BIM-технологий в строительстве // Отчёт об исследованиях эффективности применения BIM-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний. – М., 2017.
3. Дементьева М.Е. Техническая эксплуатация зданий: оценка и обеспечение эксплуатационных свойств конструкций зданий. – М., 2008.
4. Сайт БарсГруп – Режим доступа: <http://www.bars-tm.ru>.
5. BIM. Стратегия. Управление. Реализация // Отчёт образовательного семинара ООО «Конкуратор». – М., 2017.
6. СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование. Правила организации работ производственно-техническими отделами».
7. ГОСТ Р 57311-2016 «Информационное моделирование в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершённого строительства».

ИННОВАЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ УГЛЕПЛАСТИК

*Плюснина Е.В., студент 3 курса бакалавриата 23 группа ИИЭСМ
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

Особый интерес к созданию композитных материалов обусловлен тем, что традиционные материалы не всегда или не вполне отвечают потребностям современной инженерной практики. Композиционные инновационные степени материалы используются в жилищном и промышленном строительстве. Характерной особенностью композитных материалов является объединения полезных свойств отдельных компонентов и проявление ими новых свойств, отличных от свойств компонентов. Во многих случаях композитные материалы разрабатываются и создаются одновременно с конструкцией [9].

Применение углеродных материалов в строительной отрасли на сегодняшний день позволяет не только в разы повысить прочность и несущую способность конструкций, но и значительно сократить сроки возведения сооружений.

Углеволокна представляют собой альтернативу традиционным материалам, например, стали, алюминию, стеклопластику и применяются для строительства легких ферм и каркасных конструкций. Они обладают высокой прочностью, надежностью, возможностью настройки, и имеют малый вес.

Углеволокно на данный момент пользуется большим спросом в строительной отрасли. Подобная популярность обусловлена высокой прочностью материала. Это качество очень важно при обустройстве внешнего армирования кирпичных, железобетонных и деревянных систем.

Полимерные композитные материалы на основе углеволокна в 10 раз прочнее и в 5 раз легче стали. Кроме того, углепластик обладает наименьшей деформативностью материала к разрушению – 1,5%, что почти в 20 раз ниже, чем у стали. Температурное расширение углепластика практически нулевое, а в некоторых случаях даже отрицательное. К внешним средам углепластик полностью инертен и может обладать электропроводностью или радиопрозрачностью.

Конструкция, оклеенная углеродным волокном, получает дополнительно до 60 % прочности и до 110 % прочности на сжатие. Хотя и выглядит это не достаточно правдоподобно, все проверки по СНиП и ГОСТ это подтверждают [1]. Поэтому, если собираетесь делать ремонт или занимаетесь строительством, можете в серьез подумать об усилении из карбона.

Усиление прочности конструкции позволяет сократить размеры основания. Углеродное волокно удерживает на себе значительные нагрузки, самое главное, чтобы было, куда его приклеить. Сокращение необходимого материала за счет использования современного карбона является актуальным мероприятием для отдаленных регионов, куда сложно доставить тяжелые строительные материалы.

Помимо этого, углеволокно сейчас используют при ремонте несущих элементов из камня. Путем армирования восстанавливаются балки и опоры бетонных мостов. Как правило, карбон используется в промышленности, но может применяться и в частном строительстве, где нагрузки значительно ниже, а значит, запас прочности будет довольно большим.

Преимущество усиления углепластиком [1, 3, 4]:

- очень высокая коррозионная стойкость;
- прочность на растяжение в 6-10 раз выше, чем у стали;
- вес всего 230 г/м² – отсутствие дополнительной нагрузки на усиливаемый элемент;
- толщина пластины всего 1 мм – не влияет на внутреннюю геометрию помещения;
- высокая скорость реализации работ (не требует возведения подмостей, сварки, дополнительных работ по инъектированию и зачеканки зазоров и т.д.);
- низкая стоимость реализации работ;
- универсальность – метод подходит практически для всех типов строительных материалов;
- очень высокая прочность на усталостное разрушение;
- долговечность (расчетный срок службы не менее 50 лет).

Перспективными продуктами из полимерных композиционных материалов на основе углеродного волокна, являются: композитная углеволоконная арматура, фибра и системы внешнего армирования углеволокном, углеродная сетка и др.

Эксплуатационную надежность зданий и сооружений повышает углепластиковая арматура, снижает общий вес конструкции, сокращает трудозатраты на производство, снижает расходы на транспортировку и изготовление итоговых конструкций. Углепластиковая арматура находит свое применение в сооружениях сложной конфигурации, где требуются материалы с уникальными свойствами, которые можно применять в условиях агрессивных сред. Данную продукцию также используют в качестве внешней арматуры при ремонте и восстановлении железобетонных и каменных конструкций. Основные преимущества углепластикового материала: огнеупорность, жаростойкость, химическая устойчивость, радиационная стойкость, ударная вязкость, легкость, однородность, и т.д.

На сегодняшний день в нашей стране и за рубежом пристальное внимание уделяется изучению и внедрению в практику строительства дисперсно-армированных бетонов (фибробетонов), обладающих улучшенными по сравнению с неармированными бетонами физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Этот новый конструкционный материал снижает энергоемкость, трудоемкость и материалоемкость изготовления изделий и конструкций, повышая их качество и надежность.

Известно, что дисперсное армирование значительно повышает прочностные и деформативные характеристики бетона. В мировой практике строительства фибробетон – один из перспективных строительных матери-

алов XXI в. Опыт таких развитых стран, как США, Великобритания, Япония, Германия, Италия, Франция и Австралия, убедительно показал технико-экономическую эффективность применения фибробетона при строительстве туннелей, мостов и дорог, возведении морских платформ нефтедобывающих и перекачивающих станций, а также в устройстве полов промышленных зданий и сооружений. В Японии фибробетон широко применяется для возведения зданий в сейсмоопасных районах.

В России фибробетон впервые был использован при устройстве днища резервуара для технической воды (Ленинград, 1979 г.). Сегодня его используют при изготовлении сборных конструкций и практически не применяют в монолитном строительстве. Между тем, этот материал незаменим при высотном домостроении и на сегодняшний день не имеет аналогов.

Необходимо отметить, что процесс получения композитной арматуры более экологически чистый по сравнению с производством стальной арматуры. Кроме того, энергозатраты при производстве таких стержней в 10-12 раз ниже, чем при изготовлении аналогичной стальной продукции. Так, для производства одного метра композитного стержня требуется в среднем 0,5 кВт·ч, в то время как для изготовления одного метра стальной арматуры – до 6 кВт·ч. Вдобавок к этому, низкая теплопроводность композитных материалов в связи с отсутствием мостиков холода приводит к снижению теплопотерь в среднем на 35% [3].

Для усиления несущих конструкций зданий и сооружений используется система внешнего армирования. Устраняет дефекты не только в конструкциях, нуждающихся в ремонте, но и исправляет ошибки при проектировании и строительстве. Кроме того, данная система сокращает временные и трудовые затраты, а за счет коррозионной стойкости и долговечности материалов увеличивает межремонтный период, а главное – существенно сокращает расходы на ремонт. При усилении конструкции системой внешнего армирования не требуется никакой дополнительной громоздкой техники, работы можно проводить без остановки эксплуатации зданий и сооружений, а также в стесненных условиях [6, 9].

На конец 2017 года и начала 2018 года углепластик зарекомендовал себя, как материал, способный улучшить строительные работы в целом. Примерно с 2010 года углепластик начал свой старт в авиационном деле, но вскоре эстафету приняло строительство.

Чтобы данный материал удержался на строительном рынке, нужно способствовать развитию новых направлений применения материала, сокращению временных и денежных издержек на ремонт, применять материал в широких направлениях. Нужно избавиться от таких тормозящих факторов, как отсутствие СНиПов, высокая стоимость материала, низкая доступность информации об испытании материала. Необходимо внедрить информацию про новейшие материалы будущего в программу обучения в университетах и уже в зародыше искать способы улучшения материала и создания новых материалов.

Уже больше 5 лет углепластик зарекомендовал себя, как очень проч-

ный и легкий материал. Он активно применяется в масштабном строительстве для изготовления монолитных конструкций, распорок, подвесов, укрепления дорожного полотна. В настоящее время строительство очень сильно привязано к старым методам возведения зданий. Сейчас невозможно представить, что здание или сооружение можно возвести с меньшим использованием железобетона. Одна из преград – это стоимость материала.

К сожалению, не все строительные компании могут себе это позволить. Дороговизна материала засвидетельствует от его создания, так 1 (один) килограмм сырья стоит 20 долларов, а, например, стали – 1 доллар. На создание углеродного волокна требуется колоссальные энергозатраты и большое количество исходных материалов, потому что на выходе 50-60 % материала стораёт. Вторая преграда в использовании углеродных волокон была успешна преодолена в виде нормативного документа ГОСТ Р 57407-2017 «Волокна углеродные. Общие технические требования и методы испытаний». Углеродное волокно отлично зарекомендовал себя на первых этапах в строительстве, остаётся только сделать материал доступнее.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57407-2017 «Волокна углеродные. Общие технические требования и методы испытаний».
2. СП 164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования».
3. СП 4950-89 «Санитарные правила для производства материалов на основе углерода».
4. Методические указания к курсу «Высокомолекулярные соединения». Учебное пособие / сост.: Собанов А.А., Курамшин А.И., Бурнаева Л.М. и др. – Казань: Изд-во КазГУ, 2000. – 42 с.
5. Шилов А.В. Инновационные методы армирования сборных конструкций из железобетона углеволокнистыми сетками // Инженерный вестник Дона. 2016. Т.40. № 1 (40). С. 59.
6. Строительство и реконструкция зданий и сооружений городской инфраструктуры: научно-справочное пособие / [В. И. Теличенко (рук.) и др.]; под общ. ред. В. И. Теличенко. – М., Изд-во АСВ, 2009.
7. Гераськина В.Е., Ширшова А.Д. Углепластиковая арматура, ее свойства и применение в строительстве // Студенческий форум: электрон. научн. журн. 2017. № 21(21). URL: <https://nauchforum.ru/journal/stud/21/29041>.
8. Проектирование, восстановление и усиление каменных т армокаменных конструкций. Учебное пособие / сост.: А.И. Бедов, А.И. Габитов. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 568 с.
9. Техническая эксплуатация жилых зданий: Учебник / С.Н. Нотенко, В.И. Римшин, А.Г. Ройтман и др.; Под ред. В.И. Римшина и А.М. Стражникова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Студент, 2012. – 640 с.

10. Комарова Т.В. Получение углеродных материалов: Учеб. пособие / РХТУ им. Д.И Менделеева. – М., 2001. – 95 с.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

*Текеев А.С., студент 3 курса бакалавриата 22 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Румянцев И.М., преподаватель*

Введение

Что подразумевает под собой термин BIM (Building Information Modeling)? Многие считают, что программное обеспечение или же проект здания, это и есть BIM, но в действительности данная технология основывается на создании модели здания. Главной ее особенностью является то, что модель представляет собой не просто набор геометрических элементов, а обладает информацией о конкретных физических данных, одним словом BIM позволяет создать полное информационное описание строящегося или эксплуатируемого объекта.

Наибольшее значение информационного моделирования зданий для строительной отрасли играют его возможности, уменьшить затраты на всех этапах жизненного цикла здания, повысить производительность труда за счет рационального использования имеющейся информации, снизить количество ошибок и улучшить качество. BIM-технология является ценным инструментом в содействии успешному сотрудничеству и координации участников строительной отрасли в ходе предпроектной подготовки, проектирования, строительства, эксплуатации и обслуживания новых и уже существующих зданий.

Что касается эксплуатации, то тут BIM-технологии могут применяться для обслуживания всех конструктивных элементов и инженерных систем здания, расчета расходов на содержание здания, мониторинг технического состояния всех элементов здания.

Многие зарубежные страны активно используют информационное моделирование зданий в настоящее время. Лидирующие места занимают Великобритания и Сингапур.

Опыт в Великобритании

Великобритания начала использовать BIM технологий после того, как выиграла конкурс в проведении олимпиады 2012 года. В стране наметилась тенденция разрыва между потребностями государства по строительству новых объектов и ее финансовыми возможностями. Тогда специалисты обратили внимание на приобретающую популярность технологию BIM, которая, как утверждали многие, существенно сэкономила деньги при строительстве. Долго не думая, правительство решило испробовать технологию на практике. Были взяты госбюджетные объекты (пилотные проекты): школы и тюрьмы. Результаты эксперимента были впечатляющие: школы, построенные при помощи информационного моделирования, оказались на 30% дешевле! Отсюда, кстати, и пошла знаменитая цифра о том, что BIM экономит 30% при строительстве. По тюрьмам результат был не хуже, при строительстве удалось сэкономить более 20 млн фунтов стерлингов (18%) [3].

После этих результатов следующей проверкой на практике стали олимпийские объекты, у которых были сжатые сроки строительства. При помощи информационного моделирования зданий, весьма успешно были построены главный олимпийский стадион, стадион «Велопарка» и многие другие объекты.

Вскоре, правительство решило усовершенствовать транспортную инфраструктуру в Великобритании и создала проект Crossrail, который считают «другим измерением BIM-технологий». Идея заключается в том, чтобы построить сквозную железную дорогу, охватывающую центр и пригороды Лондона. Строительство началось в 2009 году, окончание планируется на 2019 год, но в 2012 году новая магистраль уже соединяла аэропорт Хитроу с Олимпийской деревней. Проект Crossrail применяет программное обеспечение Bentley ProjectWise для совместной работы инженерных проектных групп. Оно позволяет каждому члену группы, независимо от его местонахождения, быстрый доступ к актуальной информации, необходимой для своевременного выполнения проекта. Система позволяет снизить риски ошибок при проектировании и усиливает экономический эффект благодаря повышению производительности и сокращению количества ошибок. На данный момент, в проекте задействовано более 1300 пользователей ProjectWise. Не маловажной частью данного проекта является эксплуатация. Главным достижением Crossrail станет доступность качественной информации об активах, тем самым в течение всего цикла эксплуатации, рационально и эффективно можно будет управлять дорогой. Правительство считает, благодаря BIM-технологиям удастся сэкономить более 100 млн. фунтов стерлингов [3].

В Настоящее время в Великобритании информационное моделирование зданий широко используются в коммерческом строительстве. При этом архитекторы уже используют новое программное обеспечение EcoDesigner STAR. Это расширение для ARCHICAD, позволяющее использовать все преимущества Информационного Моделирования Зданий (BIM) в процессе Энергетического Моделирования Зданий (BEM). Основные функции этого программного обеспечения:

- оценка энергоэффективности для любого климата и географического положения,
- поддержка множества Термоблоков,
- расчеты показателей энергоэффективности в соответствии с Международными Стандартами,
- Детализированные отчеты оценки энергоэффективности

EcoDesigner STAR это новый шаг к экологически чистому проектированию в ARCHICAD [4].

Опыт в Сингапуре

Одним из первых государств, внедрившим BIM технологию в строительную отрасль, является Сингапур. Организация BCA (Building and Construction Authority) осуществляет управление строительной индустрии Сингапура и фактически считается «министерством строительства».

Несомненно, главной заслугой государства является создание интернет-портала «BIM-справочник по Сингапuru». На этом сайте можно ознакомиться с самой последней законодательной или учебно-методической информацией по BIM, можно скачать библиотечные элементы и шаблоны файлов для выполнения проекта в BIM для его последующего представления на электронную экспертизу [5].

Одной из «визитных карточек» использования BIM технологий в Сингапуре считается здание Музея науки и искусства. Проект создавался британской компанией Moshe Safdie Associates (MSA). Из-за сложного архитектурного решения компания увидела решение своих проблем в использовании информационного моделирования зданий, с использованием программного обеспечения Bentley Generative Components, в комплексе с программами Bentley Structural, MicroStation, Tekla Structure, которые сейчас входят в единый BIM-пакет Bentley AECOSim Building Designer. Данная технология позволила совместить работу проектировщиков из разных разделов в одной модели, что позволило сократить количество ошибок и сэкономило время на их исправление [5].

Сингапур не просто строит отдельные объекты, как многие страны, он осуществляет строительство целых городов с технологиями информационного моделирования. Но главной «жемчужиной» Сингапура в области BIM технологий является программа CORENET. Именно благодаря ей данная технология продвинулась до столь высокого уровня. Главной задачей программы является «компьютерная экспертиза» проектов, представляемых для получения разрешения на строительство. Для реализации проекта, предполагались следующие условия:

- отработанная технология и методология информационного моделирования зданий, которая сейчас называется BIM,
- наличие доступных и эффективных BIM-программ,
- четкая спецификация требований к модели, представляемой на экспертизу,
- четкая формализация требований, предъявляемых к проекту здания,
- общий интерфейс, объединяющий модели и средства проверки, выделение на эти цели немалых бюджетных средств и наличие воли правительства [5].

Одной из особенностей этой программы является то, что обмен файлами может производиться в «родном» формате используемых программ. Такой подход, в отличие от другой распространенной в некоторых странах точки зрения, когда на экспертизу всё подается в нейтральном формате IFC, не приводит к потере или искажению проектных данных, связанных со сменой формата. Благодаря CORENET существенно сократились сроки проверки проектов зданий и сооружений.

На основе всего выше сказанного, можно сделать вывод, что BIM-технология набирает популярность и активно развивается во многих странах. Ведутся активные работы по доработке программного обеспечения,

основанного на данной технологии, выстраиваются связи их взаимодействия между собой и рассматриваются варианты их применения на всех этапах жизненного цикла здания, но на разных уровнях. Так этап «проектирование» уже освоен, этап «строительство» находится на стадии наладки процессов применения данной технологии, этап «эксплуатация» еще слабо затронут, но уже имеется программное обеспечение, которое позволяет эксплуатирующим организациям облегчить работы в их сфере деятельности.

Библиографический список

1. Попов А.В. «BIM как фундамент цифрового строительства», Журнал «Строительство».
2. Талапов В.В. «Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий» [Электронный ресурс] // http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17640.
3. Турий Гангули, Пяйви Jäväjä, «BIM based Energy Efficiency Evaluation of Modern Buildings» [Электронный ресурс] // <https://www.knigozal.com/store/gb/book/bim-based-energy-efficiency-evaluation-of-modern-buildings/isbn/978-3-659-47974-8>.
4. Аштуш Багчи «Application of BIM Concept in the Design of Energy-Efficient Buildings» [Электронный ресурс] // <https://www.knigozal.com/store/gb/book/application-of-bim-concept-in-the-design-of-energy-efficient-buildings/isbn/978-3-659-78311-1>.
5. Ричард Гарбер «BIM Design» [Электронный ресурс] // <https://paperpc.com/en/book-details/bim-design/310391>.

ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛЬЮ (BIM) ОБЪЕКТОВ ЖКХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Трунтов П.С., студент 3 курса бакалавриата 22 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Румянцев И.М., преподаватель*

В большинстве источников можно найти информацию по опыту и методике применения BIM-технологий (Building Information Modeling) при проектировании зданий и сооружений.

По мере развития данной технологии стало понятно, что ее можно применять на всех стадиях жизненного цикла здания или сооружения, начиная от идеи создания и инвестиционного анализа, заканчивая его сносом. Данная модель с каждым этапом своего формирования приобретает новые информационные данные. Так, на начальном уровне она имеет только основные характеристики, такие как ширина, длина, высота, объем, площадь и уже с последующим моделированием «впитывает» в себя все больше и больше информации. Изменяется уровень ее детальной проработки: появляются сведения о конструктивных элементах, сведения об инженерном оборудовании, вплоть до маркировки отдельного элемента системы. Иными словами, информационная модель здания или сооружения развивается в процессе проектирования, строительства и эксплуатации, то есть на протяжении всего жизненного цикла.

Одной из сложнейших и трудоемких задач является непосредственно эксплуатация объекта. Но для эксплуатации недостаточно наличие только информационной модели (BIM) и требуется дополнительное программное обеспечение, которое будет напрямую взаимодействовать с уже имеющейся детализированной моделью.

Основной задачей, которая должна быть решена применением программного обеспечения для работы с BIM моделью во время эксплуатации объектов, является автоматизация выполнения основных задач эксплуатирующих организаций, а именно:

- обеспечение нормального функционирования здания в соответствии с его функциональным назначением;
- обеспечение запланированных эксплуатационных характеристик объекта в течение всего срока службы;
- обеспечение установленного уровня безопасности;
- обеспечение безаварийной работы инженерно-технических систем здания или сооружения;
- поддержание установленного внутреннего климата;
- поддержание нормального санитарно-гигиенического состояния объекта и придомовой территории.

BIM-технологии позволят контролировать все эти процессы более эффективно и качественно, а также будет возможность оказывать на них свое воздействие.

Использование программ в комплексе с информационной моделью дает возможность моделировать изменения в конструкции здания, что довольно часто бывает в процессе обслуживания зданий или сооружений. Позволяет проектировать новое инженерное оборудование, доводя его эксплуатационные характеристики до современного уровня требований, отслеживать текущее состояние здания и своевременно принимать меры по его реконструкции, реставрации, текущему или капитальному ремонту. Дает возможность грамотно эксплуатировать не только с технологической точки зрения, но и экономической [6]. Новые технологии позволяют экономить на этапе эксплуатации 20% затрат и более.

Программное обеспечение позволяет отслеживать работу всего инженерного оборудования здания. Для этого компания Autodesk разрабатывает новый продукт Autodesk Dasher 360, который с помощью установленных на оборудовании пожарных датчиков, датчиков освещения, температуры, влажности и других, позволяет производить мониторинг всех систем и в целом создает систему так называемого умного дома [3]. Данные датчики устанавливаются на объекте и обозначаются в его информационной модели, и инженер в любое время может узнать нужную ему информацию, не выходя из своего кабинета. Таким образом, модель превращается в среду навигации эксплуатирующей организации.

Зачастую в процессе жизненного цикла здания происходит утеря документации, что значительно усложняет весь процесс эксплуатации. При использовании программного обеспечения в комплексе с BIM моделью сводит возможность утери к нулю. В любой момент можно произвести обзор документации, например, технической документации, паспорта, гарантии, спецификации на любой участок здания. Также следует отметить, что вся эта документация содержится в самой модели, а точнее модель и является базой данных информации, содержащейся в документации.

