



ИИЭСМ

Институт инженерно-
экологического
строительства
и механизации

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

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

(г. Москва, 27 февраля – 3 марта 2023 г.)

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2023

ISBN 978-5-7264-3229-8

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2023

УДК 621.8 + 628 + 69:059

ББК 39.9

Д54

- Д54 **Дни студенческой науки** [Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации (г. Москва, 27 февраля – 3 марта 2023 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт инженерно-экологического строительства и механизации. — Электрон. дан. и прогр. (15,7 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-3229-8

В сборнике содержатся доклады студентов, представленные на научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов «Дни студенческой науки». В рамках конференции работали следующие секции института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ: «Устойчивое развитие систем водоснабжения и водоотведения»; «Безопасная эксплуатация зданий и сооружений»; «Инновационные решения при экологическом строительстве и реконструкции»; «Реновация застроенных территорий, зданий и сооружений»; «Механизация строительства»; «Интеллектуальные системы и автоматика в строительстве»; «Общая и прикладная физика»; «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и тепловая защита здания»; «Теплоснабжение, газоснабжение и котельные установки».

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

Научное электронное издание

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

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2023

Ответственный за выпуск *Н.А. Макиша*

Институт инженерно-экологического строительства и механизации
(ИИЭСМ НИУ МГСУ).
Тел.: +7 (495) 730-62-53
e-mail: iesm@mgsu.ru
Сайт: www.mgsu.ru

Для создания электронного издания использовано:

Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Верстка макета — *Н.А. Макиша*

Подписано к использованию 15.05.2023. Объем данных 15,7 Мб

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет».
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.
Тел. (495) 287-49-14, вн. 14-23, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Устойчивое развитие систем водоснабжения и водоотведения»

Шмуневская А.О., Аветисян А.А. Ресурсосберегающие технологии на станциях водоподготовки.....	12
Юн Д.М., Замотай В.А. Ацидофикация сырого осадка сточных вод....	15
Полозов А.А. Проектирование работ по реконструкции напорных трубопроводов рукавами-шлангами.....	19
Даньшина Е.Д., Газарян А.А. Особенности систем водоотведения табачного производства.....	25
Симакова Я.А., Абрамова А.П. Проблемы водоподготовки в системе теплоснабжения с целью минимизации рисков аварийных ситуаций..	28
Пронькова О.В. Проектирование ремонтных работ с использованием технологии термомеханического сжатия полимерных труб.....	31
Поздеев М.М. Особенности проектирования и строительства подводных дюкеров.....	35
Решетова А.В. Сравнение технологий обработки высококонцентрированных по соединениям азота сточных вод.....	40
Алексеев И.А. Расчётное обоснование применения дюкеров при строительстве напорных трубопроводов.....	44
Володин Д.А., Матвеев Д.А. Ресурсосбережение в системе внутреннего водопровода.....	48
Жальских Т.Н. Решение вопросов обработки осадков сточных вод....	53
Рашев Д.А. Особенности очистки сточных вод в биопрудах.....	56

Секция «Безопасная эксплуатация зданий и сооружений»

Грошева Е. А. Применение современных методов и материалов при усилении строительных конструкций зданий.....	61
Малолетнев Н.М. Методы борьбы с обледенением кровель.....	64
Родиук В.Э. Химический состав воды и скорость коррозии труб.....	68
Романова А.В. О горизонтальной разводке систем центрального отопления.....	72
Ширинский М.Д. Эксплуатационные характеристики энергосберегающих фасадов.....	76
Володина А.А., Макаров О. В. Специальная оценка условий труда при обработке дорог и тротуаров противогололёдными материалами	79
Евланова Т.Е., Пронина В.А. Расчет освещенности и комфортности учебной аудитории.....	84
Печкина Е.К. Снижение эмиссии нитрид водорода из бетонных конструкций в процессе эксплуатации зданий и сооружений.....	88
Шакиров Р. М., Фролов Д. В. Инновационные методы мониторинга состояния зданий и сооружений.....	93

Андреева В.Ю. Снижение неучтенных расходов и потерь воды при эксплуатации многоквартирного дома.....	95
Якимишин Д.В. Предложение по ремонту конструкций пешеходного тоннеля с использованием инновационных материалов.....	98
Кузина И.С. Реставрация с приспособлением под современное использование здания культурного наследия.....	103
Умрилов Р.Р., Моисеева А.А. Повышение точности результатов технического обследования при эксплуатации зданий и сооружений..	108
Соляников Д.А., Асеев Н.Ю. Повышение надёжности эксплуатируемых зданий с применением инновационных материалов	112
Плотников А.Д. Нормативное регулирование капитального ремонта многоквартирных домов.....	115

Секция «Инновационные решения при экологическом строительстве и реконструкции»

Чижиков М.Е. Оценка влияния увеличения этажности здания на окружающую застройку при реконструкции.....	120
Никитенко А.А., Суворова А.Н. Особенности проведения обследований строительных конструкций неразрушающими методами контроля при реконструкции объектов культурного наследия.....	123
Адышкина К.В., Грошева Е.А. Элементы зеленого строительства, как инновационное решение при реконструкции.....	127
Евмененко А.П. Применение возобновляемых источников энергии при экологическом строительстве на примере солнечных панелей.....	131
Володина А.А. Сравнительный анализ проектных решений по модернизации системы отопления здания 1940-го года постройки.....	134
Нефедов С.С. Современные технологии повышения энергоэффективности жилых зданий при капитальном ремонте.....	138
Огрызко А.Г. Особенности ремонта системы отопления МКД без отселения жильцов	142
Журавлёва Д.А., Дадонова А.С. Применение автоматизированных систем управления в зданиях жилого назначения.....	145
Печкина Е.К. Сравнение отечественных инновационных систем наружного утепления фасадов.....	148
Косачев Д.А. Применение технологий зеленого строительства при проектировании МКД в южных районах	152
Манюшин А.А. Технология применения самовосстанавливающегося бетона для экологического строительства	156
Панькин М.В., Кулакова Е.А. Улучшение показателей энергоэффективности здания при капитальном ремонте.....	159

Пашин А.И., Беланов Ю.А. Сравнение отечественных и зарубежных строительных материалов. Поиск оптимальных решений внедрения экологичности в данной области.....	163
Блинова О.С. Обоснование внедрения цифровых технологий с целью повышения эффективности строительного производства при реконструкции.....	166
Симаков А.А., Волохова Е.В. Внедрение зеленых строительных технологий на примере построенных экозданий.....	170

Секция «Реновация застроенных территорий, зданий и сооружений»

Войтова А.А., Ключникова А.А. Композиционные варианты реконструкции городских кварталов.....	175
Грошева Е. А. Понятие проекта реновации в сфере городской территории и развития комфортной городской среды.....	179
Богатырева Е.В., Злобина Е.С. Целесообразность использования материалов вторичной переработки в сфере жкх в рамках программы реновации.....	182
Первухин В.К., Щукин И.Е. Технология информационного моделирования при благоустройстве квартала, подлежащего реновации.....	185
Кучеренко В.А., Паляя Р.К. Реновация жилой среды и формирование новых подходов к организации производства работ в северных регионах России.....	188
Коньков Д.А., Хаиров Т.З. Требования пожарной безопасности при реновации городских территорий.....	191
Кравченко К.Ю. Возможность применения технологии зеленых кровель при реновации городских территорий.....	194
Антониади В.Д. Выбор рационального состава бригады при проведении капитального ремонта фасада.....	197
Козак М. А. Эксплуатационные характеристики зданий, подлежащих реновации.....	199
Савин И.Ю. ESG реновация в России.....	202
Молоткова П.А. Реновация школ.....	204
Антониади Д.Д. Выбор рационального состава бригады при проведении капитального ремонта кровли.....	208
Амплеенков А.В, Коловская А.И. Реновация объектов, представляющих архитектурно-историческую и градостроительную ценность.....	210
Холявина П.С. Технология замкнутого цикла при демонтаже зданий и сооружений.....	214

Секция «Механизация строительства»

Голубева О.А., Мерзлякова П.О. Дирижабли в строительстве.....	218
Горяинова Д.О. Мобильный узел для производства торкрет-бетона....	224

Гурин А.И. Модернизация грузовой тележки мостового крана с целью упрощения конструкции.....	226
Жаворонков Г.Д. Разработка грузоподъемной системы для грузовых автомобилей.....	229
Жуков И.С. Применение аддитивных технологий для восстановления режущих элементов рабочих органов землеройных машин.....	233
Жынгель Д.М. Модернизация башенного крана МСТ-325 с целью увеличения зоны обслуживания.....	237
Заряева А.М., Веселова Д.А. Социальная приспособленность строительных машин.....	242
Козлов А.В. Применение подвижного противовеса автокрана.....	247
Кудрявцева Е.Е. Модернизация двухкабинного скоростного лифта....	250
Кузьмицкая П.А. Модернизация щековой дробилки со сложным движением щеки.....	253
Куренков К.М. Ловители скоростных лифтов.....	257
Маркевич В.Н. Разработка пластинчатого конвейера с возможностью промежуточной разгрузки.....	260
Молодецкая Ю.С., Михайлова С.С. Проходка туннелей под водой. Особенности и методика.....	264
Михаль М.С. Проектирование подъёмно-транспортного устройства для монтажа конструкций в труднодоступной местности.....	268
Морозов М.А. Модернизация фронтального погрузчика.....	272
Мухитова О.И. Современные производители лифтов в России.....	277
Пантелеева П.П., Лапицкий М.М. Модернизация механизма уравнивания башенного крана.....	280
Парусов А.А. Комплексная активация водно-цементной суспензии при производстве бетона.....	283
Сай В.А. Анализ прототипов экскаватора для работы в условиях слабой гравитации.....	286
Ушаков И.Е. Применение башенного крана в стесненных условиях...	291

Секция «Интеллектуальные системы и автоматика в строительстве»

Антонов Л.С., Гареев К.Р., Новиков А.С. Умные датчики и машины в процессе возведения зданий и сооружений.....	296
Богданов М. А. Роль искусственного интеллекта в проектировании и оптимизации конструкций и зданий.....	300
Бубнов Д.В., Волнушкина К.А. Обзор экспериментов дистанционной работы модели подводного экскаватора.....	304
Гасангусейнов М.Р. Модернизация сушильных камер конвекционного типа.....	309
Дьяков Г.А. Проектирование системы автоматизации инженерных сетей коттеджного посёлка.....	312

Сучкова А.С. Проектирование системы автоматизации индивидуального теплого пункта здания делового центра.....	316
Костин А.И. Разработка системы автоматического управления процессом производства железобетонных стеновых панелей.....	319
Петрий А.А., Курзина О.О. Разработка систем управления с применением нейросетевых технологий в строительстве.....	322
Рындин Н.А. Автоматизация технологического процесса производства полимерных труб.....	328

Секция «Общая и прикладная физика»