Каждый элемент объекта хранит полное описание о себе и своем взаимоотношении со всей моделью, что позволяет не только понять, сколько будут стоить те или иные работы, но и сделать прогнозный срез бюджета. Наличие данной информации практически исключает ошибки человеческого фактора, так как все данные загружаются в программу Estimo Connect из BIM-модели, и в процессе эксплуатации только дополняются. Работа данной программы начинается с экспорта 3D-модели из Autodesk Revit из которой берутся все необходимые данные для сметчика, далее в Estimo Connect они дополнительно обрабатываются и на выходе получаем калькуляцию затрат и перечень необходимых работ для календарно-сетевых графика. Калькуляция выгружается в такие программы как Гранд-смета, Смента.РУ, Госстройсмета 2.0 и на выходе получаем 4D-модель в Autodesk NavisWorks. Сформированная модель позволяет наглядно понять, увидеть и проанализировать потребности в ресурсах, материалах, стоимость каждого элемента. Следовательно, можно определить стоимость, например, восстановительных работ, которые будет необходимо произвести на объекте эксплуатации. При использовании BIM, когда все данные автоматически

поступают из модели, а задача сметчика – установить связи данных со сметной программой, погрешность сметы уменьшается до 3%, а пересчитывать её можно хоть каждый час [2].

Также возможно осуществлять контроль выполненных работ. Выполнив определенную задачу, исполнитель делает отметку, фиксирует результат, далее производится проверка выполненных работ и при качественном ее выполнении производится оплата работ. Примером является программа СтройКонтроль (PlotPad). В настоящее время она применяется непосредственно для производства строительных работ, но ее функционал подходит для эксплуатации объектов, где контроль работ также имеет большую значимость.

Но данные программные обеспечения имеют ряд проблем и неопределенностей, которые требуют решения. Одной из таких проблем является эффективность обмена информацией в BIM среде. Необходимо опираться на четкие требования к компонентам информационных моделей эксплуатируемых объектов, к программным интерфейсам, объемам и содержанию передаваемой информации. В данном направлении уже проведена большая работа и продолжает проводиться. К настоящему времени разработаны четыре свода правил по информационному моделированию в строительстве, среди них СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами», который вступил в силу 2 марта 2018 года, а также три СП которые появятся в ближайшее время: СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах», СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» и СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели». Ведется разработка национальных стандартов информационного моделирования в процессах проектирования, строительства, эксплуатации и сноса объектов капитального строительства.

Еще одной проблемой, из-за которой многие компании не торопятся использовать новое программное обеспечение – нехватка кадров, имеющих знания и опыт работы с информационными моделями зданий и сооружений. Но и в этом направлении уже ведутся работы. Для Высших учебных заведений разрабатываются соответствующие программы подготовки разносторонней направленности. В некоторых учебных заведениях студенты уже имеют возможность проходить курсы по обучению технологии информационного моделирования. В основном это заведения по подготовке специалистов для строительных отраслей. Предоставляется возможность изучить такие программы как Autodesk Revit, Archicad, Autodesk Navisworks, Renga, КОМПАС 3D и многие другие.

Также многие связывают внедрение программного обеспечения с использованием информационной модели с высокими первоначальными вло-

жениями, не владея информацией об их окупаемости. Данные технологии позволяют сокращать затраты как на строительство, так и на эксплуатацию. Снижается вероятность ошибок и погрешностей в документации, сокращаются сроки реализации проектов, снижается планирование погрешности бюджета, уменьшаются сроки координации и согласования, сроки проектирования, вследствие чего происходит окупаемость данного программного обеспечения [1].

На основе изученного материала стало понятно, что есть очень много программ, которые можно применять во время эксплуатации, но каждая программа обладает ограниченным количеством функций. Есть программа, которая позволяет контролировать состояние инженерного оборудования, но она не может контролировать работы, выполняемые на объекте или работы, которые необходимо выполнить в какой-либо период времени. Вследствие чего можно сделать вывод, что для улучшения данной технологии во время эксплуатации, необходимо сформировать единую программу, которая будет обладать всеми функциями и напрямую взаимодействовать с цифровой моделью объекта. Но говорить о создании такой программы сложно, так как в каждом регионе есть свои особенности и правила эксплуатации. В настоящее время, обсуждают и создают так называемые Платформы – объединение комплекса программ, с построением системы взаимосвязей между ними, для охвата всех задач в рамках одного этапа жизненного цикла.

Наша страна обладает самой большой территорией и соответственно имеет огромный жилой фонд, который необходимо обслуживать. Исходя из этого, можно сформулировать значение BIM для российского ЖКХ. В первую очередь это то, что внедрение BIM технологий может дать до 30% экономии средств, выделяемых сегодня на цели капитального ремонта жилого фонда страны [6]. Позволит контролировать состояние жилого фонда не в общем проценте износа, а будет известно состояние каждого объекта. Это позволит более точно распределять бюджет на реконструкцию, капитальный ремонт, реставрацию или же снос, а также позволит снизить коррупционное хищение бюджетных средств.

Россия уже имеет опыт применения BIM технологий в эксплуатации объектов. Примером успешного внедрения данной технологии являются ледовые объекты в городе Сочи, Ахмат Тауэр в Грозном, которые эксплуатируются с учетом технологии 3D моделирования. Эксплуатационные службы применяют в своей работе программу Sodis Building в комплексе с Autodesk Revit, в которой используется облегченная 3D модель здания. В ней реализованы все необходимые связи элементов модели, документации и прочих объектов. В Sodis Building можно в реальном времени наблюдать за жизнью объекта, вся важная информация анализируется и записывается для дальнейшего изучения. Данная система уже зарекомендовала себя с лучшей стороны, когда на Малой ледовой арене в Сочи успешно отработала во время землетрясения в декабре 2012 года. Датчики зафиксировали со-

бытие и проанализировали его последствия, система выдала информацию о том, что параметры в норме и здание в безопасности.

Библиографический список

1. Король М.Г. Применение BIM-технологий это процесс сохранения конкурентоспособности и выживания на рынке [Электронный ресурс] - URL: <https://stroim.mos.ru/interviews/marina-korol-primieneniie-bim-tiekhnologhii-eto-vopros-sokhraneniia-konkurientosposobnosti-i-vyzhivaniia-na-rynkie>.

2. Талапов В.В. «Технология BIM: расходы на внедрение и доходы от использования» [Электронный ресурс] – URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16748.

3. Попов А.В. BIM как фундамент цифрового строительства // Строительство. 2018. Вып. 1-2. С. 28.

4. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. 2011.

5. СП 301.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами.

6. Талапов В.В. Технология BIM и эксплуатация зданий [Электронный ресурс] – URL: <http://isicad.ru/ru/news.php?news=17409>.

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД МОНТАЖА СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ПОМОЩИ ПРЕСС-СИСТЕМЫ

*Филиппов И.Д., студент 3 курса бакалавриата 22 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.*

Мероприятия по технической эксплуатации инженерных систем занимают ведущее место в жизненном цикле зданий и сооружений. Современные многоквартирные дома и объекты нежилого фонда оснащаются широким перечнем инженерного оборудования, такими как системы электропитания, отопления, водоснабжения, связи и др. В данной статье будет рассмотрен современный метод монтажа стальных труб водо- и газоснабжения с помощью пресс-фитингов, применяемый как при новом строительстве, так и во время капитального ремонта зданий.

Трубопроводы инженерных систем имеют определенный нормативный срок их эксплуатации. Он зависит от материала самих труб и условий их технической эксплуатации. По истечению нормативного срока трубопроводы подлежат капитальному ремонту. Практика работы управляющих организаций показывает, что изначально предусматриваемые в проекте условия нарушаются по каким-либо причинам, следовательно, происходят нарушения в работе и система выходит из строя раньше, чем это предусматривалось в проекте. Так как, функционирование инженерных систем необходимо для устойчивой эксплуатации объектов недвижимости, следует как можно быстрее и эффективнее устранять подобные проблемы. Следовательно, необходимо не только совершенствовать существующие методы ремонта и монтажа, но и искать новые, обладающие улучшенными технико-экономическими показателями.

От того, как будет обустроена система водоснабжения, зависит комфорт и безопасность людей, находящихся в здании. Большое значение при этом имеют трубы, использующиеся как составная часть для трубопровода. Их качество строго регламентировано стандартами ГОСТ. Нормируются диаметры, толщина стенок, длина трубы, ее химический состав и плотность. Чтобы оборудовать современную и долговечную систему, нужно подробно ознакомиться со всеми техническими характеристиками изделия.

В данной статье мы рассматриваем процесс монтажа стальных водогазопроводных труб непосредственно в здании. Данное изделие выпускается в соответствии с ГОСТ 3262-75: «Трубы стальные водогазопроводные». Стальные трубы применяют достаточно широко. Несмотря на широкое распространение пластика, трубы из стали, по-прежнему, используют для монтажа напорных трубопроводов для подачи воды, теплоносителя и др.

При монтаже трубопроводов применяют самые разные способы соединения труб. Некоторые из них являются разъёмными, то есть допускают возможность демонтажа и последующей повторной сборки. Другие же являются неразъёмными, демонтаж которых, без разрезания или разрушения трубы, невозможен.

Самым популярным видом неразъемных соединений стальных труб является сварка. Вместе с тем выполнение данной работы требует профессиональных знаний и навыков, а также высокой квалификации рабочих. Так же данный способ соединения является довольно затратным и пожароопасным.

Помимо сварки, существует так называемое «резьбовое соединение». Соединения на резьбе допускается устраивать в тех участках металлической трубы, в которых есть возможность контролировать надежность выполненной стыковки, чтобы, при необходимости, можно было подтянуть соединение. Как правило, резьба на трубах накатывается на специальном оборудовании, но можно нарезать резьбу и вручную. Данный метод соединения используются как при работе с напорными, так и безнапорными системами.

Следующим методом является соединение «на фланцах». Для выполнения соединения используется специальный фитинг – фланец, снабженный резиновой прокладкой. Данный вид соединения является разъемным.

При сборке безнапорных трубопроводов допускается использовать соединение на «муфтах». Данный способ обеспечивает достаточную герметичность соединения и позволяет состыковать стальную трубу с полимерной. Как и в случае с фланцем, соединение является разъемным.

В 2014 году на российском рынке инженерного оборудования одной из иностранных компаний была представлена технологическая новинка – пресс система нового поколения. Данная технология довольно быстро стала популярна на рынке и сейчас используется многими компаниями и частными мастерами, как на территории Российской Федерации, так и в зарубежных странах. Устанавливаемые на стыках труб фитинги из стали 1.0308 с цинк-никелевым покрытием гарантируют высокое качество соединений и длительный срок службы. Данный метод позволяет надежно соединять стальные трубы, соответствующие стандартам ГОСТ 3262-75, а также DIN EN ISO 6708 и DIN EN 10220/10255 диаметром до 2 дюймов, обеспечивая их эксплуатационную безопасность, что подтверждено сертификатами пригодности. Указанная технология применима со стальными трубами практически всех типов диаметром до 2-х дюймов: сварные и бесшовные, трубы из черных металлов, оцинкованные трубы, трубы с эпоксидным лаковым или гальваническим покрытием, а также стальные трубы без покрытия. Расчетный срок службы данных пресс-фитингов составляет 50 лет.

Рассмотрим строение пресс-фитинга одной из таких систем (рис. 1). Фитинг состоит из нелегированного стального корпуса с цинк-никелевым покрытием, профильного уплотнительного кольца, стопорного кольца и разделительного уплотнительного кольца. При опрессовке стопорное кольцо входит в трубу и обеспечивает соединению особую надежность. Разделительное уплотнение необходимо для предотвращения повреждения уплотнительного кольца при входе трубы в фитинг. Уплотнительное кольцо обеспечивает гидроизоляцию соединения.



Рис. 1. Строение пресс-фитинга.

Рабочие параметры:

Испытательное давление – 64 бара;

Рабочее давление – 16 бар;

Рабочая температура – 110 градусов °С.

Монтаж производится при помощи ручной пресс-системы и не требует значительных затрат труда рабочих. Рассмотрим технологическую последовательность данного вида работ:

- 1) Обрезка стальной трубы по размеру и зачистка места под пресс-фитинг;
- 2) Измерение и разметка глубины вставки;
- 3) Вставка трубы до заданной отметки в пресс-фитинг;
- 4) Обжимание фитинга пресс-клещами.

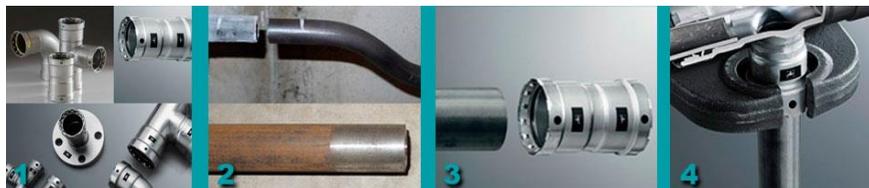


Рис. 2. Технологическая последовательность работ.

У монтажа стальных труб с помощью пресс-системы есть ряд преимуществ, по сравнению со сваркой и другими методами монтажа:

- Монтаж выполняется легко и значительно экономит время, по сравнению с другими видами соединения стальных труб, например, со сваркой - до 60%;

- Абсолютная пожарная безопасность и возможность монтажа в любых помещениях, при работах не возникает ни пламени, ни продуктов сгорания.

- Универсальность применения;

- Полная герметичность соединений за счет уплотнительных колец из специального синтетического эластомера EPDM;

- Расчетный срок службы – 50 лет.

К недостаткам данной системы можно отнести высокую стоимость пресс-фитингов. Вместе с тем по сравнению со сварочными работами, подрядными организациями экономятся значительные средства на оборудовании, квалификации рабочих, обеспечении безопасности, а также снижается время монтажа.

Рассматриваемая технология имеет ряд достоинств в сравнении с используемыми методами монтажа в отечественном производстве. Вместе с тем, вопрос надежности и безопасности эксплуатации пресс-фитингов требует дополнительного наблюдения в связи с новизной данной технологии и условиями работы централизованных систем тепло- и водоснабжения.

Библиографический список

1. ГОСТ 3262-75. «Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия.» М.: 01.01.1977
2. ГОСТ 16037-80. «Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры» М.: 01.07.1981
3. Сайт компании Viega. [Электронный ресурс] – <https://www.viega.ru>, Режим доступа – свободный.
4. Сайт компании Сансвар. [Электронный ресурс] – <http://www.sansvar.ru/megapress.htm>, Режим доступа – свободный.
5. Информационный сайт [Электронный ресурс] – <https://profil-instrument.ru/viega-megapress.html>, Режим доступа – свободный.
6. Информационный сайт [Электронный ресурс] – <http://strport.ru/instrumenty/sposoby-soedineniya-trub-pri-montazhe-truboprovoda>, Режим доступа – свободный.
7. Информационный сайт [Электронный ресурс] – <http://trubamaster.ru/vodoprovodnye/truby-vodoprovodnye-gost.html>, Режим доступа – свободный.

МЯГКИЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ В ТЕНТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ, ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

*Хадеев А.П., студент 2 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Стригин Б.С., доц., к.т.н.*

«Ничто в Риме, даже гладиаторский бой, не удивляло так сильно, как гигантский тент, натянутый над Колизеем». Эти слова еще в первом веке нашей эры произнес древнеримский писатель Плиний Старший. Как видно, история мягких ограждающих конструкций и тентовых сооружений не так уж и молода. Важной вехой современного развития таких сооружений стал рубеж XX-XXI вв. В этот период Ф. Отто начал создавать тентовые и мембранные сооружения, в то же самое время данное направление развивалось специалистами МИСИ им. В.В. Куйбышева (ныне НИУ МГСУ) [1].

Популярность тентовых сооружений обуславливается их неоспоримыми достоинствами (легкость, мобильность), возможностью придания нетрадиционных форм и соответствием современным экономическим тенденциям. Стоит отметить, что отечественная и зарубежная практики в этой сфере имеют ряд различий. Их рассмотрение предоставляет возможность судить о настоящем и будущем мягких ограждающих конструкций в тентовых сооружениях в России [2].

На основании анализа истории и современного опыта выделяются следующие области применения тентовых: пневматических, вантовых и мембранных конструкций:

- Аграрная промышленность и сельское хозяйство (минифермы, склады и ангары для хранения и обслуживания техники и продукции).
- Тентовые укрытия для буровых установок, палатки для сварочных работ, универсальные и большепролетные быстровозводимые тентовые укрытия.
- Навесы автостоянок, аэропортов и посадочных платформ, паркинги, автомойки.
- Склады для хранения материалов и продукции, ангары для обслуживания и хранения техники и оборудования, авиаангары.
- Навесы летних кафе, кинотеатров, танцплощадок, выставочных комплексов, автостоянок; входные группы, арены различного назначения.
- Сцены сборно-разборные и стационарные для культурно-массовых мероприятий, помосты сцен.
- Теневые навесы, а также готовые беседки и веранды для площадок детских садов.
- Покрытия цирков (цирки-шапито).
- Спортивные сооружения: спортивные площадки, укрытия трибун, конноспортивные манежи, физкультурно-оздоровительные комплексы.

По конструктивному признаку можно выделить следующие основные типы сооружений с использованием МО:

1. Тентовые покрытия – МО, устойчивость которых обеспечивается выбором поверхности отрицательной гауссовой кривизны; отличаются от вантовых систем отсутствием несущих тросов (ванты могут располагаться только по краям МО).

2. Вантово-тентовые покрытия – МО одинарной или двойкой кривизны, усиленная дополнительной системой тросов (вант). МО выполняет несущие и ограждающие функции.

3. Вантовые покрытия система тросов (вант), ячейки которой заполнены МО. МО выполняет ограждающую функцию.

4. Пневматические конструкции – замкнутые МО, устойчивость которых достигается избыточным давлением воздуха. Такие конструкции бывают воздуонесомые (надувные) и воздухоопорные (оболочка” лежит” на воздухе) [3].

Отечественный опыт

Одними из первых сооружений, в которых нашли применения тентовые покрытия в СССР, были цирки-шапито. Например, цирк в Ленинграде на 2000 мест, цирк-шапито в парке Горького на 1200 мест. Последний был разработан сотрудниками МИСИ.



Рис. 1. Цирк-шапито в парке Горького, проект разработан сотрудниками МИСИ им. В.В. Куйбышева к Олимпиаде-80.

Другим выдающимся проектом постсоветского периода является общественный центр в историко-культурном комплексе «Булгар» на р. Волге, состоящий из 22 шатров. Комплекс был выполнен сотрудниками МГСУ совместно с КГСУ по заданию правительства Татарстана. Архитектор Сладков Валентин Александрович, главный инженер Стригин Борис Сергеевич.

Большой вклад в развитие мягких ограждающих конструкций в тентовых сооружениях был внесен исследованиями сотрудником МИСИ-МГСУ Стригиным Б.С., проведенными в международном туристическом лагере



Рис. 2. Многофункциональный общественный центр

«Волга» на базе многофункционального общественного центра под пространственно-стержневым куполом с тентовым ограждением на комплексе моделей разного масштаба совместно с натурой (рис. 2). Общественный многофункциональный центр успешно сочетал в себе столовую, ресторан, бар, киноконцертный зал и танцевальную площадку на 1000 человек. Он является наглядным доказательством того, что

тентовые конструкции являются оптимальным решением для гражданских зданий и сооружений культурно-развлекательного назначения.

В современном обществе мягкие ограждающие конструкции находят широкое применение при изготовлении ангаров, спортивных сооружений, заведений общественного питания, а также для решения индивидуальных проектных задач. Примерами являются летнее кафе у здания исторического музея в Москве, стоявшее на Красной площади (оно было спроектировано выпускником МИСИ-МГСУ В.В. Ермоловым) и тентовое укрытие на деревянном каркасе над строящимся зданием.



Рис. 3. Тентовое укрытие на деревянном каркасе над строящимся зданием.

Зарубежный опыт

Тентовые сооружения – направление в архитектуре, активно развиваемое зарубежными специалистами на протяжении нескольких десятков лет. Накопленный ими опыт в использовании различных МО и конструктивных решений может послужить основой для развития ниши тентовых сооружений в России. На первых этапах развития тентовых конструкций наблюдалось сходство в применяемых материалах и типах сооружений, но за счет использования более высокотехнологических методов производства и возведения, например, лазерного раскроя, достигалось повышения качества мягких ограждающих конструкций.

В современной мировой практике сооружения из МО, обладающие необычными, а зачастую и уникальными формами, перекрывающие огром-

ные пространства, сегодня уже нельзя рассматривать как сугубо инженерные объекты. Развитие тентовых материалов позволило придать этим конструкциям выразительность и причудливость форм наряду с легкостью и высокой прочностью несущих конструкций. Цветовое оформление, светопрозрачность и многообразие вариаций искусственного освещения заставили по-новому взглянуть на современную архитектуру с точки зрения выразительности и формообразования конструкций. Яркими примерами тому являются тентовые сооружения в Японии [4].

Со временем мягкие ограждающие конструкции нашли применение в масштабных объектах национального и международного значения. Так, в 1981 году в г. Джидда, Саудовская Аравия, был открыт аэропорт Король Абдул-Азиз, в котором были применены инновационные конструктивные решения. Несущие функции выполняют железобетонные пилоны высотой 50 м, между которыми натянуты конусообразные оболочки, (PTFE, «тефлон») 45 на 45 м. Верхняя и нижняя отметки оболочки 45 м и 30 м соответственно. Основным функциональным назначением оболочки является укрытие от солнечной радиации и создание оптимального микроклимата за счет естественной аэрации, создаваемой перепадом температур на поверхности оболочки и под ней (30°C), что позволило существенно снизить эксплуатационные затраты. Гарантийный срок службы покрытия – 50 лет.



Рис. 4. Аэропорт, г. Джидда

Проведенный краткий обзор дает возможность заключить, что тентовые сооружения обладают огромным потенциалом для достижения уникальных выразительных форм и решения различных архитектурных задач. При этом необходимо использование сложных конструктивных систем, сложнейшая разработка узлов и креплений, постоянные поиски, исследования и создание материалов МО, что, с одной стороны тормозит развитие этого направления в России, а с другой создает обширную сферу для исследований молодыми специалистами, а значит, анализируя опыт зарубежных коллег и развивая отечественные разработки в сфере тентовых конструкций, специалисты в ближайшем будущем смогут вывести тентовые сооружения в России на уровень нового международного стандарта, открыв тем самым огромный простор для творчества и воплощения самых смелых идей.

Библиографический список

1. Макогон А.С., Куликов Г.В., Казьмина А.И. Тентовая архитектура: вчера, сегодня, завтра // Актуальные проблемы архитектуры, строительства и энергосбережения. Сб. науч. трудов – Симферополь: НАПКС, 2012. – №24 – С. 59-64.

2. Блинов Ю.И. Тентовые конструкции // Новое в жизни, науке и технике». Сер. «Строительство и архитектура». 1985. №8.
3. Хайруллин А.А. Тентовые конструкции, современный этап развития взгляд из центральной России // Камская государственная инженерно-экономическая академия (КамПИ). 2007. №2.
4. Отто Ф., Шлейер Ф.К. Тентовые и вантовые строительные конструкции / Пер. с нем. Гогешвили А.А. – М.: Стройиздат, 1970.
5. Скопенко В.А. Тентовая архитектура: вчера, сегодня, завтра // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2010. №1. С. 30-36.
6. Отто Ф., Тростель Р. Пневматические строительные конструкции. Конструирование и расчет сооружений из тросов, сеток, мембран / Пер. с нем. Гогешвили А.А. – М.: Стройиздат, 1967.
7. Рюле Г. Пространственные покрытия (конструкции и методы возведения) в двух томах. Том II. Металл, пластмассы, керамика, дерево» / Пер. с нем. С.Б. Ермолова. – М.: Стройиздат, 1974.

ПРИМЕНЕНИЕ КРАНОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

*Харламова А.Р., студентка 1 курса магистратуры ИИЭСМ
Научный руководитель – Касьянов В.Ф., проф., д.т.н.*

Для простоты и удобства перемещения грузов на каждой строительной площадке применяют подъемные краны строительного назначения. Подъемные строительные краны имеют самые различные конструкции, отличные как по возможностям транспортировки и способам управления, так и по грузоподъемности и функционалу [7].

В связи с тем, что развитие строительства увеличивается, необходимо качественное оборудование, в том числе крановое с высокой работоспособностью, безопасностью и минимальными затратами.

Башенный кран – поворотный кран стрелового типа со стрелой, закреплённой в верхней части вертикально расположенной башни [1].

Любой башенный кран состоит из следующих частей:

- 1) Башня
- 2) Рабочая стрела
- 3) Опорная часть
- 4) Опорно-поворотное устройство
- 5) Кабина управления.

Для выполнения основных операций, кран оснащается соответствующими механизмами: лебёдками, блоками и полиспастами.

Башенные краны отечественного производства отличаются большим запасом прочности по сравнению с зарубежными аналогами и более приспособлены к климатическим условиям нашей страны (большинство зарубежных кранов допускаются к работе до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, в то время как допуск российских кранов равен $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Это связано с тем, что наши ГОСТы гораздо жестче по некоторым пунктам, чем европейские стандарты. Стоимость отечественной техники значительно дешевле зарубежной. Однако современные технологии строительства предъявляют к башенным кранам новые требования, выполнить которые в полном объеме позволяет только импортная техника. Характеристики современных башенных кранов представлены на рис. 1.

За последние несколько лет доля производимых в России башенных кранов в совокупном объеме с импортом увеличивалась, к 2012 году достигнув 30,5 %. В 2015 году она почти сравнялась с долей импорта, составив 44%. В целом производство башенных кранов по данным за январь-август текущего года сократилось на 75%.

В нашей стране их выпуск сегодня сосредоточен в трех компаниях: ООО «Литейно-механический завод» (лидер рынка), «Ржевский краностроительный завод» и ОАО «Строймашина».

В импортном сегменте сокращение поставок составило 81,5%. При этом прошлогодний лидер рынка Potain по итогам рассматриваемого пери-

ода занял только 10 место с двумя импортированными башенными кранами. На ведущие позиции в 2015 году вышли Liebherr и Dongjiang.

Грузоподъемность, т:	5—25 (до 75)
Вылет, м:	25—40 (до 80)
Высота подъема, м:	до 90 для передвижных (до 150—220 — для приставных) ^[26]
Скорости:	
подъема груза, м/мин:	2—200
вращения, об/мин:	0,2—1,0
передвижения крана, м/мин:	10—30

Рис. 1. Характеристики башенных кранов.

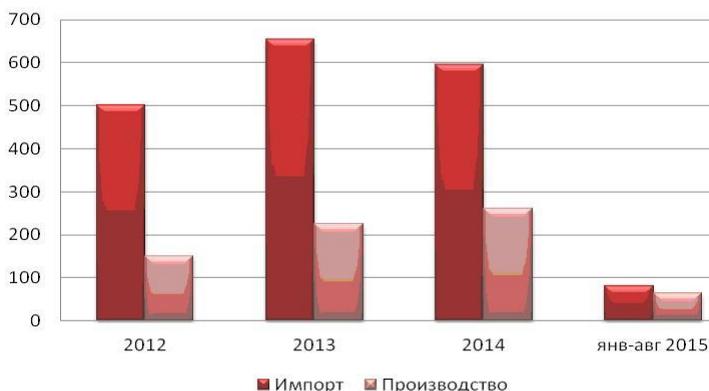


Рис. 2. Сравнительная динамика импорта и производства башенных кранов в России в январе 2012 – августе 2015 г, шт.

Сравнение российских и зарубежных башенных кранов

Российские производители башенных кранов

ОАО «Ржевский краностроительный завод». Это один из крупнейших отечественных производителей строительной техники. Среди наиболее знаменитых моделей завода – КБ-473 и КБ-474. Башенный кран КБ-473 обладает грузоподъемностью 8 тонн и, как правило, используется в строительстве монолитных железобетонных сооружений повышенной этажности (до 162 метров) [3]. Данная техника имеет неполноповоротную башню и полноповоротную стрелу балочного типа с вылетом 35–50 метров. Башенный кран КБ-474 считается самой высокой моделью отечественного производства. Данный башенный кран предназначен для выполнения работ при возведении зданий повышенной этажности с массой монтируемых элементов до 8 тонн.

ЗАО «Машстройиндустрия». Это молодая компания, которая объединила 6 заводов по производству техники и оборудования. Среди наиболее популярных моделей – башенный кран на рельсовом ходу КБ-515. Он обладает грузоподъемностью 10 тонн и вылетом стрелы до 50 метров. Такая техника может поднять грузы на высоту до 96 метров. Компания также предлагает модель КБ-415-07 для выполнения работ нулевого цикла. Глубина опускания груза достигает 5 метров, поэтому такой кран можно использовать при котлованных работах.

Кроме отмеченных производителей башенных кранов на рынке также присутствует продукция таких компаний, как ОАО «Ухтинский механический завод» (модели КБ-411, КБ-504.08, КССМ-401УХЛ), ЗАО «Русский крановый завод» (модели РБК-5.60, КБ-415, КБ-404.4, КБ-411-04 и КБ-411-05), ОАО «Санкт-Петербургский механический завод» (модель КБ-503Б) [5].

Башенные краны типа КБ-504 выпускаются в различных исполнениях, отличающихся высотой подъема и длиной стрелы. Краны могут работать и с пониженной высотой башни за счет удаления ряда секций башни при сохранении остальных параметров (грузового момента, грузоподъемности и вылета), при этом кран может эксплуатироваться в условиях повышенных ветровых нагрузок, указанных в эксплуатационной документации.

Зарубежные производители башенных кранов

Liebherr. Это немецкая компания, которая предлагает 7 серий башенных кранов. Все они имеют разное назначение и технические характеристики, в их число также входят краны с дистанционным управлением.

Описание и технические характеристики башенного крана Liebherr 125 HC-L 6/12 Litronic.

Эти подъемные краны были разработаны для использования на особенно высоких зданиях – или на чрезвычайно ограниченной рабочей площадке.

Кран типоряда HC-L имеет возможность вращения стрелы с грузом на 360° при радиусе поворота 8 м. Благодаря малому радиусу поворота положению стрелы под углом от 15° до 70° даже во внерабочем состоянии эти краны имеют преимущество при их использовании на ограниченных строительных площадках с одновременной работой нескольких кранов и пересекающимися рабочими зонами поворота.

Данные краны способны преодолевать любое препятствие и вращаться на 360° под нагрузкой. Благодаря малому радиусу поворота и возможности регулировки крутизны стрелы от 15° до 70° как в рабочем, так и в нерабочем состоянии, краны обладают рядом преимуществ при их использовании на узких участках строительства наряду с другими кранами.

Potain. Это французская компания, которая представлена на российском рынке кранами двух серий. В них входят фундаментные высотные краны серии MD, предназначенные для выполнения работ в пересекающихся рабочих секторах, и компактные гидравлические самомонтирующи-

еся краны серии HD, используемые для манипуляций в стесненных условиях. Грузоподъемность предлагаемой техники составляет от 6 до 12 тонн, высота – 75 метров (с пристежкой к зданию – более 200 метров), вылет стрелы – 60 метров.

Башенный кран MC 235 В производителя Potain. Строительные единицы этого вида предназначены для возведения любого сооружения, срок строительства которого достаточно долгий. Скорость подъема груза за одну минуту может достигать 122000 мм. При этом незначительные изменения в массе никак не отражаются на эффективности проведения высотных работ.

Comedil TEREX. На российском рынке данная компания представляет свою последнюю модель башенного крана – СТТ Flat Top. Она завоевала популярность среди американских и европейских строительных компаний. Компания предлагает 21 модификацию данной модели кранов, поэтому она подходит для решения целого ряда задач при возведении зданий. Грузоподъемность такой техники зависит от модификации и колеблется в диапазоне от 2,5 до 40 тонн. Высота крана составляет 18–106 метров (с пристежкой к зданию – до 285 метров), а вылет стрелы – 41–85 метров.

Кроме указанных компаний, на российском рынке также представлена продукция таких зарубежных производителей, как HHI, Ogawa, Jaso, PPM, Linden-Comansa, Raimondi и Zeppelin.



Рис. 3. Структура рынка башенных кранов, конец 2016 г. - начало 2017 г.

При выборе крана нужно учитывать:

1. высоту здания;
 2. условия строительства (наличие грунтов, обладающих особыми свойствами и т.д.);
 3. место строительства (дороги, транспортные пути, площадка и т.д.).
- Так же следует отметить, что:

1. Выбор башенного крана производится из условия обеспечения монтажа сборных элементов и подъема материалов для кладки. Требуемые

параметры крана, такие как грузоподъемность, вылет стрелы и высота подъема крюка, определяются из массы самого тяжелого элемента или груза вместе со средствами строповки, максимально необходимой высоты подъема и с учетом возможности подачи материалов и конструкций на наиболее удаленные рабочие места [6].

2. На сегодняшний день на строительных площадках встречаются краны разных производителей, имеющие большую грузоподъемность и мобильность, требующие малых сроков монтажа и демонтажа.

3. Перспективы развития производства башенных кранов весьма высокие. Строительство растет, рынок недвижимости развивается, а вместе с ним увеличивается и потребность в надежных и экономичных башенных кранах.

Библиографический список

1. Бадагуев Б.Т. Грузоподъемные краны. Безопасность при эксплуатации. – Санкт-Петербург, Альфа-Пресс, 2013. – 448 с.
2. Кирнев А.Д., Несветаев Г.В. Строительные краны и грузоподъемные механизмы. Справочник. – Санкт-Петербург, Феникс, 2013. – 672 с.
3. [Электронный ресурс] <http://www.kranovshik.com.ua/> – специализированный портал о подъемных кранах, режим доступа: свободный.
4. [Электронный ресурс] https://ru.wikipedia.org/wiki/башенный_кран - - ПАО Википедия, режим доступа: свободный.
5. Невзоров Л.А., Полосин М.Д. Краны башенные и автомобильные: учебное пособие. – М., Изд-во АКАДЕМ, 2013.
6. Кудрявцев Е.М., Степанов М.А. Строительные краны. Часть 1. Башенные краны. – М., 2016. – 330 с.
7. Гост 13556-91 Краны башенные строительные. Общие технические условия.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ ПРИ УСИЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАМКАХ НАДСТРОЙКИ ЗДАНИЯ

*Черкас А.Д., студент 2 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

Наиболее распространенным способом реконструкции жилой застройки является надстройка здания. Надстройка – это повышение этажности здания или его частей. Такой вид реконструкции является наиболее эффективным, поскольку в результате него можно увеличить полезную площадь без расширения площади застройки. Решение об увеличении высоты зданий принимают, как правило, по градостроительным соображениям. Они сводятся к определению высоты надстройки по заданной этажности застройки, по обеспечению нормативных разрывов между смежными зданиями, плотности населения, проживающего на территории [1].

Надстройка зданий является наиболее эффективным приемом расширенного воспроизводства жилищного фонда, поскольку позволяет реализовать все запасы несущей способности конструкции здания. Именно поэтому надстройка была одним из основных приемов наращивания жилищного фонда крупных городов в 1920-30-е годы и в послевоенный период. Практический опыт реконструкции малоэтажных домов показывает, что успешная реализация проекта возможна только тогда, когда государственные интересы развития города совпадают с интересами проживающих в этих домах граждан [2]. По моему мнению, это возможно, когда для переселения граждан имеется ресурс площади (городской или стороннего инвестора) либо, когда преимущества, градостроительные, социальные и экономические достоинства проекта реконструкции обеспечивают возможность согласования вопросов строительства всеми собственниками квартир жилого дома. Таким примером может являться проект реконструкции жилого двухэтажного дома с мансардой с надстройкой здания без отселения жителей. Данный проект предусматривает надстройку на три этажа с применением инновационного армирования композитной арматурой плит перекрытия, а также изменением цветового решения фасада и улучшением архитектурной составляющей фасада здания [3].

В настоящее время проведение подобных работ по реконструкции зданий позволяет обратиться к инновационному материалу, такому как стеклопластиковая композитная арматура [4]. Целью данной работы является рассмотрение применения композитной арматуры при армировании плиты перекрытия в целях надстройки трех этажей. Первоначальный вид здания до реконструкции представлено на рис. 1.



Рис. 1. Вид до реконструкции

Для подтверждения эффективности и значимости данного проекта надстройки будут приведены следующие исследования:

- сравнительный анализ рассматриваемого инновационного материала и традиционной металлической арматуры;
- расчет пролета плиты перекрытия и подбор сечения, как металлической арматуры, так и стеклопластиковой;
- экономическое обоснование целесообразности выбора композитной арматуры при армировании плиты перекрытия для надстройки дополнительных этажей здания.

При выполнении армирования бетонных плит перекрытия применяются как традиционная стальная арматура, так и современные композитные материалы [5]. Расчет композитной арматуры при армировании плит позволяет подобрать прутки/стержни с оптимальным диаметром и размер шага при укладке материалов [6]. В качестве исходных данных принимались следующие значения:

- 3-х секционное здание жилого дома имеет Г-образную форму в плане с габаритными размерами в осях «А-У» – 46,93 м, в осях «1-16» – 41,64 м с шагом поперечных стен не более 3-х метров

- Толщина плиты перекрытия – 160 мм
- Рабочая высота сечения перекрытия:
со стальной арматурой – $h = 13 \text{ см}^2$
с арматурой из стеклопластика – $h = 14 \text{ см}^2$
- Материал конструкций – бетон марки В 20
- Класс стальной арматуры – А-500С,
 $R_s = 4500 \text{ кг/см}^2$, $E_a = 2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$
- Класс арматуры: арматура стеклопластиковая,
 $R_s = 12000 \text{ кг/см}^2$, $E_a = 5,5 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$

Обладая многими положительными эксплуатационными свойствами, композитная арматура во многих сферах вытеснила стальную арматуру. В настоящее время композитная арматура используется в межэтажных перекрытиях в индивидуальном строительстве и при проектировании многоэтажных домов [7]. В результате расчета плиты перекрытия по деформациям на прогиб рассматривалась стальная арматура и композитная. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение вариантов армирования

Класс арматуры	Диаметр арматуры	Шаг арматуры	As	Прогиб, см	Предельный прогиб, см
A-500C	8	200	2,51	1,27	1,5
Композитная стеклопластиковая арматура	14	200	7,69	1,29	
	10	100	7,86	1,30	
	8	100	5,05	2,00	

Для безопасной эксплуатации зданий/сооружений с этажностью не больше 3 этажей рекомендуется использовать композитную арматуру с сечением 14, 12 и 10 мм. Более тонкая арматура с диаметром 8 мм не может быть использована в процессе армирования, так как не создает оптимальный уровень жесткости бетонных изделий – предельный прогиб превышает допустимые нормы.

Здание, выбранное для проекта надстройки, имеет достаточно высокий запас несущей способности, что позволяет осуществить надстройку несколькими этажами.



Рис. 2. Вид после надстройки 3-х этажей.

Расчеты были проведены на основании нормативной базы, а именно СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования. Необходимо отметить, что в ряде случаев требуется усиление фундаментов, что в целом несущественно повышает себестоимость дополнительных площадей. Однако для данного случая это не требуется. В качестве доказательства несущей способности фундаментной плиты с учетом надстройки трех этажей приводится сбор нагрузок и расчет имеющейся фундаментной плиты. Также применение композитной арматуры обусловлено экономической эффективностью, а именно экономией на транспортировке материала, хранении, исключение использования габаритной техники, длинномера, общая легкость материалов [8].

Библиографический список

1. Ата Эль Карим Шоеаб Солиман. Рациональное использование стеклопластика для усиления элементов бетонных и железобетонных конструкций. Дисс. канд. техн. наук. – Белгород, 2005 – 144 с.
2. Польской П.П., Хишмах М., Михуб А. О влиянии стеклопластиковой арматуры на прочность нормальных сечений изгибаемых элементов из тяжелого бетона // Инженерный вестник Дона. 2012. Т. 23. № 4-2 (23). С. 159.
3. Лешкевич О.Н. Перспективы применения композитной арматуры // РУП «Институт БелНИИС». 2011. №9. С. 9-13.
4. Григорьева Я.Е. Современные проблемы применения композиционных материалов для усиления железобетонных конструкций в России // Молодой ученый. 2012. № 8. С. 23-25.
5. Римшин В.И., Меркулов С.И. О нормировании характеристик стержневой неметаллической арматуры // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №5. С. 22-26.
6. Лешкевич О.Н. Перспективы применения композитной арматуры //РУП «Институт БелНИИС» №9, 2011-9-13 с.
7. Римшин В.И., Кустикова Ю.О. Теоретические основы расчета сцепления стеклобазальтопластиковой арматуры с бетоном // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2009. №2 – 22. С. 29-33.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНЪЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ФУНДАМЕНТА

*Шамин П.А., студент 2 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

Гидроизоляция подземных несущих конструкций зданий является важнейшей защитой их от негативного воздействия влаги и сохранения долговечности и несущей способности всего здания.

Традиционные методы гидроизоляции заглубленных сооружений представлены в основном битумной оклеечной и обмазочной, а также оклеечными эластомерами и термопластами и полимерцементными составами, создающими поверхностный барьер от проникновения влаги внутрь конструкций.

В данных методах не решаются проблемы фактического устранения избыточной влаги из самого конструктива фундамента при наличии дефектов в виде трещин, раскрытии швов и пустот.

Соответственно, гарантийный срок службы объекта, при наличии постоянной влаги в швах и трещинах фундамента, значительно сокращается.

В настоящее время одним из наиболее эффективных методов гидроизоляции бетона заглубленных сооружений считается инъектирование составов на основе пенополиуретана в швы строительных конструкций. Этот способ появился совсем недавно, но, тем не менее, большинство экспертов уверенно считают его лучшим методом изоляции подземных конструкции зданий и сооружений от воздействия воды.

В сравнении с другими методами инъекционная гидроизоляция обладает целым рядом значительных преимуществ:

- экономия при проведении ремонтных и строительных работ;
- изоляцию можно ремонтировать на локальных участках;
- объем работ минимален как по времени, так и по средствам;
- нет потребности в остановке работы объекта в процессе инъектирования бетона;
- нет необходимости в земляных работах (разработке грунта вокруг фундаментов).

Принцип действия этого метода основан на принудительном нагнетании специальными насосами жидких полиуретановых составов в швы и трещины бетона, создавая внутренний замкнуто-герметичный контур. При этом образующиеся нерастворимые химические соединения с закрытой системой пор увеличиваются в объеме до 30-40 раз, фактически вытесняя воду из самого тела конструкции вплоть до внешнего грунта, тем самым увеличивая гарантийный срок службы сооружения и решая проблемы с активными протечками влаги внутрь помещений. Инъекционная гидроизоляция применима и по бетону, и по кирпичной кладке.

Особенность инъекционной гидроизоляции заключается не только в глубоком проникновении введенных гидроизоляционных составов в мель-

чайшие трещины и пустоты конструкции, но и в устройстве мембраны – противофильтрационной завесы на границе конструкции с грунтом, которая препятствует прямому подсосыванию пористым бетоном или кирпичом влаги из грунта.

Востребовано так же направление по устранению активных протечек заграждающих конструкций типа «стена в грунте» на строительных площадках.

Преимущества полиуретановых инъекционных составов не только в создании эффективного барьера влаге внутри конструкций, но и сохраняющая эластичность самих составов внутри швов бетона, которая обеспечивает длительный герметичный эффект, в том числе на динамичных транспортных объектах.

Если этап объекта – новое строительство, инъекционная гидроизоляция бетона может выполняться параллельно основному циклу строительных работ.

Важно отметить, что инъектирование швов бетонирования чаще всего позволяет добиваться наиболее эффективного, видимого и оперативного ремонта бетона с минимально возможными затратами.

В работе рассмотрены основные инновационные составы для гидроизоляции методом инъектирования (табл. 1) и приведены их сравнительные характеристики (табл. 2).

Таблица 1

Инъекционные составы

Наименование категории материала	Название и марка материала
Полиуретановые смолы	Манопур, Apiflex S, CarboPur WX, RP-WORK II, CarboPur
Акрилатные гели	MasterInject, МанокрилГель, CarboCryl, RUBBERTITE, VARIOTITE
Эпоксидные смолы	МАНОПОКС, MasterInject
Бентонитовые пасты	НАТЛЕН

Был проведен расчет по трудовым затратам для ремонта отсечной гидроизоляции подземного сооружения традиционными оклеечными битумно-полимерными материалами и инъекционной технологией. Расчет показал, что трудоемкость работ снижается на 35% при обеспечении более надежной и долговечной гидрозащиты.

Сравнительный анализ смол MasterInject

Название и марка	Плотность, г/см ³	Вязкость, МПа·с	Температура нанесения, °С	Область применения
MasterInject 1330	1,03	220	+8 ... +35	Двухкомпонентная эластичная инъекционная смола на полиуретановой основе без растворителей. Смола отверждается в сухих и влажных условиях, образуя водонепроницаемый, плотный и эластичный материал. Для инъектирования смола MasterInject 1330 подходят однокомпонентные инъекционные насосы низкого и высокого давления.
MasterInject 1325	1,15	300	+5 ... +35	Двухкомпонентная низковязкая смола на полиуретановой основе, без растворителей. При контакте с водой быстро образует плотную жестко-эластичную пену с мелкопористой структурой. Смешанный материал предназначен для инъектирования посредством однокомпонентного насоса.
MasterInject 1380	1,2	270	+5 ... +35	Представляет собой двухкомпонентную низковязкую инъекционную смолу. Смешанный материал применяется для инъекции под низким или высоким давлением при помощи двухкомпонентных инъекционных насосов или подачи самотеком в трещины в бетоне, в том числе во влажных условиях и при контакте с водой.
MasterInject 1776	1,03	250	+5 ... +35	Трехкомпонентный низковязкий акрилатный состав на водной основе для инъектирования, без растворителей. Используется для инъектирования (под низким давлением) бетона, каменной и кирпичной кладки с целью устранения протечек через трещины и швы, для устройства отсечной гидроизоляции

Библиографический список

1. Шилин А.А. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. Учебное пособие. – М., 2003.
2. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».
3. СП 28.13330.2012 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии».
4. Сокова С.Д., Рослая Г.И. Технология и организация работ по ремонту конструкций зданий. – М., МГСУ, 2008. – 125 с.
5. Сокова С.Д. Технология ремонтно-строительных работ: Учебное пособие. – М., МГСУ, 2010. – 154 с.
6. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов.
7. СП 229.1325800.2014 Защита железобетонных конструкций.
8. ГОСТ 31384-2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования.

СЕКЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ ЖКК

РЕНОВАЦИЯ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Акопян Г.Л., магистр 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Касьянов В.Ф., проф., д.т.н.

Реновация – это обновление жилищного фонда (здания) путем его частичного или полного сноса и капитального жилищного строительства на высвобождаемой территории. Реновация включает в себя все виды ремонтов, реконструкцию и модернизацию зданий [1].

Многие ошибочно полагают, что реновация – понятие новое и современное, однако это не так. Мировая история имеет не малый опыт в данной сфере. Например, одной из первых считается программа реновации в Пекине [2]. Принята данная программа была в 1949 году, то есть китайская столица занимается вопросами реновации почти 70 лет. По состоянию на 1949 год 2/3 жилого фонда Пекина были признаны ветхими, еще 5% – структурно опасными. В течение первого десятилетия было реконструировано около 60% жилого фонда.

Работы по реновации жилого фонда не прекращаются и в настоящее время. Укрепляются существующие дома, их конструкции, дома делают сейсмоустойчивыми и энергоэффективными, улучшается водоснабжение. Есть и недостатки, иногда люди узнают о сносе здания всего за сутки, что очень неудобно и достаточно жестко, но, несмотря на это, уровень жизни людей в Пекине существенно улучшился, обновлена инфраструктура, а положительные результаты реновации видны невооруженным взглядом. На рис. 1 показан центральный район Пекина до реновации и в настоящее время.



Рис. 1. Район Пекина до программы реновации и в настоящее время

Достаточно интересный и масштабный опыт реновации был и в Германии. Реконструируемые дома здесь практически не сносятся, скорее, убирают верхние этажи, пристраивают балконы и лоджии, меняют фасад здания [3]. Пример реконструкции пятиэтажного здания в Германии показан на рис.2а.



а)



б)

Рис. 2 Реновация в Германии.

Безусловно, данный вариант реконструкции жилого здания крайне интересен для России, реконструируемые дома похожи на российские пятиэтажки. Однако реновация в подобном ключе в Москве просто невозможна, в связи с плотностью населения и нецелесообразностью подобных построек в столице. Подобный вариант возможен в менее заселенных городах Российской Федерации при условии высокой экономической эффективности. На рис.2б показан еще один пример реконструкции здания в Германии.

Реновация жилой застройки проводилась и во Франции, но, также как и в Германии, не всегда подразумевала снос здания. Застройка во Франции слишком плотная, поэтому разрушать фундаменты жилых домов было просто опасно для соседних построек, поэтому дом реставрировался без нарушения целостности и структуры.

Один из самых необычных методов реновации во Франции коснулся студенческого общежития Международного Университета [4], которое все-таки были вынуждены снести. Расселив студентов в другие корпуса, префектура округа отдала старое здание молодым художникам. На протяжении нескольких недель все желающие могли прийти в бывшее общежитие и оставить в нем частичку себя в виде граффити, картины или инсталляции. Здание пользовалось огромным успехом не только среди художников Па-

рижа, сюда съезжались таланты всей Франции. На некоторое время бывшее общежитие стало настоящим музеем современного искусства. Некоторые работы показаны на рис. 3.



Рис.3. Примеры работ современных художников в сносимом общежитии в Париже

Программа реновации жилой застройки не считается новой и в России. В Санкт-Петербурге такая программа была принята 6 мая 2008 года [5].

В реновации охвачено 9 районов, 22 квартала, 1073 дома. На месте старой малоэтажной застройки и аварийных зданий должны появиться новые высотные дома, а жители должны получить квартиры в тех же районах, с площадью квартир не меньше их прежнего жилья.

В программе реновации в Санкт-Петербурге участвуют такие компании как: «СПБ Реновация», которая приобрела право развития 22 кварталов и «Воин-В», преобразующий 2 квартала пятиэтажек в Ульянке. Работы должны были быть закончены в 2019 и 2018 году соответственно, но на данный период обязательства выполнены всего на 1.5% в связи с возникшим множеством проблем в осуществлении программы.

К 2017 году компании «Воин-В» и «СПБ Реновация» должны были возвести 8 млн. 440 тысячи квадратных метров жилья и передать городу более трёх миллионов для переселения жильцов из пятиэтажек. На деле передали около 7 тысяч квадратных метров, или 342 квартиры. Всего на июль 2017 года инвесторы ввели в эксплуатацию 11 домов. Строится ещё 16 домов на шести территориях. К 2019 возведут более 500 тыс. квадратов.

Среди проблем, с которыми столкнулась программа реновации в Петербурге можно выделить:

- Отсутствие свободного участка для строительства в пределах квартала
- Отсутствие структурированного плана реновации. Застройщик в первую очередь осваивает более выгодные кварталы.
- «Проблема последнего жильца» состоит в отказе одного жильца съехать из старой постройки. Как следствие – невозможность снести данное здание.
- Протесты жителей.

Учитывая данные проблемы, программа реновации в Санкт-Петербурге была пересмотрена в конце 2017 года. Сроки реализации программы продлили до 2029 года для «СПБ Реновация».

Наиболее актуальной и интересной темой считается реновация в Москве. Многие ошибочно полагают, что реновация в столице началась только в 2017 году, но на самом деле мероприятия по сносу пятиэтажного жилого фонда и строительство на освободившейся территории были разработаны еще в середине 1990-х годов. В мэрии Юрия Лужкова в период с 1990-2010 года был запланирован снос 1772 домов.

В период с 1999-2009 года постановление Юрия Лужкова, получившее название «О задачах комплексной реконструкции районов пятиэтажной застройки первого периода индустриального домостроения до 2010 года», осуществлялось довольно успешно и было выполнено на 70%, но, к сожалению, замедлилось на фоне финансово-экономического кризиса 2008-2010 годов. В итоге, данное постановление затянулось надолго, было практически выполнено только к февралю 2017 года. Инфографика сноса пятиэтажных домов по данной программе по состоянию на 04 октября 2017 года приведена на рис. 4.



Рис. 4. Инфографика сноса пятиэтажных домов в городе Москве до 04.10.2017 г.

Новая программа реновации жилой застройки в городе Москве была принята в феврале 2017 года уже при новом мэре – Сергее Семеновиче Со-

бянине [6]. Данная программа является в какой-то степени продолжением ранее рассмотренной, но усовершенствованной.

Новая программа реновации очень масштабна, по предварительным расчетам планы по строительству и переселению граждан стартовых площадок должен быть выполнен с 2017 по 2021 год. В целом программа реновации же рассчитана на 15-25 лет, однако эта цифра со временем, скорее всего, увеличится.

Насчитывается 236 стартовых площадок реновации, причем внимательно учтен и проанализирован предыдущий опыт.

В список на снос попали 4566 домов, причем решение о включении дома в программу реновации принималось не только Правительством Москвы, но и голосованием самих москвичей на портале «Активный Гражданин».

В новой программе реновации есть существенные плюсы:

- Жителей будут переселять в дома в том же районе, за исключением Зеленограда и Новой Москвы, где переселение будет происходить в пределах административного округа

- Собственников помещений, которые вошли в программу, освободили от уплаты взносов за капремонт

- Общая площадь получаемых квартир больше за счет просторной кухни, прихожей, коридора, ванной и туалета. В целом, квартира будет равнозначна снесенной, но более комфортабельной.

- Дома, построенные в рамках реновации, будут отвечать всем современным требованиям, будут энергоэффективными, выразительными, комфортными для проживания граждан с ограниченными возможностями. В новых домах на первых этажах будут находиться нежилые помещения, а двор будет закрытым.

- Для безопасности в новых постройках предусмотрены камеры видеонаблюдения в подъезде, домофоны, системы дымоудаления, незадымляемые балконы и лоджии, эвакуационные лестницы.

- Входные двери будут металлическими, утепленными, с повышенной звукоизоляцией, а межкомнатные – деревянными с фурнитурой. Окна с двухкамерными стеклопакетами и москитной сеткой.

- Подземные парковки

- Формирование микроклимата и высадка деревьев во дворе.

Инфографика планируемых к сносу домов по новой программе представлена на рис. 5.

Планы по реновации жилого фонда в Москве действительно грандиозные и продуманные. При надлежащем исполнении этих планов в будущем мы увидим действительно хорошо обновленный город.

В марте 2018 года первые москвичи переехали в новые квартиры по программе реновации [7], более 150 семей получили новые квартиры и довольны новым жильем. Причем, при переезде и за работу грузчиков платить не приходилось, все осуществляет префектура.

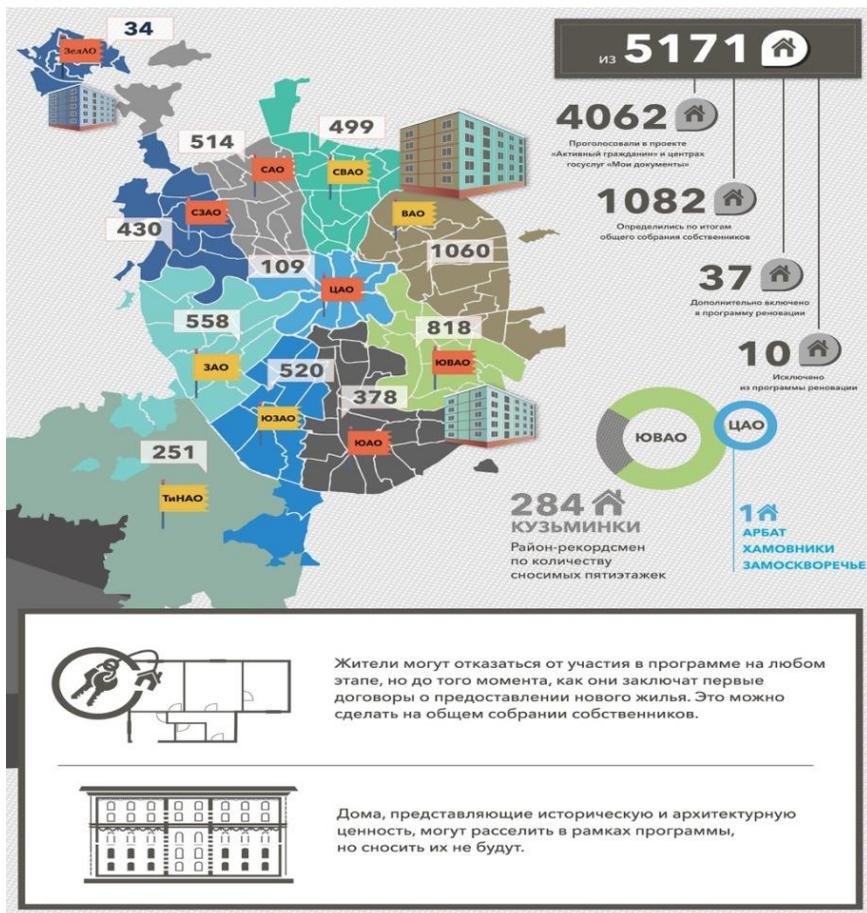


Рис.5. Дома, включенные в программу реновации в 2017 г.

Таким образом, программа реновации была во многих городах и странах, где-то более масштабной, где-то менее. В Москве же реновация является самой актуальной и своевременной. Безусловно, в ней необходимо учитывать весь ранее приобретенный опыт, все проблемы, которые возникали ранее при выполнении подобных работ. Теоретически программу реновации в Москве можно сравнить с реновацией в Пекине, которая прошла достаточно тяжело, но, безусловно, имела положительные результаты, видимые невооруженным взглядом. Помимо прочего, программа реновации в Москве экономически более эффективна, нежели реконструкция или капитальный ремонт, кроме того, сносимые здания не подходят и для современного облика города, а также не отвечают современным требованиям эффективности и безопасности.

Библиографический список.

1. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов – М., 2005.
2. Сайт РБК [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/photoreport/11/05/2017/591320a29a79473d0140be51>, свободный
3. Сайт Реновация в Москве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mosrenovacia.ru/kak-prohodila-renovatsiya-v-germanii-i-belgii/>, свободный.
4. Сайт 24 МИР [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mir24.tv/articles/16255412/renovatsiya-po-francuzski>, свободный.
5. Закон №238-39 от 6 мая 2008г по программе «Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге».
6. Портал Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://stroim.mos.ru/>, свободный.
7. Сайт InvaTV [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://inva.tv/video-pro-invalidov-invatv/tv-video/13329-renovatsiya-v-dejstvii-pervye-moskvichi-pereekhali-v-novye-kvartiry>, свободный.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОСНАЩЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Безуглый А.В., студент 4 курса бакалавриата 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

В современных условиях развитие строительной отрасли характеризуется преимущественным возведением многофункциональных комплексов, включающих совокупность как жилых, так и коммерческих объектов недвижимости или отдельных помещений в рамках одного объекта. Необходимость повышения энергоэффективности и снижения затрат на эксплуатацию многофункциональных комплексов требует поиска путей модернизации инженерного оснащения данных объектов. При этом основной проблемой остается организация систем теплоснабжения, где более 80% трубопроводов тепловых сетей превысило срок безаварийной службы, а около 30% находятся в аварийном состоянии [1]. Принятие решений по модернизации инженерного оснащения, в частности систем теплоснабжения, требует предварительного технико-экономического анализа и выбора наиболее эффективного варианта модернизации.

В этой связи актуальным является исследование возможных направлений модернизации инженерного оснащения, в частности систем теплоснабжения, а также обобщение способов технико-экономической оценки вариантов модернизации. Целью исследования являлась систематизация способов модернизации систем теплоснабжения многофункциональных комплексов и критериев оценки их эффективности. Достижение цели осуществлялось путем решения задач: установления преимуществ и проблем возведения и эксплуатации многофункциональных комплексов; выявления необходимости модернизации тепловых сетей; обобщения способов повышения эффективности систем теплоснабжения; систематизации показателей оценки эффективности проектов модернизации.

Традиционно недвижимость многофункционального комплекса сочетает жилые и различные коммерческие (торговые, офисные, развлекательные) функции. Преимущества возведения и эксплуатации данных комплексов заключаются в рациональном использовании застраиваемых земельных участков; снижении материальных и финансовых затрат как в ходе строительства, так и в процессе управления комплексом, за счет объемов возведения и синергетического эффекта при эксплуатации многопрофильной недвижимости; возможности репрофилирования назначения помещений и объектов при изменении факторов внешней среды. Проблемы возведения многофункциональных комплексов заключаются в необходимости глубокого анализа рынка, оценки инвестиционной привлекательности и рисков проекта на стадии выбора концепции объекта и разграничения функциональных зон [2].

Для организации эффективной эксплуатации объектов требуется оптимизация затрат на управление и модернизацию инженерного оснащения и содержание объектов в надлежащем состоянии. В общем виде в качестве основных направлений решения проблемы повышения энергоэффективности многофункциональных комплексов можно выделить:

- модернизацию объемно-планировочных решений зданий;
- применение современных ограждающих энергоэффективных конструкций;
- увеличение энергоэффективности в системах теплоснабжения и инженерном оборудовании путем модернизации системы отопления, устройства индивидуального теплого пункта, установки приборов учета тепловой энергии, балансировки системы отопления;
- повышение энергоэффективности в системах горячего водоснабжения путем установки счетчиков учета расхода воды, наладки циркуляции в системе горячего водоснабжения;
- увеличение энергоэффективности в системах вентиляции путем установки регулируемых приточных устройств, перехода на механическую систему вентиляции, утилизации тепла;
- оптимальное применение естественного и искусственного освещения [3].

В данном исследовании проблемы обеспечения энергоэффективности многофункциональных комплексов рассматриваются преимущественно посредством анализа состояния систем теплоснабжения и возможностей их модернизации. Общие проблемы в системах теплоснабжения обусловлены существенной протяженностью теплосетей в сочетании с износом оборудования, что вызывает значительные теплотери. Следует отметить низкое качество технического обслуживания и несвоевременность ремонтов, проблемы тепловой изоляции и повреждений теплопроводов, сложности визуальной оценки состояния теплосетей в ходе их эксплуатации. В качестве основных причин отказов тепловых сетей можно выделить: технологические, связанные с качеством материала труб и особенностями их соединения; монтажные и ремонтные; эксплуатационные. Одной из причин также являются отказы в связи с отработкой ресурса посредством внешней атмосферной и внутренней коррозии [4]. Стратегические приоритеты, достижение которых необходимо для повышения эффективности процессов теплоснабжения, представлены на рисунке 1.

Модернизация системы отопления многофункциональных комплексов может включать комплекс мероприятий по замене устаревшего оборудования, замене однетрубной системы на двухтрубную, а также установку термостатических и балансировочных клапанов на стояках и отопительных приборах, которые обеспечивают необходимое количество теплоносителя по системе. Экономия тепловой энергии от произведенных работ составляет 10–30 кВт/м³ в год [6]. Кроме того, для повышения энергоэффективности многофункциональных комплексов при обеспечении потребителей тепловой энергией в виде горячей воды могут быть выбраны различные

тепловые источники: газовые или газовые конденсационные котлы; котлы на щепе; тепловые насосы на сбросной тепловой энергии канализационных стоков или промышленных предприятий; комбинированные тепловые насосы с газопоршневой когенерационной установкой; электродкотлы, в том числе с тепловым аккумулятором. Каждый вид источника тепловой энергии требует многофакторного анализа преимуществ и недостатков, где основой для выбора может выступать критерий минимизации суммарных затрат за период жизненного цикла теплового источника [7].

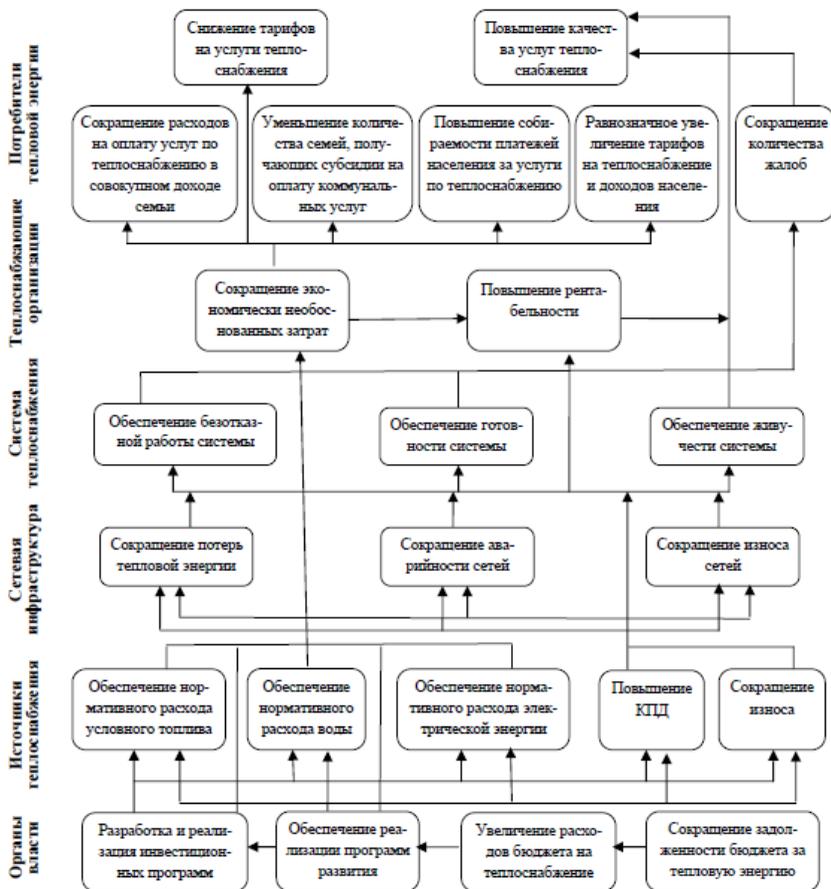


Рис. 1. Стратегические приоритеты в теплоснабжении [5]

Одним из способов модернизации системы теплоснабжения многофункционального комплекса является организация индивидуального теплового пункта с переходом на закрытую систему теплоснабжения. Так, уже с 1 января 2013 г. подключение вводимых объектов капитального

строительства к системам теплоснабжения производится только по закрытой схеме. Следовательно, переход к закрытому теплоснабжению для многофункциональных комплексов, введенных в эксплуатацию в более ранние периоды, обеспечит: значительное сокращение тепловых потерь; повышение периода эксплуатации трубопроводов и оборудования; снижение скорости старения отопительных приборов; улучшение качества предоставляемых коммунальных услуг; сокращение числа аварий на теплотрассах [8].

Перспективной является возможность использования нетрадиционных видов топлива в системах теплоснабжения. Так, ООО «ЕСТЕУ», реализовало ряд проектов с применением твердотопливных котлов с использованием биомассы природных материалов в качестве источников тепловой энергии (рисунок 2).



Рис. 2. Анализ себестоимости различных топлив [9]

Показано, что модернизация инженерного оснащения с переходом к твердотопливным котлам с использованием природных биоматериалов, таких как шелуха подсолнечника, пеллеты, щепка, гречневая и рисовая шелуха, торф, дрова, солома позволяют повысить энергоэффективность и снизить стоимость теплоснабжения многофункциональных комплексов.

Следует отметить энергетический и экономический потенциал перехода многофункциональных комплексов на использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечное излучение, течение природных источников, ветер, низкотемпературная энергия земли, воды и воздуха, геотермальная энергия, приливы, волны, разность солености морской и речной воды, разность температур на поверхности и в глубине морей и т.д. В таком случае речь идет о переходе к биоэнергоактивным комплексам на принципах совмещения конструктивных элементов зданий и энергетических установок, что позволяет снизить стоимость объекта на 25-35% [10].