Савинская Н.Д., Есечко П.Д. Использование нанороботов в строительстве.....	333
Шеншин И.Е. Давление света.....	336
Власенко В.А. Солнечные панели как альтернативный вид источников энергии.....	339
Глухова Т.В. Проблемы устойчивости высотных зданий и сооружений.....	342
Колбин И.В., Овчинников И.П. Освещенность помещений в условиях мегаполиса.....	346
Нефедкина А. Д. Особенности экстремальных конструкций в условиях водной среды.....	351
Растова А.Ю. Сейсмостойкость сооружений на примере Пизанской башни.....	355
Семашкин А.Д., Шаманин М. О Колебания зданий, устойчивость к ветровым нагрузкам.....	360
Со Н.А., Новиков В.М. Механика воды. Гидравлический удар.....	364
Хрыков М.М., Хайруллинов М.Н. Влияние температуры и влажности на атмосферную коррозию.....	368
Шагеев Д.Р., Бобров М.И. Опреснение воды в целях её применения в быту и промышленности.....	372
Шевцова Е.В. Классификация особых систем и методов сейсмостойкости уникальных зданий и сооружений.....	377
Гольбин А.А., Сас С.Е. Моделирование охлаждения трехслойной стены в условиях экстренного отключения теплоснабжения.....	381
Коннов А.М., Еловских К.Д. Распределение температуры в слое термически неоднородного материала.....	385
Сас С.Е. Анализ погрешностей при определении момента инерции махового колеса.....	389
Хромов П.С., Ярков М.В. Практическое применение метода дистанционного определения радиоярких контрастов в строительстве.....	393

Частова В.Ю., Бурмистрова Т.И. Возможность применения алюмосиликатов для упрочнения строительных материалов.....	395
Тайчинов Д.Р. Применение нанокompозитных материалов для строительства и реконструкции гражданских зданий и сооружений...	400
Колобякина А.А., Воронина А.А. Влияние лазерных космических солнечных электростанций на экосистему.....	404
Каковкин А. Д. Удивительное применение физики в архитектуре.....	407
Бекташ Э. Х., Никонова С. А. Чёрные дыры с точки зрения физики...	411
Таратинская А.С., Гурина А.П. Оптические иллюзии и их роль в жизни человека.....	413
Трофимова А. М., Смирнова С. П., Еливанова Е. А. Стабилизация грунтов и укрепление фундаментов зданий и сооружений инъекционными растворами с добавлением отходов производства....	417
Овчинников Д.Д., Пашнин И. А. Расчет ускорения свободного падения г. Нелидово Тверской области.....	420
Боев С.Р. Применение в строительстве одномерных, двумерных и трехмерных температурных полей.....	423
Зобнина Ю.С. Физические принципы энергосбережения в строительстве.....	427
Тимофеева М.Р. Физические основы оценки инфильтрации жилых и общественных зданий.....	431
Туровец П.К. Физическая основа возобновляемых источников энергии.....	434

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

Туровец П.К. Тенденции развития возобновляемых источников энергии.....	441
Зобнина Ю.С. Применение энергосберегающих технологий в строительстве.....	445
Приходько В.Д., Жерносек М.А. Анализ стоимости электроэнергии в Российской Федерации для экономической оценки энергосберегающих мероприятий.....	449
Ахвердашвили Р.Г. Сравнение времени остывания помещений с наружными стенами различного состава равного сопротивления теплопередаче при отключении отопления.....	458
Урядов М.И. Способы задания исходных климатических данных для моделирования нестационарного теплового режима помещения. Мировой опыт.....	461
Шахмалиев Р.Т. Влияние сквозной теплоустойчивости ограждающих конструкций на температурный режим помещения.....	466
Савенко Г.А. Системы противодымной вентиляции. Пример обеспечения расчетных параметров противодымной вентиляции.....	470

Арутюнян А.М. Закономерности изменения теплоотдачи воздуховода переменного сечения в системах бесконтактного воздушного отопления.....	473
Петров Г.А. Анализ показателей комфорта в помещении при переменном расходе воздуха.....	480
Овчарова А.В. Расчет воздухообмена в бассейне по избыткам полной теплоты.....	487
Тихомиров К.С., Воинова Е.М., Кульдякина О.М. Экспериментальная проверка теплотехнической неоднородности элементов наружных стен жилых зданий в натуральных условиях.....	494
Пахоменко Е.В. Анализ изменения энергоёмкости валового внутреннего продукта на выполнение указа президента.....	506

Секция «Теплоснабжение, газоснабжение и котельные установки»

Жилкина Л.П. Обеспечение условий безопасности, вызванных нарушением работы удаления продуктов сгорания.....	512
Сапронова М.Ю. Организация безопасности обслуживания систем газоснабжения.....	519
Коцкий И.К. Исследование влияния угла наклона световой конструкции на термическое сопротивление стеклопакета.....	524
Орехова К. А. Повышение эффективности работы систем ОВиК здания школы.....	527
Ермоленко Д.В. Системы энергоэффективности пассивного дома.....	530
Шкавронская М.А. Использование цифровых технологий при проектировании тепловых сетей.....	533
Чайкина К. О., Ивашковская С. А. Определение необходимого объёма ёмкостного водонагревателя для индивидуального жилого дома.....	537

Секция
«Устойчивое развитие систем водоснабжения и
водоотведения»

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ

Шмулевская А.О., студент магистратуры 2 курса 4 группы ИИЭСМ
Аветисян А.А., студент магистратуры 2 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Алексеев С.Е., к.т.н., доц.

Вода — это ценный природный ресурс, оказывающий колоссальное влияние на большинство аспектов жизнедеятельности человека. В связи с развитием промышленности и ростом городов, особое внимание уделяется качеству воды и ее экономии.

В настоящее время актуальной задачей является рациональное использование водных ресурсов. Существующие процессы водоподготовки и транспортировки воды до конечного потребителя недостаточно эффективны. Средний процент потерь для 13 крупнейших городов мира составляет около 20% [1].

Ресурсосбережение — это комплексный вопрос, который затрагивает и водопроводные очистные сооружения. Рациональный подход к модернизации всех блоков станции и интенсификация их работы помогает решить технологические, экономические и экологические задачи.

Кубометры воды тратятся на промывку скорых фильтров. До 20% от среднесуточной производительности водопроводной станции могут составлять промывные воды. В соответствии с действующими нормативными документами на станциях очистки воды предусматривается повторное использование промывных вод. Загрязненная промывная возвращается в «голову» сооружения после отстаивания или без него [2]. При этом возрастает нагрузка по загрязнению на основной блок очистной станции. Также в промывных водах сложно обеспечить постоянство концентрации примесей и, соответственно, проблематично подобрать оптимальных режим введения реагентов.

После промывки фильтрующих сооружений сточная вода попадает в сооружения повторного использования промывных вод. Для повышения качества осветления промывной воды целесообразно применение реагентов. Например, комплексного коагулянта, который состоит из сульфата алюминия (СА) и оксихлорида (ОХА). Водные растворы вводятся в соотношении 2:1 по окиси алюминия [3-4].

Главным недостатком использования коагулянтов при отстаивании промывных вод является образование рыхлого осадка. Он часто всплывает, содержится в воде в виде хлопьев, а осевший имеет малую плотность и высокую влажность. На водопроводных станциях приходится предусматривать дополнительные сооружения для осветления вод и обезвоживания осадков, что усложняет технологию.

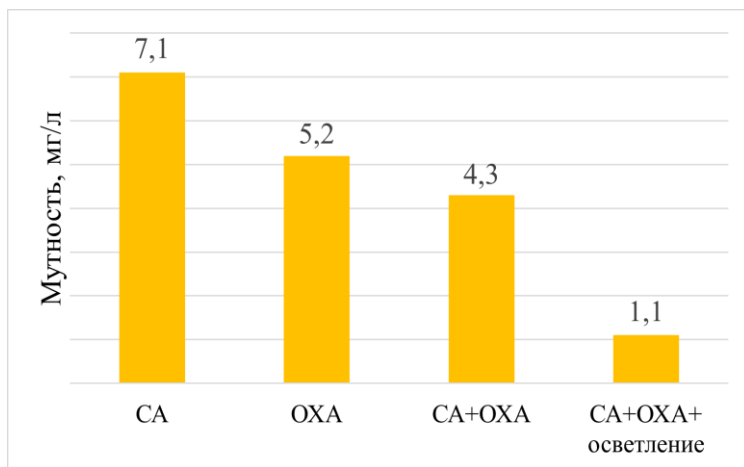


Рисунок 1. Результаты экспериментов

Эксперименты показали, что при использовании комплексной добавки оксихлорида и сульфата алюминия, сокращается объем осадка до 30% и повышается его плотность по сравнению с осадком, полученным после обработки воды OXA. Это достигается благодаря синергетическому эффекту компонентов комплексного коагулянта [4].

Однако не всегда ввод коагулянтов при обработке промывных вод обеспечивает достаточный уровень очистки воды. Во время внедрения вышеупомянутой схемы на практике было принято решение, что для интенсификации процесса стоит применить катионный флокулянт Праестол 650 TP в дозе 0,05 мг/л. Если после этого дочистить промывную воду в осветлителе, то она будет соответствовать по качеству питьевой воде (рис.1). Такую воду можно направлять не в «голову» сооружения, а сразу на промывку скорых фильтров.

Катионные или анионные флокулянтов имеют примерно одинаковую эффективность при осветлении промывных вод. Большее значение имеет доза реагента и время его перемешивания со шламом.

На очистных сооружениях на р. Иртыш были проведены эксперименты по использованию только флокулянта. При вводе ПАА в дозе 0,3 мг/л за 30 мин скорость осаждения взвеси увеличивается больше чем в 2 раза по сравнению с безреагентным отстаиванием.

Говоря о реагентной обработке сточных вод фильтров, важно отметить влияние добавок на процессы, происходящие в основном блоке сооружений. В данном случае было установлено, что добавление воды, осветленной флокулянтам, к природной приводит к увеличению эффективности их совместной очистки, процесс коагуляции не нарушается [5].

Однако, ввод реагентов при отстаивании сточных вод от фильтровальных сооружений не всегда обоснован. Если концентрация

взвешенных веществ не большая, то медленное и непродолжительное перемешивание вод может дать значительную эффективность осветления промывных вод.

Оптимальным решением является в паводок обрабатывать воду флокулянтам, а летний и зимний период использовать безреагентную схему.

Сокращение объемов безвозвратно потерянных вод на водопроводной станции можно добиться не только благодаря использованию реагентов, но и путем модернизации конструкции скорых фильтров.

На Главной водопроводной станции г. Санкт-Петербург было проведено сравнение эффективности различных дренажных систем скорых фильтров: полимербетонной, колпачковой и трубчатой. На сооружении одновременно работали все три системы.

Пористые полимербетонные дренажи известны давно. К их достоинствам относятся повышение надежности работы фильтра, отсутствие необходимости в использовании гравийного слоя и уменьшение объема СМР.

Трубчатая распределительная система представляет собой систему перфорированных труб. Она находится под слоем гравия. Отверстия труб направлены под углом ко дну, чтобы струи воды, отражаясь, образовывали равномерные восходящие потоки в толще загрузки.