В качестве отдельного направления модернизации систем теплоснабжения выступает автоматизация узлов управления с корректировкой действий системы в зависимости от изменений температурных параметров внешней среды и с программируемым снижением расхода теплоносителей в заданные периоды. Установлено, что автоматизация системы теплоснаб-

жения многофункциональных комплексов, кроме экономии отпускаемой тепловой энергии до 40%, позволяет координировать гидравлический режим, организовать управление насосами смешения, повысить эффективность транспортировки теплоносителя, оперативно перекрывать отдельный сток в случае аварии (утечки теплоносителя) и минимизировать затраты на сервисное обслуживание и настройку системы отопления. Одновременно с исключением перегревов и недогревов автоматизированные системы способствуют непрерывному мониторингу и анализу потребления тепловых ресурсов, что, с одной стороны, сокращает потери организаций-поставщиков, а с другой – значительно снижает затраты потребителей [11].

Интерес также представляет системный переход к пониженному температурному графику, который является неотъемлемой частью долгосрочной комплексной модернизации системы теплоснабжения и включает мероприятия по переводу теплосетей на независимые закрытые схемы с одновременной автоматизацией систем генерации, транспорта, потребления теплоэнергии, что в совокупности даёт положительный синергетический эффект [12]. Соответственно, существует достаточно широкий набор возможных направлений модернизации инженерного оснащения, в частности теплоснабжения многофункциональных комплексов. Принятие решений по каждому проекту модернизации должно осуществляться на основе анализа эффективности предполагаемых решений.

Традиционно, по видам произведенных затрат проекта модернизации и достигнутых результатов выделяют финансовую (коммерческую) эффективность – оценку затрат и результатов по ряду стандартных методик в стоимостной форме; бюджетную эффективность – последствия модернизации для бюджетов различных уровней; социальную и экологическую эффективность.

Основой технико-экономического анализа вариантов модернизации тепловых систем многофункциональных комплексов является коммерческая эффективность, для оценки которой, согласно ЮНИДО, используют статические и динамические методы. Оценка эффективности статическими методами по однопериодным модернизационным проектам основана на вычислении и анализе прибыли, издержек и доходности. В случае многопериодных проектов рассчитывают срок окупаемости, совокупный доход, учетную норму рентабельности инвестиций. В случае комплексной модернизации инженерного оснащения многофункционального комплекса наиболее важной является оценка срока окупаемости проекта, с учетом требуемых инвестиций, которая выступает характеристикой его ликвидности. Отсутствие учета временного фактора в расчетах является значительным недостатком статических методов. Учет временного фактора выполнения проекта модернизации происходит в динамических методах оценки эффективности, базирующихся на дисконтировании формирующихся при выполнении работ денежных потоков. При этом для расчета проекта модернизации должны быть известны денежные потоки на начало и конец периода и ставка дисконтирования [13].

Основными показателями, рассчитываемыми при оценке проектов модернизации, являются: чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс до-

ходности (ИД), внутренняя норма доходности (ВНД) и дисконтированный срок окупаемости инвестиций (ДСОИ). Показатель ЧДД за расчетный период отражает результат модернизации и вычисляется отношением совокупных результатов к совокупным затратам. Данный критерий наиболее подходит для оценки долгосрочных проектов модернизации, при этом, если $ЧДД < 0$ от проекта следует отказаться. ИД рассчитывают делением приведенных эффектов проекта модернизации на величину капиталовложений, что отражает среднегодовую рентабельность вложенных инвестиций. ИД взаимосвязан с ЧДД: положительное значение последнего означает, что $ИД > 1$. Соответственно, если $ИД > 1$ проект эффективен и наоборот. ВНД отображает интенсивность возврата затраченных за определенный период средств на модернизацию. Инвестиции в проект оправданны, если ВНД соответствует или превышает требуемую норму дохода на вложенный капитал. Данный показатель используется для ранжирования по рентабельности модернизационных проектов. ДСОИ отражает ликвидность и уровень риска проекта и служит основой для выбора проекта модернизации тепловых систем по минимальному сроку окупаемости [14].

Вместе с тем, перспективным направлением не только энергосбережения, но и обеспечения комфортного микроклимата в помещениях здания является перспективное планирование ремонтов и диспетчеризация здания [15]. В качестве критериев технико-экономической оценки модернизации с точки зрения качества эксплуатации могут выступать время существования неисправности, температура в помещении, затраты на выполнение ремонтных работ.

Таким образом, в настоящее время возведено и эксплуатируется значительное число многофункциональных комплексов, основной проблемой которых остается недостаточная энергоэффективность. Показано, что наибольшему износу и устареванию, приводящему к повышению расхода теплоносителей, подвержены системы теплоснабжения. В качестве модернизационных направлений повышения энергоэффективности теплосетей представлены как возможные конструктивные изменения, введение приборов контроля и учета расхода теплоносителей, использование эффективного оборудования, способы автоматизации работы тепловых систем, так и перспективные источники тепловой энергии. Модернизация инженерного оснащения должна сочетать принципы экологичности, экономичности и социальной значимости. Повышение энергоэффективности многофункциональных комплексов требует расчета экономических и финансовых показателей проектов модернизации для принятия наиболее рентабельных решений с минимальным сроком окупаемости инвестиций.

Библиографический список

1. Мустаев Д.В. Анализ причин повреждения трубопроводов тепловых сетей // Международный научно-практический журнал «Форум молодых ученых». 2017. № 8(12). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://forum-nauka.ru/domains_data/files/12/Mustaev%20D.V.ZAMENA.pdf (дата обращения 10.11.2017).

2. Садовская Т.И. Многофункциональные торговые комплексы // АВОК. 2003. №5. С. 12-24.
3. Дементьева М.Е. Многокритериальная оптимизация при выборе рационального решения утепления фасада в процессе планирования капитального ремонта зданий // Научное обозрение. 2016. №1. С. 8-12.
4. Гофман Ю.М. Характерные повреждения и дефекты на трубопроводах тепловых сетей // Технадзор. 2013. №1(84). С. 60-68.
5. Колыхаева Ю.А. Обоснование управленческих решений по организации теплоснабжения в жилищно-коммунальном комплексе: Автореф. дисс. канд. экон. наук: 08.00.05. Иркутск, 2013 – 24 с.
6. Дементьева М.Е. Перспективы планирования энергосбережения при эксплуатации объектов сложившейся застройки городов // Естественные и технические науки. 2014. №9-10(77). С. 390-391.
7. Никитин Е.Е. Повышение энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения: Дисс. докт. техн. наук: 05.14.01. Киев, 2015. 393 с.
8. ФЗ №190 от 27. 07. 2010 г. О теплоснабжении.
9. Фофонов Е. Техничко-экономические аспекты внедрения проектов замещения природного газа биомассой [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://uabio.org/img/files/news/pdf/uspp-23102014-ectey.pdf> (дата обращения 11.11.2017).
10. Попова М.В., Яшкова Т.Н. Методы повышения энергоэффективности зданий: Учебное пособие. – Владимир, Изд-во ВлГУ, 2014. – 111 с.
11. Козин С.В. Основные направления совершенствования теплоснабжения Республики Марий Эл // Вестник Чувашского университета. 2009. №1. С. 420-425.
12. Отчёт о выполнении НИР «Анализ практики применения пониженных температурных графиков ... и оценка перспектив использования в системах теплоснабжения...». ЗАО Инженерный центр «Энергетика города». – М., 2014. – 199 с.
13. Н.В. Титаренко. Анализ методических подходов к оценке экономической эффективности градостроительных решений // Архитектон: Известия вузов. 2015. № 50. С.4.
14. Обоснование инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений / Министерство строительства Российской Федерации. Государственное предприятие «ЦЕНТРИНВЕСТпроект». Практическое пособие. – М., 2002. – 106 с.
15. Дементьева М.Е., Вишневецкий А.Д. Анализ различных схем диспетчеризации многофункциональных комплексов // Вестник МГСУ. 2014. №2. С. 203-209.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЯ ТЦ ИКЕА

*Голубева Н.С., студентка 1 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Берлинов М.В., проф., д.т.н.*

Необходимость обследования оснований и фундаментов зданий и сооружений, как правило, возникает в ряде случаев, таких как: реконструкция объекта с заменой или усилением элементов, надстройкой этажей; строительство новых объектов вблизи существующих; возникновение характерных дефектов в конструкциях.

При реконструкции важнейшую роль играет обследование технического состояния зданий и сооружений, которое в свою очередь даёт действительную оценку технического состояния, как здания, так и отдельных его конструкций, а также выявляет причины преждевременного износа понижения их несущей способности.

Обследование фундаментов здания является комплексным анализом для выявления факторов, влияющих на состояние наземных конструкций. Так, в процессе обследования анализируются свойства грунтов, геометрия конструкций, прочность материалов и несущая способность фундаментов, а также состояние арматуры и гидроизоляции здания, а при наличии обследуют и подвал.

Как правило, обследование фундаментов проводится в 2 этапа. Первый этап включает в себя изучение проектно-технической документации, а также визуальный наружный осмотр исследуемого объекта. На втором этапе проводится детальное инструментальное исследование фундамента. При визуальном обследовании определяют характерные дефекты и деформации надземных конструкций, к которым можно отнести отклонения стен от горизонтали и вертикали, подтопления, промерзания, трещины, обнажение арматуры, неравномерную осадку, коррозию. По итогам визуального обследования составляется отчет с дефектной ведомостью конструкций, в которой указывается их положение и детальные характеристики.

При инструментальном обследовании вглубь основания прокладывают шурфы. Их количество зависит от цели обследования, а также от состояния объекта. Место отрывки шурфов обычно зависит от конструктивных особенностей здания, а также от видимых характерных дефектов надземных конструкций здания. Следует отметить, что метод обследования фундамента зависит от конструктивных особенностей [1]. Так, шурфы для ленточных фундаментов вскрывают по отвесной грани стены, а столбчатые «на угол», «на две стороны», «по периметру» – в зависимости от состояния участка здания (рис. 1).

Далее при необходимости из шурфов забираются лабораторные пробы грунта для исследования его физико-механических свойств, а затем проводят расчеты на несущую способность грунтов. Исследования физико-механических свойств бетона проводят неразрушающими методами: с по-

мощью ультразвукового исследования, отрыва со скалыванием, ударного импульса и т. п.

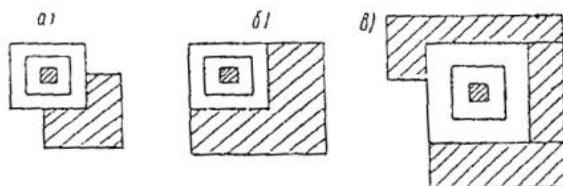


Рис. 1. Способы вскрытия столбчатых фундаментов:
а) «на угол»; б) «на две стороны»; в) «по периметру».

В результате инструментального обследования составляется дефектная ведомость, а также выдаётся итоговое заключение по результатам обследования с подробным описанием выявленных дефектов, выводами и рекомендациями по их устранению.

Для обследования фундаментов и грунтов основания в ТЦ ИКЕА выполнялась проходка шурфов у столбчатых фундаментов под колонны. Глубина проходки на 0,5 м ниже подошвы фундамента. Для обследования грунтов отобраны пробы грунта и проводились лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов. Визуальное обследование состояния фундаментов проводилось инструментально неразрушающими методами и определялась прочность материала фундамента.

Здание ТЦ ИКЕА представляет собой одно- и двухэтажное здание с третьим антресольным этажом и двумя подземными переходами. Размеры в плане составляют 216,5×93 м. Конструктивная схема здания – полный каркас с железобетонными колоннами. Ограждающие конструкции – легкие «сэндвич» панели, расположенные по всему внешнему периметру здания. Фундаменты столбчатые из монолитного железобетона на естественном основании.

Целью обследования является определение действительного технического состояния обследуемых частей здания и его элементов в связи с реконструкцией объекта.

Для определения размеров фундаментов и глубины заложения было произведено вскрытие шурфов в двух местах. Было применено вскрытие «на угол», т. к. проектная документация присутствовала.

Последовательность работ по проходке шурфов предоставляется следующим образом:

- устройство защитного тента вокруг шурфа (использование тепляка) для предотвращения негативных последствий проходки шурфов (грязь и пыль; рост показателей влажности) и для складирования демонтированной брусчатки, и извлеченного грунта;

- снятие брусчатки и вскрытие бетонной отмостки с использованием перфоратора;
- проходка шурфа на глубину 0,5 м ниже подошвы фундаментов;
- определение прочности материала фундамента неразрушающими методами;
- отбор проб грунтов основания;
- грунт и брусчатка складироваться в тепляке;
- засыпка шурфа с утрамбовкой грунта;
- восстановление бетонной отмостки;
- восстановление брусчатки;
- вывоз оставшегося грунта;
- демонтаж тепляка.

Вскрытие шурфов показало, что фундаменты под колонны выполнены столбчатыми монолитными железобетонными.

Вскрытие шурфа №1 показало, что фундамент выполнен из монолитного железобетона. Высота подколонника составила 750 мм, плитная часть столбчатого фундамента – 400 мм. Размер подошвы фундамента составил 1200 x 1200 мм. Глубина заложения фундамента составила 1,7 м от уровня поверхности земли.

Вскрытие шурфа №2 показало, что фундамент также выполнен из монолитного железобетона (рис. 2). Высота подколонника составила 750 мм, плитная часть столбчатого фундамента – 500 мм. Размер подошвы фундамента составил 1800 x 1800 мм. Глубина заложения фундамента составила 1,28 м от уровня поверхности земли (рис. 3). Откопка шурфов показала, что основанием фундаментов является естественное основание – суглинок от тугопластичного до полутвердого. По проектным данным класс бетона фундаментов – В25, по испытаниям составляет В25 для фундамента в осях 1/Р. По результатам обследования фундаментов во вскрытых шурфах и по результатам обследования несущих конструкций надземной части здания состояние фундаментов в соответствии с ГОСТ 31937-2011 оценивается как работоспособное.



Рис. 2. Шурф №2.

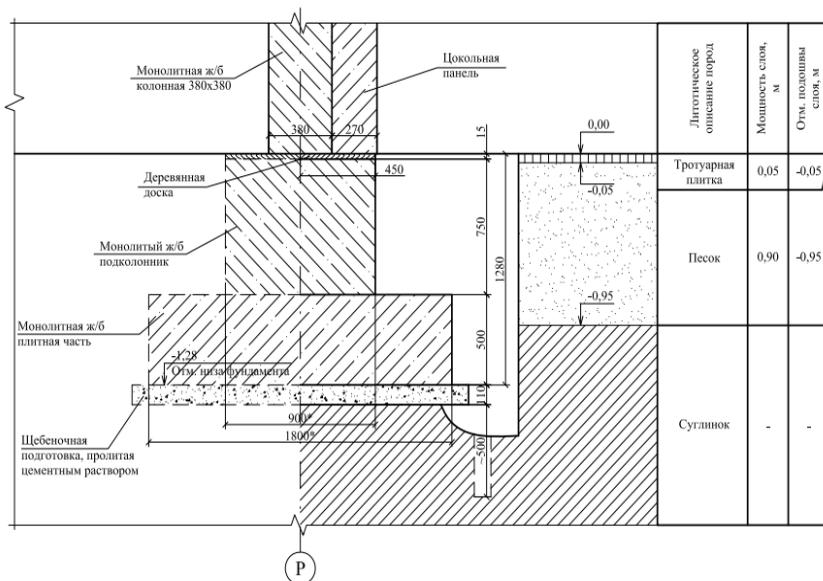


Рис. 3. Разрез шурфа №2.

В результате выполненных поверочных расчетов конструкций увеличение нагрузок на колонны и фундаменты возможно на величину определенных расчетом коэффициентов использования элементов.

В заключение следует отметить, что обследование оснований и фундаментов позволяет определить степень их надежности, а значит, позволяет спланировать мероприятия по дальнейшей эксплуатации фундаментов и всего здания в целом. Поэтому работы по обследованию оснований и фундаментов должны проводиться высококвалифицированными и опытными специалистами.

Библиографический список

1. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. – М.: АО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», 2004. – 310 с.
2. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». – М.: ЦНИИСК им. Кучеренко ГОССТРОЯ России, 2004. – 26 с.
3. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2014. – 54 с.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА

*Гусарова А.А., студент 1 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

С 70-х годов прошлого века отечественные специалисты для бесперебойной и экономичной эксплуатации жилищного фонда предлагали внедрение средств автоматики и диспетчеризации в жилищное хозяйство, что позволит оптимизировать работу эксплуатационных подразделений, а именно:

- сократить трудозатраты,
- повысить надежность инженерного оборудования,
- улучшить условия проживания пользователей.

Объединение диспетчерских служб было осуществлено с целью обеспечения диспетчеризации для всех видов инженерных систем жилищного фонда одновременно, так как это помогает достигнуть максимального технико-экономического эффекта. Первый опыт создания объединенных диспетчерских служб (ОДС) был в Москве, в начале 70-х годов прошлого века. Анализ данного опыта показал высокую технико-экономическую эффективность внедрения ОДС [1-3]. Однако есть границы целесообразности использования ОДС. Экономическая эффективность для принятия решения по внедрению ОДС зависит от таких показателей, как [4]:

- количество жилых домов, инженерного оборудования,
- плотности застройки,
- конфигурации и протяженности района обслуживания.

При выборе объекта для работы ОДС следует учитывать такие особенности ОДС, как:

- ОДС обязан осуществлять контроль над всеми объектами территории данного жилищно-эксплуатационного хозяйства,
- для предоставления своевременных работ по заявкам учитывается расстояние от диспетчерского пункта до объектов обслуживания,
- кроме основных задач по эксплуатации инженерного оборудования на ОДС возлагаются и другие вопросы относительно улучшения эксплуатации жилого фонда.

Для определения границ действия ОДС необходимо использовать технико-экономические расчеты, где кроме всего будут учитываться возможности диспетчеров по обработке поступающих заявок.

В общем виде схема систем, находящихся под контролем ОДС представлена на рис. 1.

Система диспетчеризации включает комплекс контрольно-измерительных приборов и автоматики на контролируемых объектах и оборудовании для мониторинга их состояния в режиме реального времени.

Существует две возможные схемы диспетчерского контроля работы инженерного оборудования [5, 6]:

- одноступенчатая схема,
- двухступенчатая схема.



Рис. 1. Схема контроля системы жилищного фонда

Особенности применения определенной схемы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Особенности схем организации ОДС

Схема организации диспетчерского контроля	Особенности
Одноступенчатая схема	Каждый контролируемый объект подключается к диспетчерскому пункту напрямую, без промежуточных диспетчерских пунктов. Данная схема целесообразна для применения к небольшим по территории жилым микрорайонам.
Двухступенчатая схема	В схеме применяются промежуточные контрольные пункты (ПКП). Микрорайон при этом делится на кусты. Данная система рекомендована для микрорайонов с большой территорией или для небольших микрорайонов, где проблемной является возможность прокладки кабельных линий связи для ОДП по объектам.

Для более правильно выбора схемы при проектировании ОДС необходимо пользоваться технико-экономическими расчетами.

Жилищно-коммунальная сфера имеет ряд проблем, связанных с неэффективным расходом средств и ресурсов, непрозрачностью расчетов по услугам для пользователей и ресурсоснабжающих организаций [7]. В сфере управления ЖКХ практически отсутствует система информационного обеспечения. Невозможность сформировать адекватную информационную картину о состоянии и качестве обслуживания жилищно-коммунального хозяйства делает затруднительным выявление проблем в данной сфере, с целью их устранения. Важное место в структуре службы эксплуатации ЖКК занимает диспетчерская служба. Задумка централизованного контроля перемещения материальных потоков в сфере эксплуатационного фонда и качественного предоставления услуг для жителей является, само по себе, перспективной и рациональной. Однако, как часто бывает, плохо организованная и продуманная идея после реализации может только увеличить количество проблем с дополнительными затратами, особенно это касается такой проблемной сферы, как ЖКХ [8-10].

Исследования в области модернизации и автоматизации организации диспетчерского обслуживания в ЖКК позволит сделать данную систему более эффективной с экономической, социальной и информационной стороны. Сегодня многие сферы жизни человеческого общества модернизируются, с помощью информационных технологий, с целью получения более полной и точной информации о важных процессах.

Из-за периодического, а не постоянного наблюдения за состоянием инженерного оборудования появляется проблема с получением информации о процессе жизни системы электропитания. Данная информация может быть полезна для принятия мер по повышению надежности электрооборудования здания и автоматизации контроля и учета электроэнергии.

В данный момент автоматизированные системы по учету электроэнергии направлены только на учёт потребления ресурсов.

Автор считает, что дополнение этих системы возможностью мониторинга работы инженерного оборудования из диспетчерского пункта обеспечит более качественное управление, т.е. целесообразно объединение систем учета энергоресурсов с системой контроля состояния инженерного оборудования.

Однако, решения для небольших объектов, где все эти системы объединены под управлением одной пользовательской программы на основе интеллектуальных щитов и применения облачных технологий сбора информации о состоянии систем здания с отображением на стационарные рабочие станции и мобильные устройства под управлением IOS и Android, уже существуют [11, 12].

Применение автоматизированных систем в работе диспетчерских служб имеет ряд преимуществ перед малоавтоматизированными организациями, например:

- возможность контроля состояния жилого фонда в режиме реального времени;
- повышение качества и объема информации о состоянии жилого фонда;

- возможность контроля времени выполнения заявки, как со стороны УК, так и со стороны жителя-заявителя;
- контроль некачественного предоставления услуг, или отказа в предоставлении услуги;
- оценка эффективности работы ДС;
- возможность отслеживания количества повторных обращений жителей;
- возможность отслеживания времени, затраченного на оформления обращения жителем;
- возможность создания прогнозируемой информационной модели по разным показателям для сферы ЖКХ.

В конечном итоге технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения современных информационных технологий в работу эксплуатационных подразделений, диспетчерских служб основано на определении критериев оценки качества организации обслуживания, к которым можно отнести:

- среднее количество заявок, принимаемых и обслуживаемых службой в единицу времени;
- средняя доля выполняемых заявок на обслуживание из всех поступающих;
- оперативность выполнения обслуживания;
- среднее относительное время простоя службы в целом и ее отдельного персонала;
- среднее число заявок, обслуживаемых диспетчерской службой;
- вероятность отказа в обслуживании;
- среднее время нахождения заявки в очереди на выполнение;
- среднее время нахождения заявки в обслуживании;
- средняя производительность объектов, обслуживаемых эксплуатационной системой;
- средние затраты, связанные с работой диспетчерской службы;
- другие критерии, предложенные в конкретных условиях эксплуатации.

Поскольку указанные характеристики являются вероятностными, следовательно, при их расчете целесообразно опираться на теорию массового обслуживания [13], что и является направлением дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Дементьева М.Е. Компьютерные технологии – в основу реформирования ЖКХ // Жилищное строительство. 2004. №7. с. 9.
2. Деменев А.В., Иванова А.В. Исследование эффективности автоматизации системы диспетчерского обслуживания многоквартирных домов // Сервис в России и за рубежом. 2017. Т. 11. №5 (75). С. 116-122.

3. Дементьева М.Е., Педяш Е.В. Перспективы интеллектуализации зданий при реконструкции жилой застройки // Научное обозрение. 2017. №20. С. 167-170.

4. Грачева И.И. Повышение эффективности деятельности персонала в организациях сферы ЖКХ // Сборник: Актуальные концепции развития гуманитарных и естественных наук: экономические, социальные, философские, политические, правовые, аспекты: материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 75-77.

5. Колесников А.В., Куц С.А., Менюк С.Г., Дядичев А.В. Исследование и анализ процесса управления жизненным циклом информационной системы // Сборник: II Фестиваль науки КФУ им. В.И. Вернадского: Сборник трудов II научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых. 2016. С. 41-47.

7. Дементьева М.Е. Обеспечение качества услуг в жилищной сфере // Жилищное строительство. 2007. № 2. С. 22.

8. Павлов А.В. Роль и возможности оперативно-диспетчерского управления процессами. Режим доступа: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2937

9. Михальченко С.Г. ЖКХ: система электроснабжения как составляющая системы диспетчеризации здания и обеспечения комплексной безопасности // Алгоритм безопасности, №3, 2016, с. 12-14.

10. Дементьева М.Е., Вишневецкий А.Д. Анализ различных схем диспетчеризации многофункциональных комплексов // Вестник МГСУ. 2014. №2. С. 203-209.

11. Винограденко А.М. Модель системы мониторинга контролируемых объектов диспетчерского пункта управления // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. №1. С. 65-72.

12. НИА-Федерация. «Умный житель» позволяет легко разбираться в нюансах сферы ЖКХ. Режим доступа: <http://www.nia-rf.ru/news/society/38420> Дата обращения 13.12.2017.

13. Тулубаев Д.А. Надежность и производительность оперативно-диспетчерской службы как системы массового обслуживания // Омский научный вестник. 2011. №1 (97). С. 182-186.

ВЛИЯНИЕ ОТКАЗОВ КРОВЛИ НА ОСТАТОЧНЫЙ СРОК ЕЕ СЛУЖБЫ

*Дружинина В.В., студент 2 курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

На современном рынке кровельных материалов наиболее эффективными являются битумно-полимерные, эластомерные и полимерные материалы. Наиболее применяемыми и экономичными в жилых зданиях являются битумно-полимерные мембраны с модифицированными добавками из атактического полипропилена (АПП) или стирол-бутадиен-стирола (СБС). Для сравнения различных классов и выбора более перспективного материала были рассмотрены статистические данные по дефектам, возникающим во время эксплуатации кровель, а затем, используя математический Метод Анализа Иерархий (МАИ), разработанный в начале 1970 года американским математиком Томасом Саати, найти такой вариант, который наилучшим образом согласуется с пониманием экспертного выбора кровельного материала с учетом конкретных условий и конструктивных решений крыш [4].

Наиболее часто встречающиеся дефекты при проведении обследований мягких кровель: растрескивание и расползание швов мембраны на всей плоскости кровли; сползание материала с примыканий в углах(внешних и внутренних) и на линейных краевых участках; неплотное прилегание к вертикальным поверхностям-примыканиям кровельного ковра; отслаивание частей кровельного ковра от основания; неравномерно расположенные вздутия; «мешки», наполненные воздухом; застойные «блюдца» в ендовах из-за отсутствия уклона или неправильно выложенного ската; появление воды при нажатии на трещины во вздутиях и «волнах»; вмятины, складки, трещины; следы увлажнения на потолке; ржавые пятна на плитах перекрытия со стороны потолка нижнего этажа; протечки в местах прохода труб, выпуска вытяжных шахт; наличие цементного грибка; пробоины в изоляционном слое, разрывы полотен.

Выявлены и основные факторы, причины, по которым эти дефекты возникают: отсутствие технологически верного крепления верхнего края ковра при примыкании на вертикальные поверхности выходов на кровлю, проходов труб или вентиляционных шахт; нарушение пароизоляции; увлажнение утеплителя; отсутствие первоначальной огрунтовки поверхности основания; наклейка мембраны по влажному или неочищенному от пыли основанию; неправильно проведенные сварные работы при устройстве швов полотен материала; наличие слоев с разной толщиной материалов; нарушенная последовательность изоляции ковра и др. [1]. Имеют место и технологические ошибки, допускаемые при укладке кровли во время строительства, и допущенные во время проектирования.

Кроме того, в результате исследования было четко определено, что наиболее уязвимыми местами на кровельном ковре являются примыкания

горизонтальных поверхностей (плоскости покрытия) к вертикальным, пониженные места сходов уклонов (ендовы), проходы труб и других коммуникаций, в том числе не конструктивных (радиомачты) [2]. Если примыкания занимают значительный процент общей площади, то надежность кровли снижается, так как вероятность отказа из-за большого набора дефектов высока. Они встречаются на кровле любых сложности, конфигурации и площади.

Был проведен критический анализ исследований и публикаций на тему долговечности и надежности мягких кровель. Для определения надежности подобных кровле применяются следующие методы: логико-вероятностные, метод Кендалла, дифференциальный метод разложения на фазы, метод аппроксимации интенсивностей, графические, методы экспертной оценки, эвристические, декомпозиции, аналитико-статистические [5, 6, 7]. Все они дают возможность оценить остаточный ресурс элементов, в нашем случае – элемента здания-кровли. Наиболее целесообразным для кровли является логико-вероятностный метод, для его применения был составлен атлас дефектов. Благодаря ему мы можем учитывать различные параметры: площади выступающих частей; площади кровли с максимальными уклонами; количество водосточных воронок, выпусков труб, вентиляционных шахт на данную площадь; площадь визуальных дефектов, отнесенную к общей площади кровли в процентном отношении; способ соединения с основанием; количество слоев; удельный вес конкретного вида дефектов на общую «отказность» и др. Определена основа нахождения и оценки всех особенно предрасположенных к созданию аварийных ситуаций зон и критических точек.

Математические расчеты [3], проведенные в соответствии с логико-вероятностным методом оценки надежности на основе составленного атласа дефектов, дают ясно понять, что на кровле с большим удельным весом примыканий при других равных имеет большую вероятность отказов. Кроме того, имеет важное значение и расположение точек появления отказа. Разделив кровлю на зоны в соответствии с нормами проектирования и условные удельные квадраты, в которые попадали те или иные примыкания, стало возможным проанализировать участки «сгущения» и «разброса» дефектов [7]. Отсюда ясно, что появление отказных проблем на всей плоскости неравномерно: вероятность отказа кровли в угловых зонах выше, чем в краевых зонах и намного выше, чем в центральных. Однако этих выводов недостаточно: появляется разность условий. На кровлях большой площади доля краевых зон значительно меньше, чем на средних кровлях, таким образом, делается вывод, что вероятность отказа кровли снижается даже при увеличении площади покрытия. Расчет также показывает, что интенсивность расположения дефектов зависит от типа здания: жилое или общественное. На кровлях жилых зданий больше выходов, вентиляционных шахт и других «опасных» участков, что делает невозможным одинаковую оценку безотказной работы таких кровель по существующим сегодня методикам без использования дополнительных коэффициентов и формул теоретической вероятности.

Такие показатели выявляют несовершенство и расчета стоимости кровельных работ. Согласно данным, полученным выше, затраты на устройство и ремонт кровель с целью продления срока эксплуатации могут существенно различаться в отношении разных типов кровель и показателей вероятности отказов на них. В данный момент сметные расценки, применяемые в строительстве, одинаковы для кровель с большей или меньшей площадью, большим или меньшим количеством примыканий. Составленный атлас дефектов и математически обоснованный способ оценки остаточного срока службы помогает регулировать стоимость восстановительных и монтажных работ в зависимости от сложности кровли и ее назначении. Получилась средняя зависимость: затраты на устройство мембран, предупреждающие возникновение ранних отказов тем выше, чем выше коэффициент «отказа», полученный при анализе отдельного вида кровли, а не усредненный сметный показатель. Финансовые вложения в кровлю при таком подходе полностью оправдываются, используются эффективно, продлевая срок службы самому заменяемому конструктивному элементу здания.

Остаточный срок службы кровли, который зависит от количества отказов на определенных участках, рассчитывается с помощью принципа неопределенности Лапласа. Вероятность возникновения отказа по нему рассчитывается по формуле полной вероятности, учитывающей количество и удельный вес каждого дефекта, его комбинаций с другими [5]. Данный принцип имеет преимущество в силу возможности изменения параметров эксплуатации кровли. С учетом характеристик дефекта и вышеупомянутых условий производится расчет вероятности причин возникновения того или иного дефекта кровли на основании собранной базы данных по аналогичным случаям, выявленным опытным путем за последние 20 лет. При проведенном анализе факторов, оказывающих влияние на состояние кровли, данная методика позволяет рассчитать возможные будущие дефекты кровли, выявить причины, влияющие на появление проблем, и составить временной прогноз относительно их появления [6], что позволяет своевременно и оперативно устранить причины возникновения отказов кровли еще до их появления.

Таким образом, становится возможной эффективная разработка рекомендаций по устранению или предотвращению дефектов кровли с учетом всех эксплуатационных особенностей. Она осуществляется на основании собранной опытной статистической информации, а также вероятностей, рассчитанных при учете полных исходных данных, и на анализе характеристик непосредственно проявляющегося дефекта или его комбинации с другими, от чего напрямую зависит остаточный срок службы. Кроме того, сделан вывод о том, что индивидуальный математически обоснованный анализ обеспечивает существенное увеличение срока безотказной работы элемента и снижение будущих затрат на эксплуатацию. В отличие от средних показателей, мы получили возможность реальной оценки надежности кровли, опираясь на опытные данные и математический расчет.

Библиографический список:

1. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76.
2. Сокова С.Д. Эксплуатация кровель зданий и сооружений // Строительная орбита. 2007. №5. С. 28-29.
3. Сокова С.Д., Демидов, А.С., Никифорова Е.В. Анализ надежности основных элементов кровли и математическое определение вероятности наступления отказа кровель // Научное обозрение. 2014. №7. С.120-125.
4. Калинин В.М., Протасов В.П. Выбор надежных и долговечных вариантов гидроизоляции по ранжированию отказов конструктивного элемента // Строительная орбита. 2014. №5 (128). С. 52-54.
5. Сокова С.Д. Основы создания методики оценки состояния и прогнозирования долговечности кровель в условиях эксплуатации // АCADEMIA. Архитектура и строительство. РААСН. 2009. №5. С. 542-544.
6. Бондарь В.А., Рощупкина З.П. Анализ долговечности и надежности покрытий зданий и сооружений // ГорничийПеч. 2014. Вып. 97. С. 287-303, С. 101-098.
7. «Рекомендации по оценке надежности зданий и сооружений по внешним признакам». – М., ЦНИИПромзданий, 2009.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

*Журавлев Н.Р., студент 2 курса магистрант 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

В системах горячего водоснабжения (ГВС) циркуляция необходима для того, чтобы вода, во время отсутствия водоразбора не застаивалась и не остывала. Чтобы обойти данную проблему, необходимо параллельно подающим трубопроводам монтировать циркуляционный трубопровод, а в тепловом пункте (ТП) устанавливается циркуляционный насос, который создаст непрерывное движение, не смотря на отсутствие водоразбора.

Наиболее распространенная циркуляционная система ГВС обладает рядом недостатков. Некоторые из них:

- расхода материала на циркуляционную схему ГВС значительно больше, чем расход материала на систему ГВС с расширительным мембранным баком;

- также велики расходы тепла, на поддержание необходимой температуры в циркуляционном контуре, особенно в разветвленных системах ГВС;

- затраты на электроэнергию обычно не так велики, но с учетом современного роста цен на электричество, данный показатель также следует учитывать;

- для равномерной циркуляции воды, на каждом стояке необходимо устанавливать автоматические балансировочные клапаны, что способствует увеличению трудоемкости процесса.

На рис. 1 представлена схема системы ГВС, лишенная вышеперечисленных недостатков.

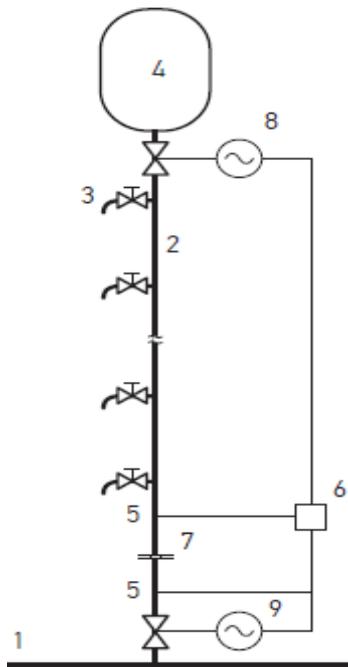


Рис. 1. Схема системы ГВС без циркуляционных трубопроводов и насоса:
1 – магистраль водопровода горячей воды; 2 – теплоизолированный стояк;
3 – водоразборный кран; 4 – теплоизолированный мембранный бак; 5 – датчики давления; 6 – контроллер; 7 – сужающее устройство; 8, 9 – регулирующие клапана

Регулировочный клапан 9 поддерживает в стояке 2 неизменное давление, которое должно быть на 5 м больше высоты местоположения самого высокого водоразборного крана. Это давление контролируется датчиком давления 5, установленным выше сужающего устройства 7. При недостаточной разности давлений, замеряемой датчиками 5, смонтированными до и после сужающего устройства, указывающей на то, что расход по стояку стал меньше расчетного циркуляционного расхода, контроллер 6 подает команду на открытие регулировочного клапана 8. Вследствие чего вода с расходом, соответствующим расчетному циркуляционному для рассматриваемого стояка, станет попадать в теплоизолированный мембранный бак 4 и понемногу скапливаться там. Следовательно, при всех затворенных водоразборных кранах движение горячей воды по стояку не прекратится и при открытии всякого крана из него тут же потечет горячая вода.

Когда водоразбор возобновится и будет превышать расчётный циркуляционный расход, что будет понятно по выросшей разности давлений до и после сужающегося устройства, регулировочный клапан 9 затворится, и скопившаяся в мембранном баке вода, под давлением мембраны выльется в стояк. После чего, во время водоразбора клапан 8 затворится, а клапан 9 будет осуществлять свое основное предназначение – поддерживать в стояке неизменное давление.

Данная схема в упрощенном виде уже публиковалась, но ее тогда практическое осуществление не могло быть воплощено в жизнь из-за недостаточной развитости систем автоматики, для регулирования клапанов (поз. 6 на рис. 1), сейчас же программирование автоматического клапана, работающего по сложному алгоритму, может осуществить любой грамотный программист.

Теперь оценим физические размеры мембранного бака, необходимого для бесперебойной работы одного стояка 10-этажного жилого дома. Возьмем для расчета 10-этажный жилой дом, в котором полотенцесушители электрические, так как в работе мы считаем, что они должны работать только в те моменты, когда они нужны, а не постоянно, потребляя тепловую энергию, как это происходит с полотенцесушителями запитанными от ГВС. При среднем диаметре стояка 20 мм и монтаже качественной тепловой изоляции с высоким КПД около 80 %, потери тепловой энергии составят около 725 Вт. Допустим, что понижение температуры по длине стояка при отсутствии водоразбора составит 10 °С, тогда в данном режиме в мембранный бак вероятно будет приходиться примерно 65 л/ч горячей воды. Скорее всего, максимальная (в течение суток) продолжительность работы стояка системы ГВС при полном отсутствии водоразбора будет не более 6 ночных часов. За это время в мембранный бак поступит около 400 л горячей воды. Чтобы уместить такое количество, необходимо использовать бак общей емкостью около 600 л. Бак такого объема будет не сложно разместить в объемах верхнего технического этажа.

Теперь сравним с экономической точки зрения, предложенную нами систему ГВС с классической системой ГВС в современном домостроении.

Проанализируем условный 10-этажный жилой дом, в котором расположены ИТП с водоподогревателями горячего водоснабжения и четыре стояка, выполненные по схеме рис. 1, и оценим затраты на установку и эксплуатацию систем ГВС такого дома, по предложенной (схема А) и традиционной (схема Б) схемам (табл. 1).

Таблица 1

Технико-экономические показатели

Показатель	Количество	
	Схема А	Схема Б
Протяженность циркуляционных трубопроводов, м	0	150
Тепловая мощность системы ГВС, кВт	112	134
Годовой расход тепла на ГВС, Гкал	240	288
Мощность циркуляционного насоса, кВт	0	0,06
Годовой расход электроэнергии на ГВС, кВт·ч	0	500
Мембранный бак, шт.	4	0
Регулирующие клапаны на стояках, шт.	8	4
Контроллеры, шт.	4	0
Циркуляционные трубопроводы, тыс. руб.	0	7,6
Циркуляционные насосы, тыс. руб.	0	19
Мембранные баки, тыс. руб.	76	0
Регулирующие клапаны, тыс. руб.	15,2	7,6
Контроллеры, тыс. руб.	38	0
Датчики давления, тыс. руб.	19	0
Водоподогреватели ГВС, тыс. руб.	68,4	83,6
Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	216,6	117,8
Дополнительные затраты на тепловую энергию, тыс. руб./год	0	38
Дополнительные затраты на электроэнергию, тыс. руб./год	0	1,52
Итого дополнительные затраты на энергию, тыс. руб./год	0	39,5
Суммарные за 5 лет затраты, тыс. руб.	216,6	315,4

В заключении можно сказать, что единовременные затраты на монтаж предложенной системы ГВС будут больше, чем на традиционную систему ГВС, разница составит примерно 99 тыс. руб., но суммарные единовременные и эксплуатационные затраты за пять лет дают сэкономить примерно такое же количество денег системе ГВС без циркуляционных трубопроводов и насоса.

Если осуществление нового технического решения раньше была невозможна из-за ограниченных возможностей приборов автоматики, то теперь, возникают проблемы, связанные с действующими нормативными документами, так как данный вид систем не указан в них. Необходимо изменить, дополнить и ввести новые положения и схемы устройства предло-

женной модели, которая снижает многие эксплуатационные и единовременные затраты, а также повышает её долговременную эффективность.

Библиографический список

1. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения.
2. СанПиН 4723-88. Санитарные правила устройства и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения.
3. Авдолимов Е.М. Реконструкция водяных тепловых сетей. – М., Изд-во «Медиа», 1990.
4. Методические указания к расчётно-графической работы «Расчёт системы горячего водоснабжения жилого дома» по дисциплине Б3.В7 «Централизованное теплоснабжение» для студентов направления подготовки 270800.62 «Строительство» профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция» – Казань, КГАСУ, 2015.
5. СП 73.13330.2016 (Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85). Свод правил. Внутренние санитарно-технические системы зданий (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.09.2016 N 689/пр).
6. ГОСТ 25136-82 Соединения трубопроводов. Методы испытаний на герметичность.
7. ГОСТ 25151-82 Водоснабжение. Термины и определения.

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПАНИЙ

*Калинкина Д.А., студентка 1 курса магистратуры 7 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

На сегодняшний день проблемы в сфере ЖКХ, связанные с недостаточным качеством работы управляющих компаний, постоянно фигурируют в не только в СМИ, но и обсуждаются на федеральном уровне. Это говорит о том, что сфера находится в кризисном положении. К основным проблемам можно отнести [1, 2]:

- непрозрачность формирования цен и тарифов;
- несоответствие качества услуг их стоимости;
- неконтролируемость работы предприятий ЖКХ;
- износ основных фондов;
- недостаточное обеспечение безопасности и комфортности.

Ряд представленных проблем связан с отсутствием структурированной системы оценки качества и эффективности работы управляющих компаний. Поэтому актуальность проведенного и представленного в данной работе исследования обоснована наличием следующих проблем:

- низким качеством работы управляющих компаний,
- отсутствием официально утвержденных на государственном уровне регламентов по регулированию и оценке качества их деятельности,
- отсутствием единой системы критериев оценки качества управляющих компаний.

Качественная работа управляющей компании способствует социальной стабильности общества, безопасности проживания потребителей в обслуживаемых зданиях, ее экономической эффективности.

Целью исследования данной работы является исторический анализ принципов оценки эффективности работы управляющей компании. Обзор научно-технической литературы [3-9], содержащей исследования по вопросам управления эксплуатацией жилого фонда, позволил систематизировать информацию о том, как за период с 20-х годов XX века и по настоящее время изменилась структура управления, функции управляющих организаций (табл. 1). Так, в структуре ЖКХ произошли существенные изменения. Во-первых, в периоды, представленные в первых двух колонках, функции собственника, заказчика и подрядчика объединены в одном лице. В 1922-1930 годах их исполняло Главное управление коммунального хозяйства (ГУКХ), с 1930 по 1980 годы – Дирекции эксплуатации зданий (ДЭЗ), жилищно-эксплуатационные конторы (ЖЭК) и т.д., в наше время эти функции разделены, управление жилищным фондом осуществляется управляющими компаниями (УК), собственниками, эксплуатация – эксплуатирующими организациями (ЭО).

Функции тоже претерпели изменения, поскольку они неразрывным образом связаны со структурой. В первые два периода, представленных в

таблице 1, функции заказчика, подрядчика и исполнителя включают в себя как управление, так и контроль деятельности по предоставлению жилищно-коммунальных услуг. С 1922 по 1930 год происходит становление еще не проработанной системы эксплуатации, в период 1930-1980 годов устанавливается достаточно стабильная комплексная система управления эксплуатацией, разрабатывается система планово-предупредительных ремонтов (ППР). В настоящее время из-за разделения функций управляющие компании занимаются вопросами комплексной организации управления жилым фондом, а эксплуатирующие организации обеспечивают выполнение технических задач эксплуатации, направленных на обеспечение безопасности, комфортности зданий и сооружений.

Таблица 1

Сравнительный анализ особенностей управления эксплуатацией жилищного фонда в различные исторические периоды

Характеристики сравнения	1922-1930 гг.	1930-1980 гг.	1997 г. – н.в.
Особенности структуры	Начало формирования структуры управления эксплуатацией	Структура управления сформирована с учетом собственника в лице государства	Реформа ЖКХ связана с кардинальным изменением структуры
	Организируются Отделы Коммунального Хозяйства	Структура строится по принципу двойного подчинения: министерству и местным органам власти	Разделение функций собственника, заказчика и подрядчика в управлении жилищным фондом
	Единые функции собственника, заказчика и подрядчика в лице ГУКХ	Организованы ДЭЗ, ЖЭК, РСУ	Организованы МУП, УК, ЭО и т.д.
Основные функции	Ограничение вмешательства партийных органов в управление и эксплуатацию жилых зданий	Эксплуатация ведомственного жилья	Адресное управление эксплуатацией
	Поддержка инициатив населения по восстановлению и сохранению жилья	Послевоенное восстановление	Разделение функций управления, планирования и выполнения работ по эксплуатации
	Развитие профессионального управления и эксплуатации жилья.	С 1954 года эксплуатация типовых объектов массового жилищного строительства	Разделение жилищных и коммунальных услуг

Выполненный обзор позволил выделить характерные проблемы управления и проанализировать их причины (табл. 2).