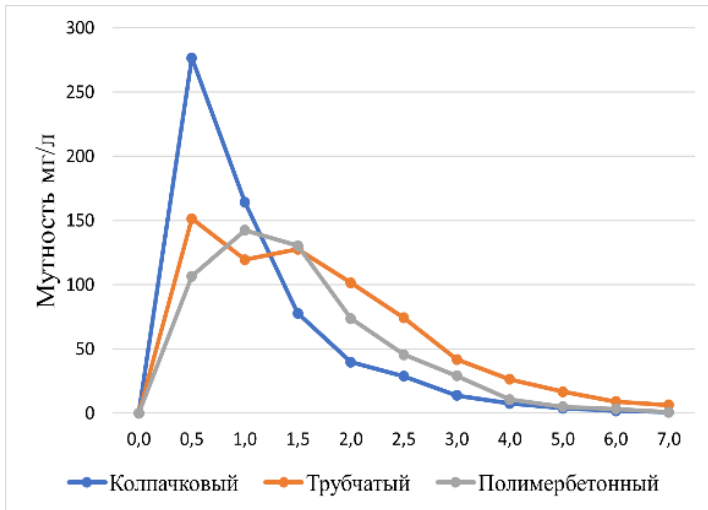


Рисунок 2. Сравнительные графики динамика промывки скорых фильтров

Колпачковый дренаж – это вмонтированная в дно фильтра или в распределительные трубы система колпачков. На квадратный метр устанавливается 35–50 колпачков. Через них можно равномерно распределять как воду, так и воздух при промывке фильтра. Из-за этого эффективность очистки в разы повышается.

Анализируя график (рис.2), можно сделать вывод, что колпачковый дренаж обеспечивает удаление около 80% загрязнений в первые 2 минуты промывки фильтра. Для полимербетонного этот показатель достигается на четвертой минуте, а для трубчатого через 4 минуты.

Наилучшие результаты показал фильтр с колпачковой дренажной системой. Она обеспечивает меньшую годовую потерю загрузки и истираемость. Благодаря высокоэффективной промывке увеличивается в 2 раза фильтроцикл. Однако такая дренажная система очень трудоёмкая в производстве на существующих сооружениях водоподготовки и имеет высокую стоимость [6].

Таким образом, ресурсосбережение при промывке скорых фильтров можно достичь несколькими путями. Для каждой станции рациональным будет свой способ. Окончательное решение принимается после анализа технологических, технических, экологических и во многом экономических факторов.

Библиографический список

1. Громов Г.Н. Совершенствование гидравлических и техникоэкономических расчетов систем подачи и распределения воды с использованием электронных моделей: дис.на соискание ученой степени канд. тех. наук : 05.25.04 / Примин Олег Григорьевич; НИУ МГСУ. – Москва, 2021 – 143 с.

2. СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* М.: Минстрой России, 2023.

3. Пат. 2372297, РФ, МПК С02F 1/52 С02F (2006.01), 103/04 (2006.01), Способ осветления и утилизации промывных вод фильтровальных сооружений станций водоподготовки: № 2008116901/15, заявл. 08.04.2008, опубл.10.11.2009 / Войтов Е. Л., Сколубович Ю. Л., Сколубович А. Ю. – 5 с.

4. Сколубович Ю. Л. и др. Очистка и повторное использование промывных вод водоочистных станций //Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2019 году. – 2020. – С. 413-417.

5. Алексеев С.Е., Шелест С.Н., Захаров В.Р., Моор Н.В. Опыт внедрения технологии утилизации промывных вод на водопроводных очистных сооружениях г. Омска // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 6. С.9-18.

6. Ескин С. С., Новолуцкий И. М., Семиволос Е. Н. Выбор конструкции распределительных (дренажных) систем на сооружениях водоподготовки ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» // Наилучшие Доступные Технологии водоснабжения и водоотведения. – №. 6. – С. 16-25.

АЦИДОФИКАЦИЯ СЫРОГО ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

Юн Д.М., студент 4 курса 11 группы ИИЭСМ

Замотай В.А., студент 2 курса 12 группы ИИЭСМ

Научные руководители: Гогина Е.С., к.т.н., доц., Гульшин И.А., к.т.н.

Согласно известным статистическим данным, на большинство городских канализационных очистных сооружений поступают сточные воды с низким содержанием органических веществ и высокими концентрациями биогенных элементов – азота и фосфора. Это приводит к сложностям при проектировании и эксплуатации очистных сооружений, требует повышенного расхода реагентов (внешней углеродной подпитки и коагулянтов), что негативно сказывается на стоимости жизненного цикла станции. Ситуация осложняется логистикой поставок реагентов в труднодоступных населенных пунктах, часто встречающихся на территории России – например, возникают внушительные капитальные затраты на складское хранение годового запаса реагентов. Это делает крайне актуальными способы безреагентного обеспечения стабильности и эффективности биологических методов очистки сточных вод



Рисунок 1. Технологический процесс

Ацидофикация – это биологический процесс, представляющий собой неполную анаэробную минерализацию осадка, завершённую на двух стадиях из четырёх. В результате ацидофикации сточные воды насыщаются летучими жирными кислотами, необходимыми для эффективного процесса дефосфотации, основанного на жизнедеятельности фосфат-аккумулялирующих бактерий.

Ацидофикация позволяет снизить затраты на очистку воды, при этом повысив эффективность данного процесса за счёт снижения затрат на реагенты необходимые для химической очистки воды (коагулянтов), дополнением является то, что за счёт уже содержащейся в канализационной воде органике уменьшаются затраты на ее утилизацию, так же повышая экологичность процесса очистки воды от загрязнений. Другая также актуальная задача, решаемая при ацидофикации, — увеличение соотношения БПК/азот для проведения денитрификации до необходимой глубины. Процесс ацидофикации повышает надёжность удаления фосфора фосфатов на уровне 0.2-0.7 мг/л, а также обеспечивает условия поддержания азота нитратов на уровне ниже 9 мг/л и показателей концентрации БПК5 = 8

и ХПК = 80. Безусловным преимуществом является так же и то, что процесс ацидофикации может быть реализован начиная с небольших очистных сооружений.

В настоящее время рекомендации по использованию ацидофикации представлены как в СП 32.13330.2018, так и в информационно-техническом справочнике по наилучшим доступным технологиям. В обоих случаях перечислены основные технические решения по обеспечению процесса, однако не представлены конкретные рекомендации по расчетному обоснованию принимаемых решений.

Предлагается четыре варианта технологии – рециркуляция осадка в отстойниках, уплотнение осадка в отстойниках, ферментация осадка в отдельных ацидофикаторах и ферментация в анаэробной зоне аэротенков. На основании анализов субстратов сточных вод Российской Федерации, можно сделать вывод о том, что их спецификой является низкое содержание легкодоступной органики, необходимой для эффективной работы аэротенков, и высокое содержание азота и фосфора.

На Люберецких очистных сооружениях сотрудниками АО Мосводоканал внедрена система ацидофикации для обеспечения работы аэротенков по схеме УСТ (ЮКТ). Согласно заявлениям специалистов Мосводоканала по состоянию на 2022 год Люберецкие очистные сооружения – единственные в России с полномасштабным внедрением технологического процесса ацидофикации (что подтверждается сведениями справочника по наилучшим доступным технологиям).

На данных очистных сооружениях внедрялись два варианта технических решений по осуществлению процесса – в отдельных ацидофикаторах, оборудованных на основе реконструированных первичных отстойников и непосредственно в анаэробных зонах аэротенков. Внедрению предшествовали исследования, направленные на предварительную оценку эффективности ацидофикации для конкретной поступающей сточной воды.

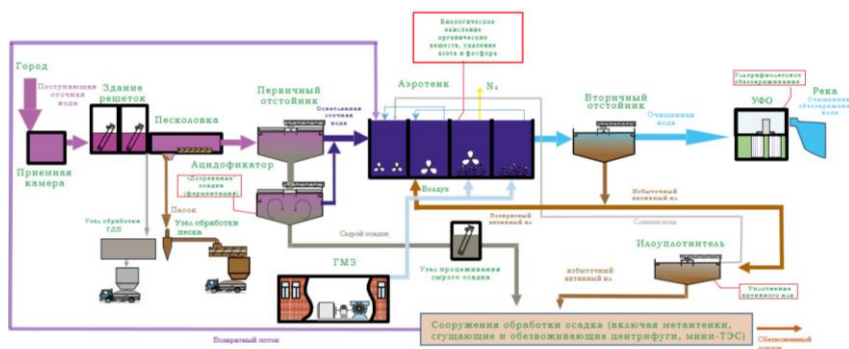


Рисунок 2. Схема сооружений очистки сточных вод с ацидофикацией первичного осадка

В России комплексными исследованиями ацидофикации с дальнейшими практическими внедрениями на реальных очистных сооружениях занимались, в основном, две группы авторов – коллектив сотрудников АО Мосводоканал, и группа с участием Натальи Сергеевны Жмур.

Исследования проводились при различных температурах сточных вод, но в довольно узких диапазонах концентраций загрязнений, соответствующих определенным сточным водам. В результате исследований получены определенные зависимости для определенных технологических схем, но методики расчета не представлены.

Надо отметить, что в ведущих международных журналах ситуация обстоит похожим образом. Проведено множество отдельных исследований процесса ацидофикации для конкретных сточных вод при определенных технических реализациях процесса, однако общих расчетных методик не представлено. Кроме того, подробного сравнения различных технических способов ацидофикации также нет, что затрудняет расчетное обоснование применяемых решений.

Таким образом, в течение 1,5 месяцев решено провести лабораторное исследование процесса ацидофикации сырого осадка для различных технологических режимов этого процесса. На рис. 3 представлен план эксперимента.

Планирование эксперимента



1. Продолжительность эксперимента – 1 календарный месяц;
2. Характеристики осадка и сточной воды – в соответствии с действующими очистными сооружениями;
3. Контролируемые параметры: ХПК, ЛЖК, БПК₅, взвешенные вещества, аммонийный азот, нитраты, фосфаты

Рисунок 3. Планирование эксперимента

Исследование будет проводиться для всех рекомендуемых технологических способов ацидофикации при различных температурах и продолжительности обработки осадка. Характеристики сточной воды и осадка будут соответствовать характеристикам действующих очистных сооружений. При этом до обработки и после будут определяться основные показатели сточной воды, а также летучие жирные кислоты.

По результатам исследования получится провести сравнение эффективности того или иного технологического способа и уточнить характеристики обработанной сточной воды.

Выводы

1. Ацидофикация – крайне актуальный технологический процесс для реконструкции и строительства новых очистных сооружений в России;
2. В настоящее время наблюдается недостаток комплексных исследований процессов ацидофикации осадков сточных вод по всем четырем рекомендуемым НД способам;
3. Исследования для отдельных методов ацидофикации на конкретных сточных водах показывают положительное влияние на процессы глубокого удаления фосфора;
4. Для проведения сравнительной оценки всех рекомендуемых способов ацидофикации и уточнения технологических показателей планируется проведение лабораторного исследования при различной продолжительности обработки и температуре воды и осадка

Библиографический список

1. СП 32.13330.2018. Актуализированная версия СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения., 2018.
2. ИТС 10-2019 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.
3. Сайт Мосводоканала [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Мосводоканал, –
4. Режим доступа: <https://www.mosvodokanal.ru/forexperts/articles/5838> , свободный.
5. Сайт Willey Online Library [Электронный ресурс]. – Water Environment Research vol. 76 issue 1 –
6. Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2175/106143004X141546> , свободный
7. Сайт ScinceDirect [Электронный ресурс]. – Water Research journal vol. 35 issue 18 –
8. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135401001713>, свободный

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОТ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ РУКАВАМИ ШЛАНГАМИ

Полозов А.А., студент магистратуры 2 курса 5 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – **Орлов В.А.**, д.т.н., проф.