Таблица 2

Анализ проблем управления эксплуатацией жилищного фонда в различные исторические периоды

Проблемы и их причины	1922-1930 гг.	1930-1980 гг.	1997 г. - н.в.
Характерные проблемы	Прекращение профессионального управления многоквартирными домами	Послевоенное разрушение большей части построек и коммуникаций	Неоправданные надежды на массовое создание ТСЖ
	Выдвижению управдомов из рабочей среды	Низкие тарифы на ЖКУ и дотация тарифов государством на 90%	Отсутствие прозрачности в формировании тарифов
		Преждевременный износ	Низкое качество услуг
		Низкое качество ЖКУ	Неконтролируемость предприятий ЖКХ, УК, ЭО
Вероятные причины проблем	Отказ от новой экономической политики Ликвидация ГУКХ	Вторая Мировая война	Низкая ответственность собственников
		Недофинансирование сферы ЖКХ	Отсутствие принципов оценки качества управления и представления ЖКУ
		Низкое качество ЖКУ из-за несовершенной системы планирования и контроля	Несовершенная система взаимодействия между участниками

В чем же заключаются причины проблем управления жилищным фондом в разные исторические периоды? В периоды 1922-1930 годов и 1930-1980 годов функции лица планирования, выполнения и контроля всех работ были сосредоточены в руках одного лица - государства, пользователи были исключены из этого процесса, соответственно наблюдалось низкое качество эксплуатации из-за отсутствия контроля с их стороны. На настоящий момент проблема состоит в том, что система управления жилым фондом не до конца разработана, соответственно отсутствуют принципы оценки качества управления эксплуатацией.

В настоящее время работа любой управляющей организации определяется следующими основными нормативными документами:

- Жилищным кодексом России (в части статей 154-157,161-165).

- Гражданским кодексом (в части статей 209-217, 288-293, 683-688).
- Федеральным законом №210 от 30.12.2004 г. «Об основах регулирования организаций коммунальных комплексов».

Кроме законодательства обязанности управляющей компании регламентируются договором на управление домом. Период действия устанавливается по согласованию сторон и обычно составляет 1–5 лет. При выборе на основе конкурса принимается реальный срок в 3 года. Объектом договора являются работы по организации управления домом, предложенные управляющей компанией и одобренные жильцами. Также, помимо законодательной, существует нормативно-техническая литература, которая является неотъемлемой частью данной сферы.

Несмотря на наличие большого количества нормативных документов [10-13], на их постоянное обновление, вопрос эффективности функционирования управляющих компаний остается открытым, так как существует немало нерешенных вопросов и проблем в данной сфере.

Что же такое эффективность работы управляющей компании и как она влияет на качество эксплуатации? Для того, чтобы дать оценку эффективности работы управляющей компании, должны быть заданы критерии, по которым будет производиться ее оценка [14-16]. Они могут быть количественными и качественными.

Согласно данным [15] к количественным критериям относятся:

- число обнаруженных дефектов;
- время простоя элементов, систем, оборудования;
- процент использования рабочего времени;
- материальные и трудовые затраты;
- количество обоснованных жалоб;
- вероятность и продолжительность безотказной работы элементов.

тов.

К качественным критериям относятся [16]:

- обеспечение надлежащего технического состояния объекта недвижимости;
- качество работы с поставщиками и подрядчиками;
- качество работы с жителями и арендаторами;
- опыт и квалификация работников;
- качество управления.

Нередко предлагается выстраивать систему оценки качества работы управляющих компаний на основе данных опроса жителей [17]. Далее, на основе системы балльных оценок производится определение уровня качества работы управляющей компании.

Представленные критерии не отражают уровень безопасности и комфорта самого объекта эксплуатации [18-20]. Балльная система имеет следующий недостаток: низкий балл по одному критерию может быть скомпенсирован за счет высокого значения другого критерия. Например, при

высоком качестве санитарного содержания здания может плохо работать система отопления.

Таким образом, можно сделать следующий вывод. На сегодняшний день, в виду увеличения объемов строительства и ввода в эксплуатацию нового жилья, роль управляющих компаний велика. Но, к сожалению, присутствует множество проблем в этой сфере. Во-первых, они касаются неисполнения управляющими компаниями возложенных на них функций, что приводит к невозможности решения многих вопросов. Во-вторых, отсутствуют четко определенные критерии и методики оценки, что приводит к неконтролируемости работы управляющих компаний.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку алгоритма определения эффективности работы управляющей компании на основе показателей комфортности, безотказности, технического состояния эксплуатируемого объекта.

Библиографический список

1. Гатина Л.С. Качество услуг обслуживающей организации жилищно-коммунального хозяйства // Молодой ученый. 2015. №3 (83). С. 397-401.
2. Дементьева М.Е. Основы управления качеством услуг // Жилищное строительство. 2007. №8. С. 1-4.
3. Рогов В. А. История государства и права России IX - нач. XX веков. – М.: Зерцало: ТОО «Теис», 1995. – 230 с.
4. Рындзюнский П. Г. Городское гражданство дореформенной России. – М., Изд.-во Академия наук СССР, 1958. – 127 с.
5. Дементьева М.Е. Обеспечение качества услуг в жилищной сфере // Жилищное строительство. 2007. №2. С. 22.
6. Хрестоматия по истории СССР, 1861-1917/ Под ред. В.Г. Тюкавкина. – М.: Просвещение, 1990. С. 63-64.
7. Матеров Л. Н. Управление ЖКХ: вчера, сегодня, завтра. Режим доступа: http://www.up.mos.ru/1_zkh.htm.
8. Дементьева М.Е. Обеспечение качества эксплуатации объектов недвижимости // В сборнике: Социальные и экономические проблемы градостроительства и архитектуры Труды десятой Всероссийской и восьмой Международной научно-практической конференции. 2011. С. 108-113.
9. Чернышов Л.Н. Реформа ЖКХ: что же сделано на самом деле? // Журнал руководителя и главного бухгалтера – ЖКХ. 2002. № 9. Ч. 1. С. 15.
10. СНиП 2.08.02-85. Общественные здания и сооружения.
11. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
12. ВСН 58-88(р) Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения)
13. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

14. Астафьев С.А., Цвигун И.В. Построение методики оценки качества работы управляющих компаний в жилищной сфере // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2011. №6. С. 212-215.
15. Бялецкая Е.М., Лежнина Ю.А. Методика проведения оценки качества работы управляющей компании в жилом доме // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2013. Т. 3. С. 1911-1915.
16. Казарова А.Я. Оценка эффективности работы управляющих компаний // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. №113. С. 903-913.
17. Шапова Я.А. К оценке работы управляющих компаний в сфере жилищно-коммунального хозяйства: по результатам опроса жителей (на примере УК «жилищный стандарт», г. Тюмень) // В сборнике: Лучшая студенческая статья 2017 Сборник статей X Международного научно-практического конкурса. В 2-х частях. 2017. С. 186-191.
18. Дементьева М.Е. Методология принятия решений при эксплуатации объектов недвижимости // Вестник МГСУ. 2015. №4. С. 158-165.
19. Эйтингон В.Н., Кравец М.А., Панкратова Н.П. Методы организации экспертизы и обработки экспертных оценок в менеджменте. – Воронеж: ВГУ, 2004. С. 33-34.
20. Бугаев Ю.В., Медведкова И.Е., Бабаян М.К. Методы проверки транзитивности индивидуальных экспертных предпочтений // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 2(60). С.77-82.

КАЧЕСТВО СРЕДСТВ И ОБЪЕКТОВ СОПРОВОЖДЕНИЯ ГОСТИНИЧНО-ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

*Козлакова Ю.Б., магистрантка Российской академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. Среднерусский институт управления – филиал
Научный руководитель – Севрюгина Н.С., доцент., к.т.н.*

Анализ отрасли туризма и гостиничного бизнеса показывает, что система менеджмента качества вне рамок сферы технического обеспечения не может существовать. В первую очередь следует отметить существенный разрыв между европейским и российским спектром предлагаемых услуг, который определяется несовершенством технического оснащения отечественных туристических и гостиничных комплексов, что в свою очередь не может гарантировать безопасность и повышает степень риска для лиц, пользующихся данными услугами.

В сфере технического сопровождения отрасли туризма и гостиничного бизнеса можно выделить системы жизнеобеспечения и уровня комфорта. В зависимости от конкретного вида услуг, их техническое сопровождение может варьироваться от минимально необходимого, до высшего класса. В гостиничном комплексе это выражается классом предоставляемых услуг и соответствующим ценовозмещением.

К средствам технического сопровождения следует отнести такие системы как: теплогазоводоснабжение, водоотведение, кондиционирование, подъемно-транспортная техника и прочее. Данные системы технического сопровождения имеют сложные механизмы управления и четко регламентированную систему обеспечения безопасности.

Для обеспечения безопасности и определения уровня риска возникновения нештатных ситуаций в системе гостинично-туристическим комплексов недостаточно ограничиваться мерами обеспечения безопасности жизнеобеспечения принятыми в бытовом понимании, а вопрос, в какой мере следует ее ужесточить остается открытым.

В принятом перечне специальных технических регламентов (ТР) [1] отсутствует не только отраслевой ТР, но и ТР косвенно соответствующий вопросам обеспечения безопасности технического сопровождения отрасли.

В то же время следует отметить, что «...Обязательные требования, содержащиеся в технических регламентах, при своей реализации по отношению к объектам технического регулирования (далее - ОТР) обеспечивают:

защиту жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;

охрану окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;

предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей...» [2], что в полной мере соответствует целям и задачам, реализуемым в сфере гостинично-туристского бизнеса.

Формирование структуры требований обеспечения безопасности средств технического сопровождения сферы гостинично-туристического бизнеса возможно на основе «Методических рекомендаций по созданию систем технического регулирования в отраслях и сферах деятельности». [2]

В первую очередь необходимо выделить объекты технического регулирования входящие в систему гостинично-туристическим комплексов и выявить степень их влияние на безопасность услуг в целом.

Для выполнения многокритериальной оценки учета влияния различных условий на формирование безопасности средств технического сопровождения сферы гостинично-туристического бизнеса следует сгруппировать объекты технического регулирования по совокупности нормативных, технических документов и нормативных правовых актов, осуществить подбор, систематизацию и анализ всех групп объектов технического регулирования отрасли одновременно, для чего наиболее эффективно использовать автоматизированные способы обработки информации.

«Для каждого вида (типа) опасных объектов определяются характеристики (параметры), от которых необходимо обеспечить защиту. Для каждого опасного фактора прописываются сценарии его действия. С помощью соответствующей методики выполнить оценку риска. После чего все опасные объекты ранжируются по степени их опасности.

Ранжирование ОТР по степени их опасности, позволит определить очередность мероприятий в части разработки предусмотренных Законом документов технического регулирования: технических регламентов, национальных стандартов и стандартов организаций.

При оценке реализуемых в настоящее время интересов необходимо выделить все действующие факторы, определяющие этот процесс. Подобные интересы, в первую очередь экономические и технические, могут и не иметь отношения к проблемам технического регулирования, однако учитывать их необходимо, поскольку они являются определяющими для отрасли.

При оценке интересов отрасли, которые должны реализовываться в перспективе, необходимо проанализировать существующие планы, концепции развития, долгосрочные перспективы, в которых определены экономические, научно-технические и другие перспективные интересы, без которых отрасль не может развиваться и которые необходимо учитывать при построении системы технического регулирования.

Для проведения оценки реализации требований технического регулирования определяются существующие и перспективные возможности научно-технического обеспечения их реализации.

Для объективизации проведенной оценки сравниваются полученные результаты с имеющимся отечественным и международным опытом.

При разработке систем технического регулирования рекомендуется провести предварительную рабочую классификацию внутри отраслей и сфер деятельности в целях обеспечения наиболее полного охвата и выделения всех групп ОТР, к которым в силу их физических свойств и качеств будут задаваться требования технического регулирования.

Поскольку разработка условий, обеспечивающих реализацию систем технического регулирования, охватывает политические, экономические и социальные сферы, необходимо помнить, что к их разработке рекомендуется обязательно привлекать специалистов соответствующего профиля. [2]»

Конкурентно способность российского гостинично-туристического бизнеса полностью зависит от степени обеспеченности высокого уровня безопасности объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера и внедрения в сферу бизнеса современных научно-технических достижений.

Необходимо отметить, что период нахождения человека в зоне функционирования гостинично-туристических комплексов различного уровня должен обеспечивать не только его морально-физическое восстановление, но и защиту здоровья и сохранение жизни, т.е. иметь систему обеспечения комплексной безопасности функционирования гостинично-туристических комплексов. При этом, процесс взаимодействия может быть представлен в виде функциональной системы «гостинично-туристический комплекс – средства технического сопровождения - человек» (ГТК-СТС-Ч) [1].

Центральным элементом функциональной системы ГТК-СТС-Ч является полезный для объекта исследования приспособительный результат. Отклонение от этого результата, как от штатного значения конкретной характеристики объекта исследования, обеспечивающего нормальный уровень безопасности в период оказания услуг (БПОУ), посредством канала обратной связи избирательно мобилизует соответствующие адекватные задачи восстановления нужного уровня результата механизмы и технологии компенсации патогенных воздействий. Мониторинг обеспечивает непрерывность контроля уровня и качества БПОУ, а инфографическое моделирование [1] позволяет выполнять процедуры определения и регулирования качества комплексной безопасности по каналам обратной связи.

В процессе отслеживания каналов обратной связи выполняется выбор акцентированной компоненты функциональной системы ГТК-СТС-Ч.

Обобщение изложенного материала позволяет сделать следующие выводы:

1. В настоящее время в отрасли туризма и гостиничного бизнеса не получила с позиций требований технического регулирования должной проработки система обеспечения комплексной безопасности.

2. Рассмотрена функциональная система «гостинично-туристический комплекс – средства технического сопровождения - человек» и взаимовлияние элементов по обеспечению безопасности периода оказания услуг с позиции приспособительной оценки.

3. Формирование структуры требований обеспечения безопасности средств технического сопровождения сферы гостинично-туристического бизнеса возможно на основе «Методических рекомендаций по созданию систем технического регулирования в отраслях и сферах деятельности».

4. Представляется необходимость в разработке специального технического регламента «О безопасности технических средств сопровождения гостинично-туристических комплексов».

Библиографический список

1. Безопасность жизнедеятельности. Организационно - антропотехническая надежность функциональных систем мобильной среды строительного производства. Серия «Инфографические основы функциональных систем» [Текст] / под ред. В.О. Чулкова – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 176 с.

2. Методические рекомендации по разработке систем технического регулирования в отраслях и сферах деятельности - Приказ Минпромэнерго России N 112 от 23 мая 2006 г. - <http://www.nitr.ru/common/issues/docs/mr.doc>

3. Овчинников, В.В. Основы технического регулирования предпринимательской деятельности в туристическом и гостиничном бизнесе в условиях присоединения России к Всемирной торговой организации - <http://igtabc.ru>

4. Глаголев С.Н., Севрюгина Н.С., Козлова Н.В., Конев А.А. Формирование придорожных сервисных комплексов как компонента транспортно-логистического кластера в общей системе инновационного развития региона // Автотранспортное предприятие. 2012. №11. С. 42-44.

5. Глаголев С.Н., Севрюгина Н.С., Конев А.А. Математическая модель оценки эффективности развития территорий региона при формировании кластеров придорожного сервиса // Мир транспорта и технологических машин. 2013. №3 (42). С. 121-125.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ МНОГОСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

*Ларченкова А.А., студентка 1 курса магистратуры 7 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

Одним из важнейших направлений современных научных исследований является минимизация потребляемых ресурсов в процессе эксплуатации зданий [1-5]. Эта глобальная задача решается, в том числе за счет снижения потерь тепла через наружные ограждающие конструкции зданий. Для этого при капитальном ремонте зданий, их реконструкции выполняется утепление фасада, что не только снижает теплопотери, но и одновременно улучшает внешний облик здания.

Применение фасадных систем при ремонте зданий позволяет добиться:

- повышения теплоизолирующей способности здания;
- экономии тепловой энергии;
- защиты ограждающих конструкций от природных явлений;
- предупреждения увлажнения и промерзания конструкции;
- повышения долговечности ограждающей конструкции;
- создания оптимального температурно-влажностного режима в помещении;
- улучшения звукоизоляции;
- широкие возможности для воплощения архитектурных идей.

Чаще всего утепление здания происходит с помощью устройства навесных вентилируемых фасадов. Предпочтение им отдается, в большей мере вследствие того, что их монтаж может происходить как в теплый, так и в холодный период года. Также одним из решающих факторов выбора данных конструкций является их заявленный срок службы, который составляет от 30 до 50 лет. Но несмотря на простоту устройства конструкции, зафиксированы случаи быстрого выхода из строя этих систем. В большинстве случаев отказ происходит из-за ошибок еще на стадии проектирования.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена тем, что на сегодняшний момент такое свойство надежности, как ремонтпригодность оценивается в основном для технических систем. Вместе с тем, конструктивно-технологические особенности многослойных конструкций требуют необходимости оценки этого показателя как для оптимизации конструктивного решения утепления фасада при капитальном ремонте, так и для обоснования системы планирования ремонтов.

Целью настоящего исследования являлось изучение конструктивно-технологических особенностей различных систем утепления фасадов и изучение характерных отказов и причин их возникновения. В задачи исследования входило:

- изучить технологии утепления фасадов зданий при ремонте и реконструкции;
- проанализировать конструктивные решения утепления фасадов;
- сравнить различные технологии утепления фасада;
- определить элементы, оказывающие большее влияние на долговечность и стоимость системы.

Есть два основных наружных способа утепления здания: штукатурный (мокрый) фасад, вентилируемые навесные системы. Было выполнено их сравнение по различным конструктивным, технологическим показателям [6], характеристикам долговечности, представленное в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ различных систем утепления фасадов

Параметры сравнения / Система утепления	«Мокрый» штукатурный фасад	Навесной фасад с вентилируемым зазором (НВФ)
Срок эксплуатации	20-30 лет	до 50 лет
Условия монтажа	положительная температура (от +5 до +30 градусов)	возможность монтажа при любой температуре
	подготовленная и выровненная поверхность ограждающей конструкции	не требует подготовки поверхности
Время монтажа	>7 дней	от 3-х до 5-ти дней
Применяемый утеплитель	пенополистирольные плиты	минераловатные плиты
Условия эксплуатации	требует периодического ремонта каждые 4-7 лет	не требует специального ухода и ремонта до 25 лет
Прочность	хрупкость; есть вероятность самопроизвольного разрушения под воздействием среды	высокая ударная прочность
Паропроницаемость	низкая, влага накапливается в конструкции	высокая, конденсат удаляется дом «дышит»
Звукоизоляционные свойства	удовлетворительная акустическая изоляция	отличная акустическая изоляция
Биостойкость	возможно появление грибка и грызунов	материал не подвержен воздействию микрофлоры
Пожароопасность	применяемый утеплитель подвержен возгоранию при контакте с открытым огнем	применяемый утеплитель относится к классу негорючих материалов
Срок окупаемости (зависит от используемых материалов)	5-10 лет	5-6 лет

В [7] выделены основные эксплуатационные характеристики зданий, к ним относятся: функциональная пригодность; безопасность; надежность; ремонтпригодность; долговечность.

Согласно [8] надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Ремонтопригодность – это свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта [9].

На данный момент нормативной базы, регламентирующей порядок расчета ремонтнопригодности навесных вентилируемых систем нет, но проведя аналогию с расчетом ремонтнопригодности в технике можно выделить следующие показатели ремонтнопригодности:

- технологические – трудоемкость ремонта, удельная трудоемкость ремонта, коэффициент доступности, коэффициент демонтируемости, коэффициент контролируемости;
- временные – продолжительность межремонтного периода, продолжительность ремонтного периода
- стоимостные – стоимость ремонтных работ, удельная стоимость ремонта.

Для вычисления таких показателей ремонтнопригодности, как среднее время восстановления работоспособности и средняя трудоемкость восстановления работоспособности, необходимо знать интенсивность отказов конструкции [10, 11], а значит необходимо систематизировать виды отказов элементов конструкции и причины их возникновения (табл. 2).

Навесной вентилируемый фасад является многослойной конструкцией, и выход из строя любого конструктивного элемента неизбежно ведет к вскрытию всей системы в месте отказа. Также конструкция требует периодического осмотра, что приводит к необходимости локального вскрытия внешних слоев, следовательно, данное мероприятие значительно повышает эксплуатационные расходы по содержанию вентилируемого фасада. Именно поэтому на стадии проектирования необходимо проводить расчет ремонтнопригодности конструкции. Оценка ремонтнопригодности на стадии проектирования позволит принять решение о наиболее приемлемом составе конструкции. Также это позволит заказчику заранее оценить возможные риски выхода из строя системы, а также оценить предстоящие затраты на ремонт конструкции.

Таким образом, изучая вопрос ремонтнопригодности многослойных конструкций, можно прийти к выводу, что при проектировании вентилируемых фасадов для повышения их надежности следует [11-13]:

- рассчитывать ремонтнопригодность конструкции;
- применять материалы с равными или кратными сроками службы;
- применять качественные материалы в соответствии со всеми нормами проектирования;
- повысить требования к качеству монтажа конструкций,
- обеспечить возможность мониторинга скрытых элементов.

Таблица 2

Систематизация данных по результатам анализа причин отказа элементов конструкции вентилируемого фасада при эксплуатации

Элемент конструкции НВФ	Нарушение / отказ	Причина	Стадия ЖЦ
Утеплитель минеральная вата	возрастание теплопроводности	усадка под собственным весом	эксплуатация
		раскрытие швов между плитами	
		уплотнение	
		увлажнение от атмосферных осадков	
		увлажнение при конденсации	проектирование/монтаж
		набухание плит при увлажнении	
		недостаточная толщина утеплителя	
Элементы под-конструкции (направляющие)	снижение прочности и обрушение	коррозия металла под действием окружающей среды	эксплуатация
		коррозия в местах контакта разнородных материалов	монтаж
		повреждение несущих конструкций	
		использование более дешевого материала	проектирование/монтаж
Вентзазор	ухудшение вентиляции	уменьшение воздушного зазора в результате набухания утеплителя	эксплуатация
		несоблюдение норм по величине вентзазора	проектирование/монтаж
		местное сопротивление в виде подсистемы конструкции	эксплуатация
Крепежные элементы	увеличение теплопотерь	неоправданно большое количество кронштейнов	проектирование/монтаж
	снижение прочности и обрушение	недостаточное количество кронштейнов	
		коррозия металла	эксплуатация
		устройство кронштейнов в разных плоскостях	монтаж
Облицовочный экран	увеличение показателя теплопроводности	несоблюдение норм по размеру зазора между плитами	проектирование/монтаж
		обледенение плит облицовки	эксплуатация
	снижение	не корректный учет кривизны	проектирование

	прочности и обрушение	стен	
--	-----------------------	------	--

Направлением дальнейшего исследования является разработка алгоритма для анализа ремонтпригодности ограждающей многослойной конструкции и выбора оптимального варианта конструктивного решения фасадных систем для утепления здания при возведении и ремонте.