Статистические данные ежегодно демонстрируют положительную динамику роста протяженности возводимых на территории РФ водопроводных сетей [1]. Однако пропорционально этому показателю также растет протяженность сетей, нуждающихся в ремонте или замене (рис. 1).

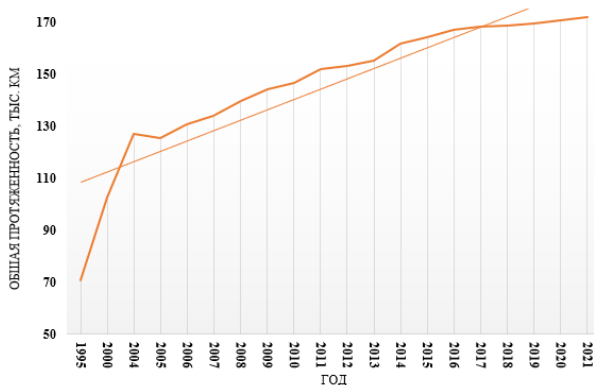


Рисунок 1. Протяженность сетей водопровода РФ, нуждающихся в ремонте или замене

В последние десятилетия в сфере строительства, ремонта и реконструкции городских коммунальных систем водоснабжения и водоотведения для решения указанных проблем активизировалось новое направление, получившее название бестраншейной технологии строительства новых и восстановления старых трубопроводов. Это направление является весомой альтернативой открытому способу строительства, ремонта и реконструкции подземных трубопроводов любого предназначения, так как почти по всем параметрам превосходит его, ведь ключевой его особенностью является малый, а в некоторых случаях нулевой объем проводимых в период строительства земляных работ [2,3,4].

Однако, созданные в нашей стране методы траншейной и бестраншейной реновации трубопроводов значительно уступают иностранным как по комплексной эффективности от их применения, так и по ценовому вопросу. Одним из современных методов бестраншейной реновации трубопроводов, широко зарекомендовавшем себя за рубежом, является использование рукавов-шлангов системы *Primus Line* [2,3].

Primus Line — бестраншейная технология санации напорных трубопроводов низкого, среднего и высокого давления, предназначенных для транспортировки различных сред, например воды, газа и нефти. В основе метода лежат гибкий высоконапорный рукав и соединительная техника, разработанная специально для этой системы. Ключевое отличие

Primus Line от обычных тонкостенных полимерных рукавов состоит в том, что после его введения в ветхий трубопровод он не склеивается с внутренней поверхностью трубы.

По причине своей многослойной структуры и очень незначительной толщины стенок рукав-шланг системы *Primus Line* предлагает гибкость и в то же время крайне высокую прочность за счет чего обладает самонесущей способностью.

Строение рукава-шланга *Primus Line* представлено на рис. 2.

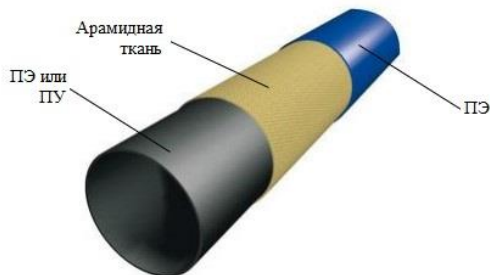


Рисунок 2. Строение рукава-шланга *Primus Line*

Внешний слой изделия выполнен из устойчивого к истиранию полиэтиленового материала для необходимой защиты внутренней ткани при втягивании рукава.

Внутренний слой в зависимости от среды применения выполняется на основе полиэтилена или термопластичного полиуретана. Внутреннее покрытие является крайне гладким и, благодаря более низкой гидравлической шероховатости, обладает меньшим сопротивлением, чем традиционные материалы – такие, как например, сталь.

Между внутренним и внешним слоем находится бесшовная арамидная ткань в качестве статически несущего слоя.

Грамотный подбор материальной составляющей структурного каркаса, а также высокотехнологичная и отточенная технология производства рукава-шланга *Primus Line* определяют его технические характеристики, представленные в таблице 1 [5].

Таблица 1. Технические характеристики рукава-шланга *Primus Line*

Характеристика	Ед. изм.	Показатель
Диаметр	мм	150-500
Максимальное рабочее давление	МПа	5,5
	МПа	7,1 (2-слойная ткань)
Давление разрыва	МПа	17,5
Толщина стенок	мм	6,5
	мм	9,0 (2-слойная ткань)
Вес	кг/м	1,6-9,2

Характеристика	Ед. изм.	Показатель
Устойчивость к истиранию снаружи	мм	10,5
Максимальная длина втягивания	м	2000

Таким образом, *Primus Line* отличается короткими сроками санации и быстрым введением в строй и, тем самым, представляет собой не только недорогую альтернативу открытому способу санации, но и высококачественный метод обновления напорных трубопроводов [5].

Чтобы принять решение, возможна ли санация с помощью системы *Primus Line*, нужно изучить текущее состояние подлежащего санации трубопровода, а также учесть физические условия эксплуатации применяемого при реновации рукава-шланга, выполнение которых позволит достичь максимального эффекта от применения данного метода [5].

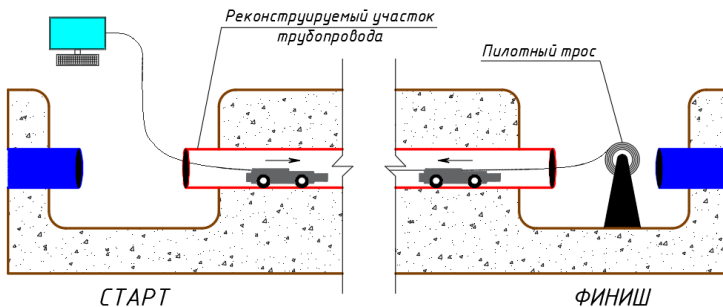


Рисунок 3. Обследование участка трубопровода телевизионным роботом

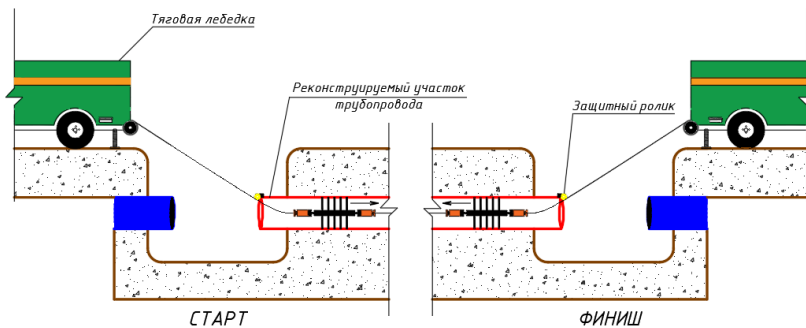


Рисунок 4. Процесс очистки реконструируемого участка трубопровода

Предварительные работы при монтаже рукавов *Primus Line* заключаются в проведении следующих операций [5]:

1. Выполнение водопонижения при наличии грунтовых вод.
2. Разъединение трубопровода с обеспечением альтернативного снабжения или без него.

3. Обустройство котлованов (колодцев) для монтажа рукава-шланга.
4. Обследование трубы с помощью телевизионного робота (рис. 3).
5. Очистка трубы скребками из пружинной стали и резиновыми шайбами для удаления отложений (рис. 4).

Втягивание *Primus Line* допускается производить только в *U*-образной форме, если номинальный диаметр saniруемой трубы совпадает с диаметром рукава-шланга. Для этих целей предназначена специально разработанная передвижная машина для складывания, которая позволяет складывать *Primus Line* в *U*-образную форму непосредственно на рабочей площадке. Втягивание *Primus Line* может осуществляться с постоянной скоростью до 5 м/мин (рис. 5).

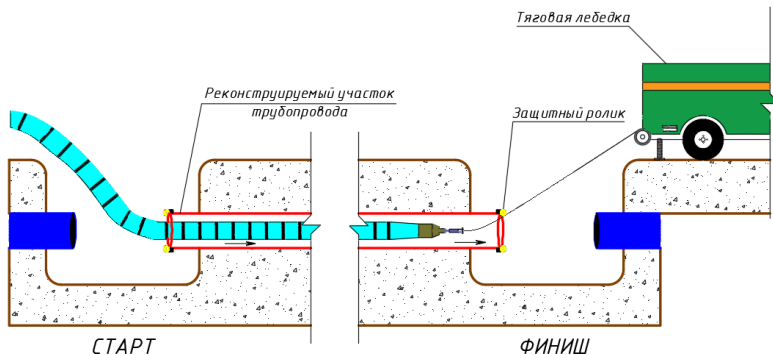


Рисунок 5. Втягивание рукава-шланга в реконструируемый участок трубопровода

Процесс втягивания завершен, когда втягивающая головка вышла примерно на 3 м за конец трубы в конечном котловане и после снятия тягового усилия на тяговой лебедке продолжает свободно лежать в таком положении.

После завершения процесса втягивания систему *Primus Line* следует проверить в конечном котловане на наличие повреждений поверхностной оболочки. После проверки сложенная труба *Primus Line* на обоих концах с помощью пневматических заглушек прочно и герметично запирается, и в нее подается сжатый воздух. Уже после создания небольшого внутреннего давления (около 0,1 МПа) *Primus Line* приобретает круглую форму. Клейкая лента, ранее связывающая рукав, разрывается [5].

После втягивания рукава-шланга необходимо прибегнуть к монтажу соединителей, которые создают плотное соединение с существующей трубой или переходными частями. Перед монтажом соединителя гибкий трубопровод отрезается соответственно длине старой трубы.

В рамках выполнения данной работы был осуществлен сравнительный анализ потребления электроэнергии при транспортировке воды расходом 0,07 м³/с по напорным трубопроводам из альтернативных материалов, в

качестве которых выступали однослойный рукав Primus Line (толщина стенки 6,5 мм) с внутренним диаметром 0,302 мм, а также стальной трубопровод с внутренним диаметром 0,315 мм. Длина рассматриваемого участка 500 м. Температура транспортируемой воды 10оС.

Расчетные показатели потребления электроэнергии приведены в таблице 2.

Таблица 2. Расчетные показатели потребления электроэнергии

Характеристика	Ед. изм.	Primus Line	Стальной трубопровод
Скорость течения воды в трубе	м/с	0,9772	0,8982
Коэффициент динамической вязкости, отнесенный к потоку жидкости	Па•с	0,001329635	0,001329635
Коэффициент динамической вязкости, отнесенный к температуре стенки трубы	Па•с	0,001329635	0,001329635
Соотношение динамических вязкостей	—	1,0	1,0
Коэффициент кинематической вязкости жидкости	м2/с	0,000001298	0,000001298
Число Рейнольдса	—	227435,58	218049,35
Расчетный коэффициент гидравлического трения	—	0,015206	0,015332
Потребление электроэнергии через коэффициент удельного сопротивления ЭА	кВт•ч/год	5903,178	9949,228

Таким образом, произведена предварительная оценка эффективности рукава-шланга Primus Line, которая показывает высокую результативность применения данного метода в рамках бестраншейной реновации напорных трубопроводов (в том числе на примере экономии электроэнергии).