Библиографический список

1. Касьянов В.Ф., Грибов Д.В. Энергосберегающие мероприятия в градостроительстве // Вестник МГСУ. 2011. №8. С. 44-49.
2. Дементьева М.Е. Перспективы планирования энергосбережения при эксплуатации объектов сложившейся застройки городов // Естественные и технические науки. 2014. №9-10 (77). С. 390-391.
3. Волконский М. Теплозащита зданий как основное энергосберегающее мероприятие // Кровельные и изоляционные материалы. 2016. №2. С. 10-13.
4. Гужов С.В. Доступные энергосберегающие мероприятия для бюджетных учреждений // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2014. №7. С. 38-42.
5. Коровина М.Д., Барашкова П.С. Энергосберегающие мероприятия в многоэтажном жилищном строительстве // Современное строительство и архитектура. 2017. №2 (06). С. 25-27.
6. Жадановский Б.В., Кужин М.Ф. Организационно-технологические решения устройства навесных фасадных систем при реконструкции жилых и общественных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 1. С. 62-64.
7. СП 255.1325800.2016 Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения.
8. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
9. ГОСТ 21623-76 Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтпригодности. Термины и определения.
10. Воробьев В.С., Запащикова Н.П. Оценка технического состояния навесных фасадных систем как инструмент энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий // Интернет-журнал «Наукоеведение» Том 7, №2 (2015) Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/99TVN315.pdf>.
11. Дементьева М.Е. Ремонтпригодность многослойных ограждающих конструкций // Научное обозрение. 2016. №20. С. 44-48.
12. Дементьева М.Е. Многокритериальная оптимизация при выборе рационального решения утепления фасада в процессе планирования капитального ремонта зданий // Научное обозрение. 2016. №1. С. 8-12.
13. Рогонский В.А., Костриц А.И., Шеряков В.Ф. и др. Эксплуатационная надежность зданий и сооружений. – С.-Петербург: ОАО «Издательство «Стройиздат СПб», 2004. – 172 с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

*Попова В.С., студент 2 курса магистратуры 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

Актуальность исследования обоснована тем, что проблема реализации качественного водоснабжения неразрывно связана с уровнем надежности функционирования ее элементов. Для обеспечения безопасности, при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий обязательны к соблюдению требования Технического регламента [1]. Также обеспечение безопасности связано с определением рисков [2]. В данной работе рассматриваются риски на примере системы водоснабжения, как системы, обеспечивающей санитарно-эпидемиологическую безопасность и как системы, использующей невозобновимые ресурсы [3], т.е. решаются не только вопросы надежности и безопасности, но и в том числе вопросы ресурсосбережения. Анализ нормативно-технической базы в сфере водоснабжения показывает, что эксплуатационная надежность системы водоснабжения осуществляется за счет правильно обоснованного выбора источника водоснабжения, грамотного проектирования и качественного монтажа систем. Таким образом следует, что оценка надежности в первую очередь производится при проектировании, а изучение вопросов обеспечения эксплуатационной надежности, оценки рисков повреждений в процессе эксплуатации требует дополнительных исследований [4].

Эксплуатация системы водоснабжения МФК направлена на поддержание способности системы выполнять требуемые и перспективные функции, следовательно, качество эксплуатационных мероприятий может быть определено по тому, насколько они поддерживают проектные характеристики безопасности, надежности и экономичности функционирования объекта. На рис. 1 представлена аксонометрическая схема системы водоснабжения, на которой наглядно представлена большая протяжённость магистралей системы, вследствие чего возник ряд отказов, связанных с перерывами подачи воды. Выполненный анализ конструктивной схемы системы водоснабжения показал, что далеко не всегда проектные решения эффективны в процессе последующей эксплуатации, что обосновывает необходимость выполнения модернизации системы. С другой стороны, даже правильное проектирование не обеспечивает должной степени эксплуатационной надежности, поскольку в настоящее время эксплуатация зданий и сооружений основана на плановой системе, либо на системе выполнения ремонтов по факту отказов, что значительно повышает риски отказов и их последствий [5]. В этой связи повышение качества эксплуатации основано на оптимизации системы планирования технического обслуживания и ремонтов с применением наиболее наглядных методов оценки рисков отказов и их последствий.

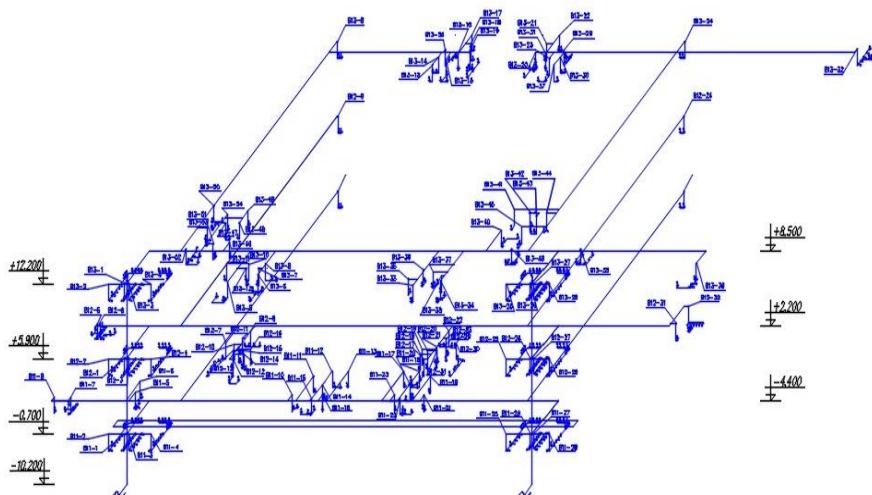


Рис. 1. Аксонометрическая схема системы водоснабжения многофункционального торгово-развлекательного комплекса

В результате анализа характерных отказов и причин их возникновения установлено, что при эксплуатации системы водоснабжения невозможно учесть все данные, их отклонения и то, как они отразятся на дальнейшем функционировании системы. Анализ причин повреждений свидетельствует о том, они являются комбинацией большого числа случайных факторов, значительный разброс которых затрудняет определение средних значений сроков службы и увеличивает их дисперсию, поэтому определить интенсивность отказов в зависимости от срока эксплуатации не всегда возможно с достаточной степенью достоверности [6, 7].

Анализ рисков нарушения работоспособности системы водоснабжения МФЦ позволяет:

- выявлять и предсказывать развитие эксплуатационных рисков в пространстве и во времени с учетом угроз различного генезиса на основе логико-графических методов анализа;
- определять последствия их реализации (вероятность наступления и уровень ущерба) путем составления деревьев отказов;
- корректировать программу эксплуатации путем обоснования сроков проведения технического обслуживания и ремонтов.

Обзор различных методов оценки надежности с проведенным анализом их достоинств и недостатков обосновывает целесообразность применения логико-графических методов, упрощающих поиск причинно-следственных связей и позволяющих отыскать наиболее существенные факторы риска отказов. Этот метод позволяет, используя статистические методы, далее получить количественные показатели надежности. Преимущества логико-графического метода заключаются в том, что мы можем

проследить причинно-следственную связь, деревья легко преобразуемы, наглядны, а самое очевидное – они легко формализуются и на их основе можно разработать автоматизированную модель и затем автоматизированный алгоритм действий (диагностики, выбора способа восстановления) [8].

Отказы различных элементов системы водоснабжения могут приводить к одному и тому же последствию, что затрудняет диагностику, выбор способа восстановления, оптимизацию запасов материально-технических ресурсов эксплуатационного предприятия. С другой стороны, некоторые отказы могут не полностью нарушать водоснабжение, а ухудшать качество подаваемых ресурсов, увеличивать избыточное потребление водных ресурсов. Логико-графические методы позволяют создать наглядную модель зависимости отказа и его последствия, тем самым обосновать стратегию эксплуатации системы [7-9].

При построении дерева отказов на основе событийно-логического подхода установлено, что проблема бесперебойного водоснабжения неразрывно связана с обеспечением надежности функционирования элементов системы. Дерево отказов системы водоснабжения многофункционального торгово-развлекательного комплекса представлено на рис. 2.

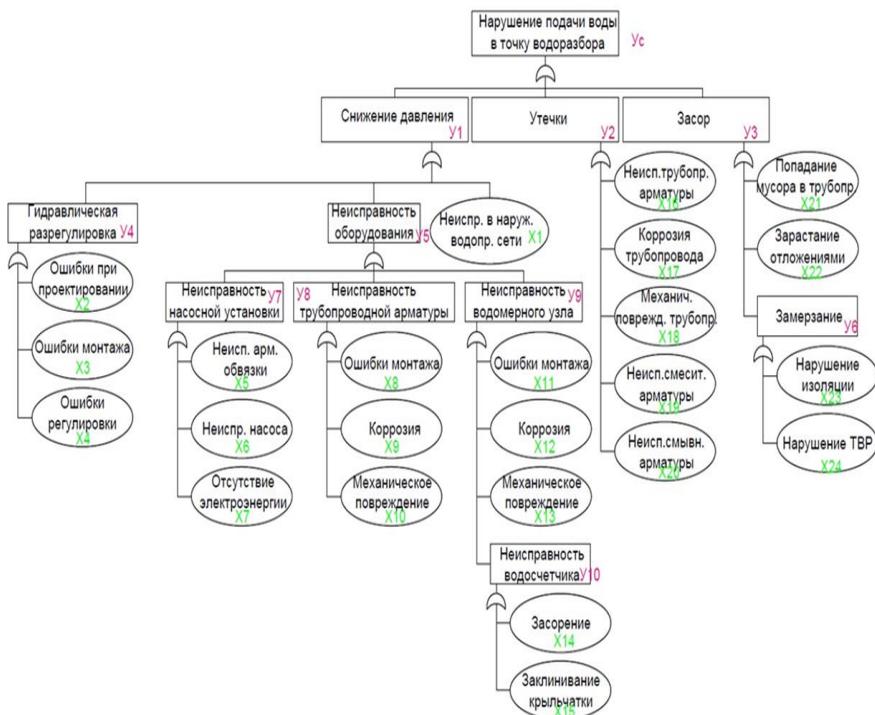


Рис. 2. Дерево отказов.

В результате изучения логико-графического метода анализа рисков нарушений на примере водоснабжения пользователей МФК был выполнен расчет функции работоспособности системы. На основании полученных данных (рис.3) можно заключить, что вероятность отказа работы системы через 15 лет очень мала, что подтверждает надежность выбранной системы. Тем не менее система функционирует с нарушением подачи воды в часы наибольшего водопотребления, что обосновывает актуальность дальнейших исследований структурной модели надежности системы водоснабжения и алгоритма расчета показателей надежности (безотказности) для обоснования целесообразных сроков ремонта, технического обслуживания [10].

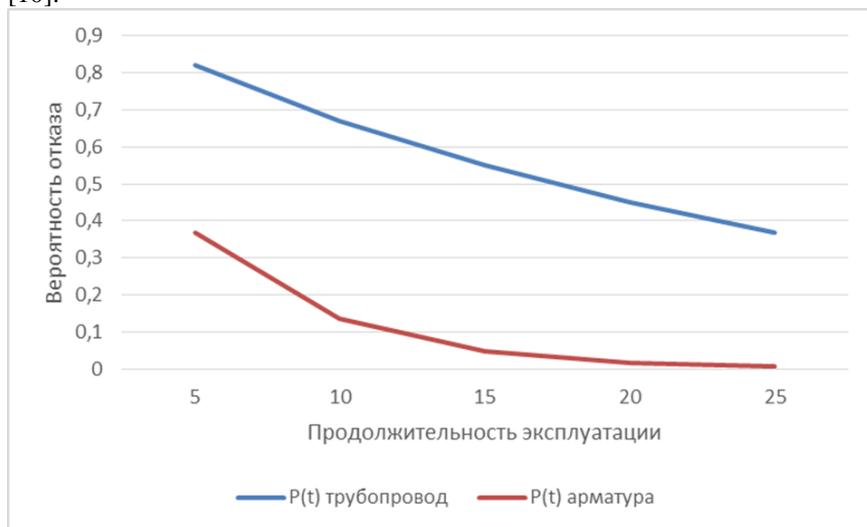


Рис. 3. График зависимости вероятности отказа трубопровода и арматуры от продолжительности эксплуатации системы водоснабжения.

Таким, образом, проблема повышения качества эксплуатации систем жизнеобеспечения не утратила своей актуальности. В работе выполнено перспективное исследование структурной модели надежности системы водоснабжения и алгоритма расчета показателей надежности (безотказности) системы водоснабжения для обоснования целесообразных сроков ремонта, технического обслуживания.

В заключение необходимо отметить, что проблема качественного водоснабжения неразрывно связана с уровнем обеспечения надежности функционирования ее элементов. Полученные в работе результаты могут быть применены для качественного и количественного анализа надежности системы, для выявления потенциальных отказов и наглядного обоснования изменения конструктивного решения при планировании ремонта и реконструкции системы.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. ГОСТ Р 51901.5-2005 (МЭК 60300-3-1:2003) Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности. Утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 сентября 2005 г., № 236-ст.
3. Дементьева М.Е. Перспективы планирования энергосбережения при эксплуатации объектов сложившейся застройки городов // Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 390-391.
4. СП 30.13330.2012. Свод правил. Внутренний водопровод и канализация зданий. Утвержден приказом Министерства регионального развития РФ от 29.12.2011, № 626.
5. Дементьева М.Е., Вишневецкий А.Д. Анализ различных схем диспетчеризации многофункциональных комплексов // Вестник МГСУ. 2014. № 2. С. 203-209.
6. Сокова С.Д., Дементьева М.Е. Ремонт инженерного оборудования зданий. Учебное пособие. – М., МГСУ, 2010.
7. Перечень показателей надежности, качества, энергетической эффективности объектов централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения. Утвержден приказом Министра России от 04.04.2014, № 162/пр.
8. Рябинин И.А. Логико-вероятностный метод и его современные возможности/БИОСФЕРА // Международный научный и практический журнал. 2010. Т. 2. №1. С. 23-38.
9. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб: Политехника, 2017. – 250 с.
10. Александровская Л.Н. Безопасность и надежность технических систем: Учебное пособие. – М.: Логос, 2008. – 376 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ АВАРИЙНОГО ЖИЛИЩНОГО ФОНДА В Г. МОСКВА ПО ПРОГРАММЕ РЕНОВАЦИИ

*Шановаленко В.А., выпускник кафедры «Градостроительство», ИСА
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

Жилищный фонд – совокупность всех жилых помещений, находящихся на территории Российской Федерации (ст. 19 «Жилищный кодекс РФ»).

Под реновацией жилья в городе Москве подразумевают программу, направленную на расселение и снос ветхого малоэтажного жилого фонда, построенного в 1957-1968 годах. В программу войдет более пяти тысяч домов.

Программа реновации была запущена еще в 2002 году, главной целью этой программы является переселение людей из аварийного жилья – в жилье, обладающие безопасными характеристиками для проживания и необходимыми подключенными коммуникациями.

Итак, как же происходит процедура выявления аварийного жилья? Строения признаются аварийными, если они попадают под ряд следующих условий [2]:

- выявлена значительная деформация здания, отсутствует возможность восстановления фундамента;
- отсутствует подключение к коммуникациям необходимых для комфортности жизни граждан;
- отсутствует или неисправно центральное отопление;
- отсутствуют окна, что влечет за собой отсутствие необходимой освещенности, что сказывается вредно на состоянии здоровья граждан;
- строение расположено на местности, на которой содержание токсинов и вредных веществ - превышает норму, установленную законодательством;

Если обнаруживаются значительные нарушения, то дом подлежит расселению и включается в программу реновации. Пример аварийного дома представлен на рис. 1.

В случае, если комиссия выявляет возможность реконструкции или же ремонта, то жильцов переселяют во временные квартиры на период времени равный периоду проведения работ в их доме.

Программа реновация была продлена до 2020 году, а с 2018 года в силу вступили ряд новых правил:

- собственники квартир аварийного строения могут получить выкупную цену;
- собственники могут получить новую квартиру, но они должны доплатить средства за полученный объект;
- не допускается выдача нового жилья с площадью меньше старой;
- допускается увеличения площади для людей, состоящих в очереди на улучшение условий жизни;

- допускается переселение в квартиры не только на первичном рынке, но и возможно переселение в квартиры на вторичном рынке.

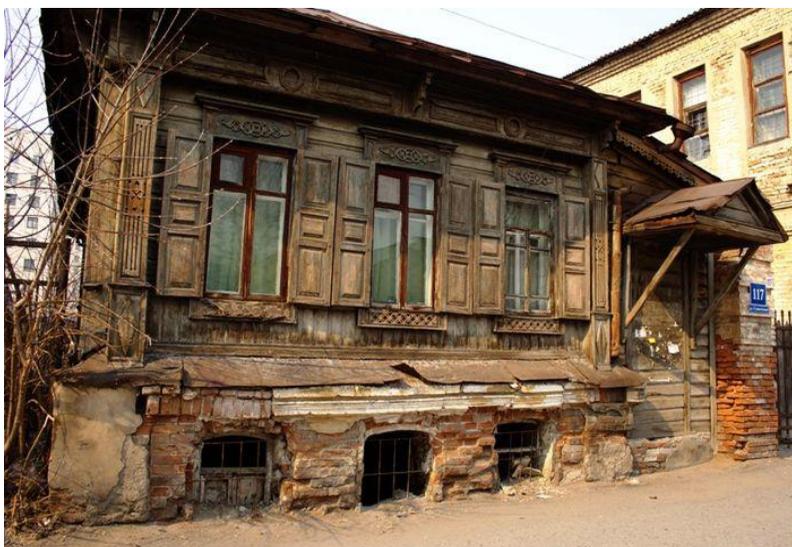


Рис. 1. Пример аварийного жилья.

Число домов, которые включены в программу реновации по округам, представлены на диаграмме 1.

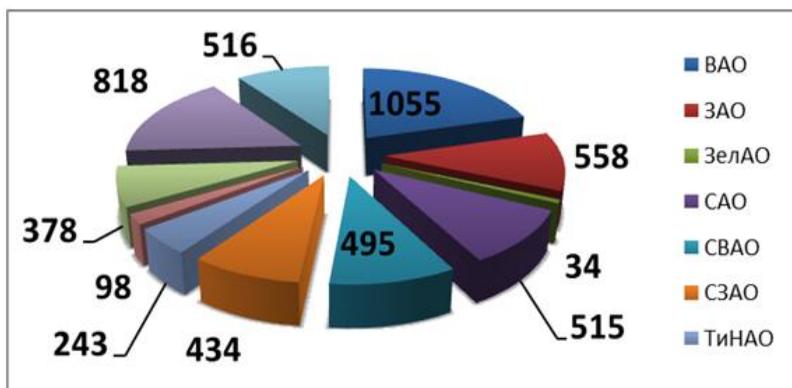


Рис. 2. Число домов, включенные в программу реновации г. Москвы.

Данный список не является окончательным, так как в некоторых домах собственники жилья обратились в суд с обжалованием решения об включении их в программу реновации, судом будет рассмотрен вопрос о включении в программу.

Дома, которые предоставляют историческую и архитектурную ценность, расселят также в рамках реновации, но сносить такие строения не будут.

Актуальность программы реновации жилищного фонда в городе Москве набирает новые обороты, как сказал Сергей Левкин (руководитель департамента градостроительной политики Москвы): «Если не начать реновацию сейчас, через 15 лет около 8 тысяч жилых домов в Москве одновременно попадут в разряд аварийного жилья».

Однако 18-летний опыт расселения показал, что федеральных денег недостаточно для сокращения общей численности ветхих зданий. Пока местные власти ищут средства на построение новых сооружений, в статус «аварийного жилья» приходит еще несколько домов, из-за этого программа реновации «идет» не тем ходом, что было запланировано властями.

Планируется возведение многоэтажных домов 6-14 уровневых на местах разрушенных «хрущевок». Планируется снести 8 000 зданий или 25 000 000 «квадратов» жилья, что охватит более 1 500 000 собственников аварийного жилья Москвы. Важно отметить, что в программу реновации входят только те пятиэтажки, где 2/3 собственников путем голосования одобрили «вступление» в данную программу.

Рассмотрим в табл. 1 плюсы и минусы программы реновации.

Таблица 1

Плюсы и минусы программы реновации

№ п/п	Плюсы	Минусы
1	Положительная динамика архитектурного облика города при строительстве новых зданий	Месторасположение «хрущевок» может быть лучше, чем месторасположение новых домов, в которые будет предложено расселение
2	Квартиры в новых домах обладают более комфортными условиями для проживания граждан	Для некоторых граждан переезд в новые дома может оказаться стрессом, в связи со сменой привычной среды жизни обитания
3	Данная программа окажет поддержку строительной отрасли, появятся новые рабочие места	Увеличение плотности застройки

Конечно, это не все положительные и отрицательно стороны данной программы, но, на мой взгляд, самые значимые.

Исходя из вышесказанного, реновация набирает все новые «обороты», что дает возможность модернизировать облик нашей столицы в достаточно короткий интервал времени. Выявлены условия, которые необходимы для постановления статуса жилья в статус «аварийное жилье».

Библиографический список

1. «Жилищный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 31.12.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 11.01.2018) // Статья 19. Жилищный фонд.
2. Фролов В.И., Агафонов А.Ю. Особенности выявления и ликвидации аварийного жилищного фонда // Городская среда. С. 251-257.
3. Федеральный закон от 21.07.2007 г. № 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства».
4. Постановление Правительства РФ от 28.01.2006г. № 47 «О признании жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции».
5. Сайт «Правовед» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravoved.ru/themes/>, свободный.
6. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Ипанов В.И. Реконструкция и реставрация объектов недвижимости // Гуманистика, 2005. – 288 с.
7. Официальный сайт Мэра Москвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mos.ru/city/projects/renovation/>, свободный.