Библиографический список

1. Орлов В.А., Шлычков Д.И., Коблова Е.В. Реновация трубопроводов как средство энергосбережения при реализации бестраншейных технологий // Вестник МГСУ. 2011. № 6. С. 590-595.
2. Орлов В.А. Бестраншейные технологии и энергосбережение. – М.: АСВ, 2021. 123 с.
3. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий. Теория и практика. – М.: ПрессБюро, 2005. 305 с.
4. Белякова Е.В., Головин К.А. Современные бестраншейные технологии // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2009. № 3. С. 238-244.
5. Рэдлингер Primus Line ГмбХ: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://www.primusline.com/ru/>. – Текст: электронный.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ ТАБАЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Даньшина Е.Д., Газарян А.А. студенты 2 курса магистратуры 5 группы ИИЭСМ

Научный руководитель –Алексеев Е.В., д.т.н., проф.

В табачной промышленности выделяют два основных вида производств: производство и переработка табака, выпуск табачных изделий.

Российское табачное производство уступает по промышленным мощностям только японскому, американскому и китайскому рынкам. Основная часть заводов работает в Центральном, Поволжском и Северо-Западном федеральных округах. Всего отрасль насчитывает более 70 предприятий [1].

Стабильно развивающееся предприятие табачной отрасли должно в первую очередь быть экологически безопасным.

Экологическая безопасность – это соответствие деятельности предприятия по охране окружающей среды действующему законодательству [2].

Для табачного производства основной задачей в экологической безопасности является обеспечение соответствия сбрасываемых в городскую канализацию промышленных сточных вод с соблюдением предельно допустимых концентраций согласно требованиям Федерального закона, №416-ФЗ от 07.12.2011 (ред. от 01.07.2021) "О водоснабжении и водоотведении".

Источник сточных вод в производственном процессе состоит из двух частей: производственных и бытовых сточных вод. Производственные сточные воды составляют 50-60% от общего объема воды, которая поступает на технологический цикл [3].

Сточные воды поступают на очистные сооружения в основном из цеха подготовки табака, их источниками являются конденсат от сборного воздуховода, химический и биологический скруббер. Конденсат, образующийся на внутренних стенках воздуховода и отводимый системой дренажа, загрязнен веществами, содержащимися в отводимом от оборудования воздушном потоке (аммиак, фенол, формальдегид, никотин). Стоки от химического скруббера представляют собой регулярно отводимую из аппарата слабокислую отработанную жидкость с содержанием сульфатов до 20 г/м³ и биологического скруббера – суспензию избыточных микроорганизмов, содержащей 2-6 г/л сухих веществ в основном органической природы.

Производственные стоки от клеевой мойки поступают в масло-жироуловитель и после локальной очистки сбрасываются в систему бытовой канализации.

Источниками бытовых сточных вод табачного производства являются столовые, санузлы, душевые.

В технологических процессах очистки сточных вод табачных производств применяют механические, физико-химические, химические и биологические методы очистки воды. Наиболее эффективным является комбинированный процесс очистки сточных вод, сочетающий использование нескольких методов. Это позволяет достичь требуемый эффект очистки воды при оптимальных затратах [4, 5].

Выбор технологии очистки сточных вод зависит от особенностей состава производственных сточных вод и требований, которые предъявляются к их сбросу.

Принципиальная схема очистных сооружений табачного производства приведена на рис. 1.

Сточные воды, отводимые от производственных процессов, направляются в приемный резервуар, оборудованный двумя тангенциальными решетками и системой аэрации для обеспечения перемешивания находящейся в нем жидкости.

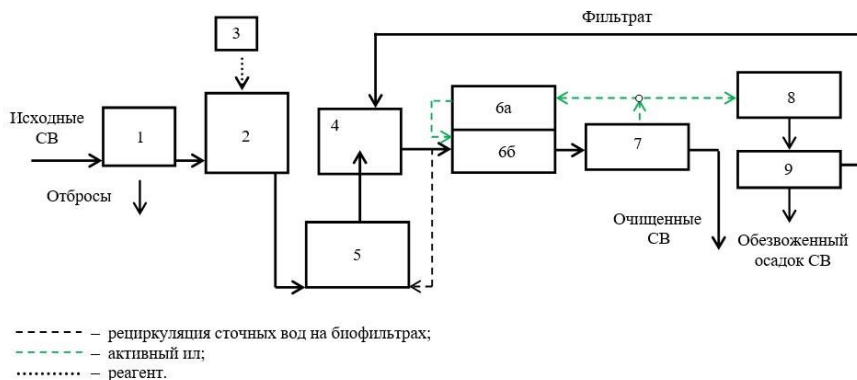


Рисунок 1. Принципиальная схема очистных сооружений. 1 – приемный резервуар с решеткой; 2 – усреднитель состава сточных вод; 3 – реагентное хозяйство; 4 – биофильтр; 5 – регулирующий резервуар биофильтра; ба – аэротенк (зона регенерации активного ила); бб – аэротенк (зона собственно аэротенка) 7 – вторичный отстойник; 8 – аэробный стабилизатор осадка; 9 – фильтр-пресс.

После срабатывания поплавкового выключателя сточные воды перекачиваются насосом из приемного резервуара в усреднитель расхода и концентрации сточных вод. Также, как и в приемном резервуаре усреднитель с целью улучшения перемешивания жидкости и насыщения ее кислородом должен быть оборудован системой аэрации. Из реагентного хозяйства в усреднитель для регулирования рН сточных вод добавляется реагент.

Регулирующая емкость усреднителя расхода определяется разностью между минимальным и максимальным уровнями воды в нем. Верхний уровень ограничивается уровнем установки аварийных насосов. В случае аварийного повышения уровня воды в усреднителе предусмотрен трубопровод для отведения сточных вод в приемный резервуар.

Далее поток сточных вод подается на биологическую очистку с помощью насоса. Включение насоса происходит по комплектному с насосом поплавковому выключателю, который срабатывает при повышении уровня воды в усреднителе. Из усреднителя сточные воды направляются в регулирующие резервуары биофильтров и оттуда насосами подаются в систему орошения биофильтров.

Биофильтры могут работать с рециркуляцией, при этом вода из регулирующих резервуаров подается рециркуляционными насосами на биофильтры. При отсутствии притока сточных вод (при остановке основного производства) происходит рециркуляция объема воды, равного объему регулирующих баков биофильтров. При этом биопленка в биофильтрах сохраняет свою жизнеспособность.

Очищенная вода после биофильтра самотеком попадает обратно в регулирующие резервуары и далее насосами направляется в аэротенки. В аэротенках биологическая очистка осуществляется активным илом, который циркулирует из вторичного отстойника. Аэротенки разделены на две зоны: зону регенерации активного ила и зону собственно аэротенка. Циркулирующий активный ил направляется в зону регенерации, где ил аэрируется и восстанавливается после нахождения во вторичных отстойниках [6].

Из аэротенков иловая смесь самотеком попадает во вторичные отстойники и после отстаивания в них очищенная вода сбрасывается в городскую канализацию.

Осадок активного ила, отводимый из вторичных отстойников, делится на два потока, циркулирующий активный ил перекачивается в зону регенерации аэротенка, а избыточный активный ил – в аэробный стабилизатор.

Уплотненный стабилизированный ил после добавления флокулянта направляется на фильтр-пресс. Обезвоженный осадок вывозится.

Данная схема позволяет добиться высокой степени очистки сточных вод (см. таблицу 1).

Таблица 1. Показатели поступающих и очищенных сточных вод табачного производства

Показатели	Ед. изм.	На входе в очистные сооружения	На выходе из очистных сооружений	Нормативные показатели
ХПК	мг/л	7500-15000	1065	700 (1250 при 2,5 БПК ₅)

БПК ₅	мг/л	6000	425	500
Взвешенные вещества	мг/л	500-3500	280	300

Заключение

Несоблюдение технологии очистки сточных вод табачного производства приведет к попаданию в городскую канализацию высокого содержания органических загрязнений, которые являются причиной заиливания трубопроводов и снижения эффективности работы городских очистных сооружений, что повлечет за собой серьезные экологические последствия.

Кроме того, проведение некачественной очистки сточных вод либо нарушение технологии очистки, является нарушением Российского законодательства, и ведет к росту размера платы за сброс загрязняющих веществ в составе сточных вод сверх установленных нормативов.

Библиографический список

1. Табачная промышленность. — Текст : электронный // fabricators.ru : [сайт]. — URL: <https://fabricators.ru/article/tabachnaya-promyshlennost> (дата обращения: 20.02.2023);
2. Экологическая безопасность предприятия. — Текст : электронный // ecopromcentr.ru : [сайт]. — URL: <https://ecopromcentr.ru/blog/ekologicheskaya-bezopasnost-predpriyatiya/> (дата обращения: 21.02.2023);
3. Examples and Analysis of Tobacco Wastewater Treatment Engineering / Zhu Mingshan, Hu Xiaohu, Ye Maoli [и др.]. — Текст : непосредственный // Earth and Environmental Science . — 2019. — № 233. — С. 1-5;
4. Биологические и биохимические способы очистки сточных вод . — Текст : электронный // o-vode.net : [сайт]. — URL: <https://o-vode.net/ochistka/stochnye/metody> (дата обращения: 23.02.2023);
5. Системы очистки сточных вод промышленных предприятий: учебное пособие / Е.В. Алексеев. — М.: Издательство АСВ, 2019. — 260 с.
6. Водоотведение : учебник / Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, В.П. Саломеев, Е.А. Пугачёв ; под общ. ред. Ю.В. Воронова. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 415 с.

ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

*Симакова Я.А., Абрамова А.П., студенты 2 курса 42 группы ИАГ
Научный руководитель – Курочкина В.А., к.т.н., доц., Королева Е.А., к.т.н.*

Отопительные приборы являются неотъемлемой частью системы теплоснабжения [1]. Из-за неэффективной водоочистки и загрязнения источников водоснабжения около 90% водопроводных сетей в России подают в дома воду, которая не соответствует санитарно-гигиеническим нормам, а утечки в жилищном фонде в среднем по стране оцениваются в

размере 20-30% от суммарного отпуска воды населению [2]. Поэтому, в настоящее время одной из главных задач в сфере ЖКХ является внедрение энергосберегающих технологий и проблема рационального использования воды.

В данной статье рассматриваются характеристики реагентов, которые применяются в процессе водоподготовки для системы теплоснабжения и могут помочь предотвратить развитие аварийных ситуаций, возникающих чаще всего из-за коррозии металла и образования накипи.

Водоподготовка в системе теплоснабжения необходима для нормальной работы теплового оборудования. Если вода не будет соответствовать определенным требованиям, то снизится КПД всего процесса обогрева.

Выделяют несколько технологий водоподготовки: ультразвуковая; магнитная; электрохимическая; ионообменная; реагентная.

При этом одной из главных задач водоподготовки для теплосетей является смягчение воды, поскольку при нагревании соли магния и кальция могут образовывать накипь на поверхности оборудования [3]. Так же механические частицы и органика в воде могут способствовать образованию засоров, зарастанию и формированию отложений в трубах. (рис.1). В результате чего понижается теплопроводимость и увеличивается расход энергоресурсов. Отсюда возникает риск перегрева оборудования и аварий.



Рисунок 1. Отложения в трубах [4]

Ещё одна характерная проблема водоподготовки – **коррозионно-активные примеси в воде**. Кислород, диоксид углерода, хлориды разрушают поверхность оборудования. Коррекционная обработка воды позволяет качественно уменьшать или полностью предотвращать ход коррозии. Ключевыми факторами, определяющими развитие коррозионных процессов на поверхностях оборудования тепловых сетей, являются значение pH воды и содержание в ней кислорода и углекислоты.

Применяемые химические реагенты для очистки водоочистного оборудования и трубопроводов можно классифицировать в группы по основному действующему веществу. Такие химические реагенты предназначены для сдерживания образования отложений на поверхностях

оборудования и остановке процессов коррозии. В таблице 1 приведена классификация реагентов марки АМИНАТ™ КО.

Таблица 1. Классификация реагентов марки АМИНАТ™ КО [5]

Название	Действующее вещество	Характеристика	Особенности
АМИНАТ™ А	Смесь натриевых солей метилиминодиметилфосфоновой и нитрилотриметилфосфоновой кислот	- желтый водный раствор; - плотность 1,25-1,30 г/см ³ ; - значение pH – 5,5-6,5.	Исключает образование накипи при температуре воды до 130°C
АМИНАТ™ Кв		- светло-желтый водный раствор; - плотность 1,2-1,3 г/см ³ ; - значение pH – 6,0-7,0.	Заменяет обработку воды методами ионного обмена в процессе водоподготовки
АМИНАТ™ ОД	Соли 1-гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты	- водный раствор цвета от бесцветного до светло-желтого; - плотность 1,12-1,15 г/см ³ ; - значение pH – 3,0-5,0.	Исключает образование накипи при нагреве воды при выходе из котла – до 120°C, из бойлера – до 130°C
АМИНАТ™ КО-2	Катализируемый бисульфит натрия	- светло-розовый водный раствор; - плотность 1,25-1,27 г/см ³ ; - значение pH – 3,5-4,5.	Оптимальный эффект достигается в условиях температуры воды выше 70°C
АМИНАТ™ КО-2н	Катализируемый сульфит натрия	- светло-розовый водный раствор; - плотность 1,09-1,12 г/см ³ . - значение pH – 10,0-11,0.	
АМИНАТ™ КО-5	Щелочь	- бесцветный водный раствор щелочи; - плотность 1,2-1,25 г/см ³ ; - значение pH 1% раствора - 11,0-13,0.	В случае корректировки pH одновременно с сульфитированием подпиточной воды точка ввода реагента должна быть после ввода сульфитов

Таким образом, из таблицы 1, видно, что применение реагентов для обработки подпиточной воды систем теплоснабжения позволит решить следующие задачи [5]:

- предотвратить образование отложений минеральных солей при высокой накипеобразующей способности воды, обеспечивая работу оборудования без повреждений вследствие отложений накипи и шлама;
- предотвратить накопление соединений железа в воде и уменьшить изнашиваемость оборудования и трубопроводов от внутренней коррозии.

Поэтому, применение данных технологий обеспечит максимально эффективную и надёжную работу теплоэнергетического оборудования при снижении общих эксплуатационных расходов.

Библиографический список

1. Волков И.Д., Гаврилов М.В. Современные отопительные приборы //ДНИ НАУКИ СТУДЕНТОВ ИАСЭ – 2022. Материалы научно-практической конференции. 2022. С. 1.

2. Сайт Мосводоканала [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Мосводоканал, – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.

3. Зятина В.И., Ковальчик О.С., Тудор А.А., Рыбалко П.В. Водоподготовка для отопительно-производственных котельных // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2018. №5. С. 18.

4. Сайт «Строительный журнал» [Электронный ресурс]. М.: Чем смягчить воду в системе отопления, - Режим доступа: <https://pilomaterialy-spb.ru/otoplenie/chem-smyagchit-vodu-v-sisteme-otopleniya.html>, свободный.

5. Сайт «Траверс» [Электронный ресурс]. М.: Реагенты для стабилизационной обработки воды, Режим доступа: <https://www.travers.su/products/industrial-water-treatment/reagents-for-stabilizing-water-treatment/>, свободный.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО СЖАТИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

*Пронькова О.В. студент магистратуры 2 курса 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов В.А. д.т.н., проф.*

При проектировании ремонтных работ на ветхих водопроводных и водоотводящих трубопроводах определенную и весьма значительную нишу занимает технология протаскивания в них полимерных труб, подвергаемых предварительному термомеханическому сжатию с последующим восстановлением формы.

Протаскивание нового трубопровода в старый наиболее перспективно в тех случаях, когда необходимо его восстановление с возможностью незначительного снижения диаметра трубопроводной сети [1].

Ниже представлены основные сведения о методе восстановления Swagelining и рассмотрены особенности его применения для ремонта

трубопроводов [2]. На рис. 1 представлена иллюстрация достигаемого эффекта от использования технологии Swagelining, что в первую очередь отражается на обеспечении практически зеркальной внутренней поверхности восстановленного трубопровода и малых значений гидравлических сопротивлений.



Рисунок 1. Результат восстановления трубопровода по технологии Swagelining

Для обеспечения желаемого результата первым делом производится телевизионный осмотр, с целью выявления препятствий и загрязнений, после чего производится прочистка трубопровода наиболее обоснованным, для данной конкретной ситуации методом.

Сущность метода состоит в том, что нагретая до температуры 70-80⁰ С полиэтиленовая труба высокой плотности протягивается через обжимную коническую матрицу (рис. 2), строго подобранную под конкретную задачу обеспечения соответствующей степени ее сужения, т.е. беспрепятственного протягивания внутрь существующего трубопровода. В течение суток полимерный трубопровод практически восстанавливает свою структуру, плотно прижимаясь к стенке старого трубопровода, что позволяет лишь незначительно уменьшить его диаметр в особенности, если применять трубы с различными значениями *SDR* (отношения диаметра к толщине стенки).

Современные тенденции снижения водопотребления в городах приводят к тому, что скорости течения воды в трубопроводных сетях становятся слишком малыми (согласно статистике 0,1-0,3 м/с), что отражается на ухудшении органолептических показателей питьевой воды и таким образом, приводит к жалобам населения [3]. В целях увеличения скоростей течения воды по трубопроводам настоящая технология реконструкции является наиболее подходящей, так как, подбирая соответствующие значение *SDR* используемых полимерных труб, можно обеспечить такой внутренний диаметр восстановленной трубопроводной системы, чтобы скорости соответствовали расчетным для питьевых систем водоснабжения (порядка 1 м/с). Данное мероприятие приведет также к обеспечению эффекта энергосбережения [4].



Рисунок 2. Обжимная матрица Swagelining

Процесс восстановления (монтажа) трубопровода состоит в следующем: на протяжении всего процесса прогрева и протягивания трубопровод находится в постоянном режиме натяжения, которое не должно превышать максимально допустимых расчетных величин, иначе при чрезмерном уменьшении толщины стенки может произойти разрыв. В зоне прохождения матрицы материал подвергается пластификации, т.е. стенка трубы утолщается, а сам трубопровод при этом не удлиняется. При выходе из матрицы и поступлении в восстанавливаемый трубопровод наблюдается быстрое естественное восстановление диаметра сжатого трубопровода (без каких-либо дополнительных операций) до значений, практически совпадающих с внутренней поверхностью старого трубопровода. Это обеспечивает плотное прижатие новой трубы к старой (рис.3).

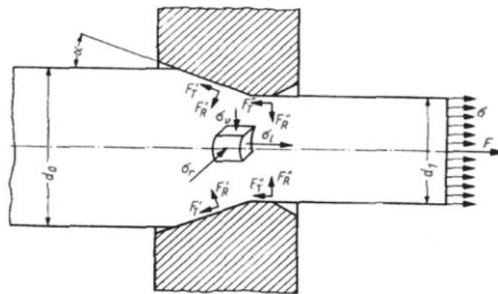


Рисунок 3. Распределение сил и напряжений в момент прохода сквозь матрицу и поступление в старый трубопровод.

Напряжение на внутренних стенках протягиваемого трубопровода зависит от скорости протаскивания. Скорость влияет на время, которое труба проводит внутри матрицы и скорость деформаций, а также на степень пластических деформаций. Следовательно, при протаскивании трубы через матрицу, требуется правильно отрегулировать скорость протягивания,

позволяющую вставить трубу в исходный трубопровод с одновременным восстановлением его упругости [5].

Таким образом, при санации трубопроводов методом Swagelining внутри изношенной трубы формируется новая полимерная труба, плотно прижатая к внутренней поверхности основной трубы и превосходящая последнюю по целому ряду характеристик [6].

В данной работе произведены сравнения расчётных величин потерь напора до и после реновации, а также толщина стенки и значение нового внутреннего диаметра ремонтируемого трубопровода. Для проведения расчетов были приняты следующие исходные данные:

Стальной исходный трубопровод с внутренним диаметром 800 мм; длина ремонтируемого участка – 800 м; расчетный расход воды 0,51 м³/с; КПД насоса - 90%; КПД электродвигателя - 90%; наружный диаметр альтернативных вариантов нового трубопровода был принят равным: d1=1000 мм (таб. 1), d2=900 мм (таб. 2) и d3=800 мм (таб. 3).

Таблица 1. Показатели при наружном диаметре нового трубопровода d=1000 мм

Расчетные величины	SDR 11	SDR 17	SDR 21	SDR 26	SDR 33	SDR 41	SDR 50
Внутренний диаметр нового трубопровода после реновации, мм	608,8 4	677, 78	702,4	722,0 4	737,8 4	748,8 9	759,6 2
Потери напора:							
До реновации, м	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
После реновации, м	1,428	0,77 2	0,629	0,538	0,475	0,436	0,402

Таблица 2. Показатели при наружном диаметре нового трубопровода d=900 мм

Расчетные величины	SDR 11	SDR 17	SDR 21	SDR 26	SDR 33	SDR 41	SDR 50
Внутренний диаметр нового трубопровода после реновации, мм	632,2 4	691, 63	713,1	730,4 7	744,4 5	754,2 6	763,82
Потери напора:							
До реновации, м	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
После реновации, м	1,15	0,68 8	0,577	0,503	0,451	0,419	0,389

Таблица 3. Показатели при наружном диаметре нового трубопровода d=800 мм

Расчетные величины	SDR 11	SDR 17	SDR 21	SDR 26	SDR 33	SDR 41	SDR 50
--------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Внутренний диаметр нового трубопровода после реновации, мм	654,8	705,2	723,8	738,8	751	759,6	768
Потери напора:							
До реновации, м	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
После реновации, м	0,941	0,615	0,53	0,471	0,429	0,402	0,377

Согласно расчетным данным таблиц 1-3, трубы с sdr 11 возможно применить только для вариантов d1=800 мм, так как при других альтернативных вариантах (d1=1000 мм d2=900 мм) потери напора будут больше, чем у старого трубопровода (1,12 м). Для других значений sdr любой вариант принесет экономию электроэнергии, где самым большим эффектом энергосбережения будет применение труб с SDR 50.

На основании выполненных расчетов и произведенного анализа, можно говорить о имеющихся преимуществах реновации трубопроводов с использованием метода Swagelining. Реновация методом Swagelining дает возможность регулировать площадь проходного сечения трубопровода, а также обеспечивает уменьшение потерь напора в трубопроводе, позволяя снизить затраты электроэнергии на транспортировку воды по напорным трубопроводам.

Библиографический список

1. Орлов В.А., Шлычков Д.И., Коблова Е.В. Реновация трубопроводов как средство энергосбережения при реализации бестраншейных технологий. 2011, Вестник МГСУ № 6, с. 590- 595
2. Орлов В.А. / Защитные покрытия трубопроводов // Издательство АСВ.- 2009.- 126 с.
3. Орлов В.А., Хренов К.Е., Богомолова И.О. Восстановление ветхих трубопроводов предварительно сжатыми полимерными трубами». 2014, Вестник МГСУ № 2, с. 105- 113.
4. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей: Учеб. пособие для вузов. – М.: ТИМР, 2000, 129 с.
5. Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering, volume 33 issue 1. Published in revised form 01.03.2009.
6. ГОСТ 32415-2013 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления», введен 01.01.2015

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДВОДНЫХ ДЮКЕРОВ

*Поздеев М.М., студент 4 курса 10 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Рыльцева Ю.А., к.т.н.*

В целях пересечения естественных (водотоки, водоемы, овраги и пр.) и искусственных (автомобильные и железные дороги, трубопроводные сети, тоннели и т. д.) препятствий при строительстве трубопроводных сетей возникает необходимость устройства таких сооружений как дюкеры. Устраиваются дюкеры на сетях водоснабжения, водоотведения, газоснабжения и нефтепроводах. В литературе и нормативно-технической документации в отношении дюкеров также используется термин «подводный переход трубопровода». Особые сложности проектирования и строительства присущи дюкерам, пересекающим водные преграды.

Сводами правил [1, 2] устанавливаются требования к устройству водопроводных и канализационных дюкеров. Проектирование и строительство подводных дюкеров должно сопровождаться повышенным контролем, поскольку ремонт и реконструкция данных трубопроводных участков требуют привлечения значительных материальных средств и трудовых ресурсов [3, 4]. Существующие на сегодняшний день технологии строительства подводных дюкеров можно разделить на две группы: траншейные и бестраншейные.

При реализации траншейных методов используются следующие способы укладки трубопроводов: протаскивание трубопроводных плетей по дну траншеи, свободное погружение труб на дно с поверхности водоема, укладка с трубоукладочных судов, погружение труб при помощи плавучих кранов. Производство работ траншейным методом может потребовать организации балластировки монтируемой трубопроводной сети, которая выполняется с применением грузов-утяжелителей, производимых из тяжелого бетона или чугуна, железобетонных покрытий, наносимых на трубу в заводских условиях.

С точки зрения вопросов охраны окружающей среды более рациональными являются бестраншейные методы строительства подводных переходов трубопроводов, поскольку в данном случае в ходе строительства и эксплуатации сооружения полностью исключается негативное воздействие на водный объект (не изменяется русло реки, а, следовательно, и ее гидравлический режим). При бестраншейном строительстве подводных дюкеров не возникает необходимости привлечения водолазов для обследования дна водного объекта, что снижает трудоёмкость работ. Для трубопроводов, проложенных бестраншейными технологиями, практически не характерно оголение в результате размыва русла потоками воды, что является большой проблемой для трубопроводов, уложенных в траншею. В работе [5] отмечается и значительный экономический эффект в отношении строительства подводных дюкеров бестраншейными методами, обусловленный в том числе значительным сокращением сроков строительства. Наиболее существенным недостатком бестраншейных методов является необходимость вложения значительных денежных средств для закупки требуемого оборудования. Бестраншейное строительство трубопроводов осуществляется следующими разновидностями методов:

направленное бурение (горизонтальное, наклонное), микротоннелирование, тоннелирование.

Метод горизонтального направленного бурения (ГНБ) считается одним из первых способов бестраншейной прокладки труб. Данный метод строительства в России нормируется отдельным сводом правил [6]. Производство метода (подробно описано в [7]) включает подготовительные работы, пилотное бурение, расширение скважины, подготовку скважины к протягиванию трубопровода, протягивание плетей трубопроводной сети. Следует отметить, что метод ГНБ не рекомендуется применять в сыпучих и водонасыщенных грунтах, монолитных скальных породах [8, 9].

В первом квартале 2023 года была проанализирована стоимость монтажных работ по прокладке трубопроводов водопровода и канализации методом ГНБ, предлагаемых российскими строительными компаниями. Результаты усредненных данных представлены в таблице 1.

Таблица 1. Средняя стоимость монтажных работ по устройству трубопроводов методом ГНБ (уровень цен на I квартал 2023 года)

Номинальный d трубы, мм	Средняя стоимость монтажных работ, руб./м
100	1000
150	1500
300	3400
400	4400
450	5000
500	5700
600	7500
800	9300

Крупнейшим российским производителем техники, предназначенной для бестраншейной прокладки труб методом ГНБ, является завод буровой техники «Гидрофоб» (г. Волгодонск). В таблице 2 приведены параметры строительных машин.

Таблица 2. Техника для бестраншейной прокладки труб методом ГНБ завода «Гидрофоб» (Россия)

Наименование техники	Выполняемые работы	Диапазон диаметров труб
Установка горизонтального бурения УГБ-2МГ	Бурение горизонтальных скважин, используемых при строительстве трубопроводов, располагающихся под автомобильными дорогами, оросительными каналами и другими объектами	До 220 мм
Установка горизонтального бурения УГБ-2М5	Бурение горизонтальных скважин в стесненных условиях длиной до 150 м	До 350 мм

Наименование техники	Выполняемые работы	Диапазон диаметров труб
Установка горизонтально-направленного бурения УГНБ-3М4	Бурение в стесненных городских условиях (длина трубопроводной трассы до 200 м)	До 650 мм

Горизонтальное направленное бурение является прообразом наклонно-направленного бурения (ННБ). ННБ – это более сложный в технологическом плане процесс, стоимость которого несколько превышает метод ГНБ. В работе [10] сообщается, что достаточно распространенной проблемой при строительстве трубопроводной сети методом ННБ является отклонение ствола скважины (оси трубопровода) от проектного положения. Это является следствием осыпания грунта из свода скважины, образования барьеров (дюн) из крупных фракций (обломков) грунта, которые не были вынесены из скважины в ходе бурения, технологических нарушений, заключающихся в несоответствии применяемого бурового инструмента геологическим условиям площадки строительства и (или) низкой эффективности бурового раствора, используемого для цементации частиц грунта на стенках скважины.

Микротоннелирование – это бестраншейный автоматизированный метод прокладки трубопроводов, заключающийся в продавливании трубы в грунт домкратными станциями. Данным методом обеспечивается прокладка труб с глубиной заложения до 30 м [5]. Метод микротоннелирования применяется в том числе для прокладки канализационных коллекторов диаметром до 2000 мм. Преимуществами метода являются: высокий уровень автоматизации процесса, высокая скорость проведения работ, высокая точность строительства в сравнении с проектом, возможность применения метода в сложных геологических условиях [9]. Максимальная протяженность трубопроводной сети, сооружаемой методом микротоннелирования, может достигать 500 м. Технология включает следующие основные этапы: устройство стартовой и приемной шахт, спуск домкратной установки, монтаж микрошита в шахте, прокладка трубопровода. Данные о стоимости монтажных работ по прокладке трубопроводов методом микротоннелирования, предлагаемых российскими компаниями, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Средняя стоимость монтажных работ по прокладке трубопроводов методом микротоннелирования (уровень цен на I квартал 2023 года)

Номинальный диаметр трубы, мм / материал	Средняя стоимость монтажных работ, руб./1 м, при общей длине сети, м	
	до 200	более 200
700 / сталь	53 000	50 000
800 / железобетон	57 000	54 000
1000 / железобетон	60 000	57 000

Номинальный диаметр трубы, мм / материал	Средняя стоимость монтажных работ, руб./1 м, при общей длине сети, м	
	до 200	более 200
1200 / сталь	63 500	60 500
1200 / железобетон	75 500	72 000
1400 / сталь	79 000	75 000
1500 / железобетон	92 000	87 500
1700 / сталь	99 000	94 000

Тоннелирование – это щитовой метод проходки защитного кожуха-обделки в грунте, осуществляемый с использованием щитовых домкратов. Данный метод применяется при строительстве трубопроводных трасс длиной до 10 км, диаметром до 3000 мм. Недостатком метода является вероятность образования карстовых полостей после проведения строительных работ [5]. Методом тоннелирования прокладываются канализационные тоннели диаметром более 2000 мм.

Моделирование русловых процессов является неотъемлемым этапом проектирования подводных дюкеров, поскольку повышенные скорости течения потока воды могут приводить к размыву трубопроводов. На основании разработанной модели водотока проектировщик может рассчитать оптимальную глубину заложения трубопровода, разработать план дно- и берегоукрепительных работ. Значительное внимание при строительстве подводных переходов трубопроводов из стальных труб уделяется антикоррозионной и электрохимической защите [11, 12]. Изоляционное покрытие таких труб должно обладать высокой физико-химической устойчивостью к воздействиям внешней среды.

Подводные дюкеры являются неотъемлемым элементом трубопроводного транспорта. Их можно отнести к числу наиболее ответственных элементов систем транспортирования воды и углеводородов, поскольку нарушения, допущенные на стадии проектирования и (или) строительства могут значительно сократить срок безаварийной эксплуатации объекта, негативным образом отразиться на экологии местности. Сроки и стоимость строительства подводных переходов трубопроводов определяются главным образом степенью вовлеченности в процесс проектирования и монтажа современных технологий и материалов [4].

Библиографический список

1. СП 31.133330.2021 Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. СП 32.13330.2018 Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения.
3. Шакирова Ю.А., Палаев А.Г. Подводный переход трубопровода через водную преграду методом наклонно-направленного бурения // Евразийский союз ученых. 2020. №5. С. 57-63.

4. Ryltseva Yu.A. Design and construction of underwater pipelines crossings // E3S Web of Conferences 263, Publisher: EDP Sciences. Vol. 04006(2021). DOI:10.1051/e3sconf/202126304006.
5. Сим А.Д., Еркович О.А. Обеспечение экологической безопасности при строительстве подводных переходов магистральных нефтепроводов // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2019. Том 1. №1. С. 345-348.
6. СП 341.1325800.2017 Свод правил. Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением.
7. Рогаткин А.Ю. Применение горизонтально направленного бурения для прокладки водопроводов // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений. 2020. Том 1. №1 (45). С. 108-112.
8. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий. М.: ПрессБюро №1, 2005. 304 с.
9. Иванник С.А., Галлямов Т.И., Гафулов Ф.В. Анализ методов бестраншейной прокладки нефтегазопроводов через преграды // Синергия наук. 2020. № 48. С. 375-381.
10. Шарафутдинов З.З., Урманчеев С.Ф., Капаев Р.А. Оценка готовности скважины к протаскиванию трубопровода при строительстве подводного перехода // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2020. Т. 10. №5. С. 470-478.
11. Разяпов И.К. Антикоррозионная защита трубопроводов, применяемых в наклонно-направленном бурении // Перспективы развития науки в современном мире: материалы XII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 24-33.
12. СП 72.13330.2016 Свод правил. Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПО СОЕДИНЕНИЯМ АЗОТА СТОЧНЫХ ВОД

*Решетова А. В., студент 1 курса магистратуры 4 группы
Научный руководитель: Гогина Е. С. к.т.н., доцент*

Биогенные соединения, такие как азот и фосфор, могут попадать в поверхностные воды как естественным путем (вымывание из верхнего слоя почвы, атмосферные осадки, различные процессы в самом водоеме), так и в результате деятельности человека через сброс сточных вод с промышленных, бытовых и сельскохозяйственных объектов.

Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) при сбросе биогенных элементов в водные объекты может привести к возникновению процесса эвтрофикации. Что приводит к экологическим изменениям, ухудшениям, сопровождающимися неблагоприятным воздействием на водопользование для потребления человеком и других различных целей.

По данным федеральной службы государственной статистики поступление нитратов со сточными водами в водные объекты с 1993 по 2021 год возросло со 140 тыс. т до 360 тыс. т в год – произошло увеличение в 2,5 раза. При этом объем сброса сточных вод уменьшился с 68,2 млрд. м³ до 35,5 млрд. м³. То есть даже при уменьшении объема сброса произошел рост поступления биогенных элементов в водные объекты. Иными словами, существует проблема ухудшения/снижения качества очистки сточных вод от биогенных элементов [1].

На станциях аэрации с анаэробным сбраживанием осадка после его обезвоживания в голову сооружения возвращается около 15-20% всей азотной нагрузки.

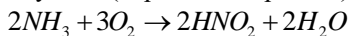
Таким образом, для снижения нагрузки на очистные станции и повышения качества очистки сточных вод от биогенных соединений, важным для настоящего момента является внедрение в технологические схемы стадии обработки возвратных потоков после этапа обезвоживания осадка [2].

Цель работы – анализ существующих методов обработки высококонцентрированных по азоту сточных вод с целью выявления наиболее перспективного.

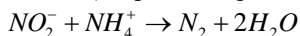
На данный момент, среди методов биологической очистки от аммонийного азота, к наиболее перспективным можно отнести анаммокс – технологии. Согласно информационно-техническому справочнику по наилучшим доступным технологиям (НДТ) в области очистки сточных вод, анаммокс-процесс является «перспективной технологией» удаления азота аммонийного, обеспечивает экологический эффект, соизмеримый с НДТ, являясь при этом более экономичным [3].

Процесс Анаммокс (Anammox) является самой современной технологией удаления азота из сточных вод и начал применяться только с начала XXI века. Он заключается в том, что:

половина аммония окисляется до нитрита бактериями-нитрификаторами первой ступени (первый подпроцесс),



оставшаяся половина аммония окисляется этим нитритом с образованием газообразного азота (второй подпроцесс).



Второй процесс – ключевой, его осуществляют уникальные бактерии *Анаммокс* в строго анаэробных условиях (без доступа кислорода). Процесс Анаммокс является экономичным и энергоэффективным, затрачивается на 60% меньше кислорода, эффективность удаления аммония достигает 90% и в 15–20 раз уменьшается образование осадка по сравнению с традиционной технологией нитри/денитрификации, не требуется органический субстрат для денитрификации. В итоге себестоимость удаления азота по сравнению с классической нитри-/денитрификацией в 2–3 раза ниже (по европейским

данном, нитри/денитрификация стоит 2,3–4,5 евро/кг азота, процесс Анаммокс: 0,7–1,1 евро/кг азота).

Существует несколько вариантов (всего более 10) технологий Анаммокс, отличающихся по следующим основным критериям:

- проведение двух вышеописанных подпроцессов в едином реакторе или в двух различных;
- гидравлический режим – проточные реакторы, либо циклического действия (так называемые SBR-реакторы);
- способ удержания биомассы бактерий (активного ила) Анаммокс: в виде свободноплавающего гранулированного ила или прикрепленного ила на загрузочном материале.

К основным применяемым технологиям относятся:

- Sharon - Anammox (двухреакторная технология с постоянной или дробной подачей очищаемой жидкости и с применением свободноплавающего ила);
- Canon (однореакторная проточного действия с флокулированным илом);
- Demon (однореакторная периодического действия с флокулированным илом);
- Anita-Mox (однореакторная проточная с илом, прикрепленным на плавающем загрузочном материале. Может применяться как со свободноплавающим илом, так и без него) [4]-[5].

В результате проведенного исследования, на основании анализа научных работ, литературы и опыта зарубежных представителей было выполнено сравнение основных применяемых технологий очистки обогащенных по азоту сточных вод, выявлены их преимущества и недостатки, а также определена технология наиболее перспективная для реализации на существующих станциях аэрации.

Технология Анита-Мокс (ANITAMox) была разработана на основе анаммокс-процесса для обработки стоков с высоким содержанием аммония и низким – органического вещества (возвратные потоки от обработки сброженного осадка и т.п.).

К преимуществам использования данной технологии по сравнению с другими методами очистки высококонцентрированных по азоту сточных вод можно отнести:

- использование загрузочного материала, подвижных в объеме реактора плавающих пластиковых элементов для удержания биомассы анаммокс-бактерий. Рост этих бактерий, в очищенной культуре, весьма медленный, время деления клетки, то есть её удвоение, происходит за время равное не менее десяти суткам. Поэтому для снижения нежелательного выноса биомассы из реактора была использована их склонность к прикрепленному росту и формированию биопленок на загрузочном материале. Это попытка решить одну из основных проблем, связанных с

технологией анаммокс – процесса. Также использование загрузки позволяет снизить чувствительность процесса к токсинам;

- возможность модифицировать технологию и дополнительно использовать свободноплавающий ил, что повышает эффективность и надежность процесса. По утверждению разработчиков, эффективность удаления аммония достигает в этом случае 95 %;

- наименьшее/минимальное количество избыточного осадка – как результат использования биопленки;

- использование BioFarm – специальной стратегии развития для быстрого запуска технологического процесса. Из-за медленного темпа роста анаммокс-бактерий запуск технологии занимает 9-18 месяцев. Длительное время запуска анаммокс-реакторов серьезно ограничивает применение процесса, но этот недостаток можно устранить, применяя концепцию биоферм, для быстрого запуска новых установок, что значительно сокращает начальную фазу – до 2-5 месяцев [6].

Технологическая система SHARON – ANAMMOX включает в себя два этапа. Сначала в SHARON – реакторе часть аммония окисляется до нитрита в аэробных условиях, на следующем этапе получившаяся смесь нитрита и аммония поступает в ANAMMOX – реактор для преобразования ее в молекулярный азот. Недостаток технологии SHARON-ANAMMOX – необходимость поддержания температурного режима около 35° и контроля условий, при которых будет происходить приращение только аммонийокисляющих бактерий.

Недостаток технологии CANON – процесс требуют строгого контроля за нагрузкой по азоту и количеством кислорода в воде. Это продвинутое и дорогостоящее управление процессом может представлять нагрузку для применения в качестве обработки на местах в промышленности.

Особенностью технологии DEMON является то, что удержание и возврат анаммокс – бактерий происходит за счет использования специального устройства – сепаратора. К основным преимуществам технологии можно отнести то, что стоимость полного удаления азота – одна из самых низких, а также возможность реализации технологии при модернизации существующих резервуаров. Недостатком технологии является строгий контроль параметров и соблюдение ряда условий (рН, концентрация O₂ и времени обработки).

Выводы:

Таким образом различия между существующими технологиями обработки высококонцентрированных по азоту сточных вод должны учитываться при оценке наилучшей технологии для конкретных станций, предприятий. Однако технология ANITAMox на основе процесса анаммокс являются экономически эффективным и энергосберегающим решением и имеет большой потенциал для внедрения.

Рекомендуется отталкиваться от данной технологии при поисках дальнейших путей оптимизации процессов очистки возвратных потоков с

целью снижения эксплуатационных затрат, повышения стабильности системы и эффективности работы очистных сооружений.

Библиографический список

1. Водные ресурсы. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. URL: <https://www.gks.ru/folder/11194> (дата обращения: 18.02.2023);
2. Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков: теория и практика / Н.И. Куликов, А.Н. Ножевникова, М.Г. Зубов [и др.]; под общ.ред. Н.И. Куликова, А.Н. Ножевниковой. – М.: Логос, 2015 – 400 с;
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. URL: <https://burondt.ru/itc> (дата обращения: 18.02.2023);
4. Анализ методов очистки иловых вод после обезвоживания осадка городских сточных вод / А. Л. Васильев, С. М. Гусейнова, С. А. Луков, Т. Л. Боровкова // Приволжский научный журнал. — 2020. — № 3. — С. 58-63. — ISSN 1995-2511. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/313215> (дата обращения: 18.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 3;
5. Современные способы очистки фугата цехов обезвоживания сброженных осадков / А. В. Смирнов // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2021. – № 5. – С. 22-32. – EDN VDIPRI;
6. The MBBR Solution for High Ammonia Waste. URL: <https://www.veoliawatertechnologies.com/en/solutions/technologies/anita-mox> (дата обращения: 19.02.2023).

РАСЧЁТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЮКЕРОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

*Алексеев И.А., студент магистратуры 2 курса 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов В.А., д.т.н., проф.*

На замену повреждённых участков сетей, прокладываемых под землей, водными препятствиями (реками) железными дорогами, автострадами требуются огромные финансовые затраты [1].

В последние годы особую актуальность приобрели вопросы проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции дюкеров. В частности, в случае нарушения работы подводного трубопроводного транспорта по причине различного вида повреждений (свищи, трещины, коррозия, расхождение швов или раструбов труб) в первую очередь по причине утечек страдает экосистема, ухудшаются качественные показатели водотока, что отражается на работе водозаборных сооружений и тарифах на услуги населению за счет необходимости более глубокой очистки природных вод [2, 3].

Одним из частных вопросов решения поставленной задачи проектирования, строительства и эффективности эксплуатации дюкеров является определение критической длины их пролета $L_{кр}$ [4].

Ниже представлено решение подобной задачи, где принимаются следующие параметры:

- водопроводный трубопровод с внутренним диаметром трубы 800 мм;
- максимальная глубина залегания в водоеме 10 м;
- внутреннее давление воды в трубопроводе 12 кгс/см² (1,177 МПа);
- укладка трубы на дне водоема (выше дна, с закреплением на опорах);
- по числу проложенных труб дюкер относится к однониточному;
- конструктивная схема трубопровода - погруженный трубопровод, который представляет собой жесткую нить, подвешенную на опорных устройствах (рисунок 1).

Расчет проводился с использованием источника литературы [5].

Так как по трубопроводу проходит природная вода и согласно заданной схемы опоры крепятся ко дну, принимаем, что труба имеет только гидроизоляцию, так как река не судоходна. На данном этапе параметр ширины реки не рассматривается.

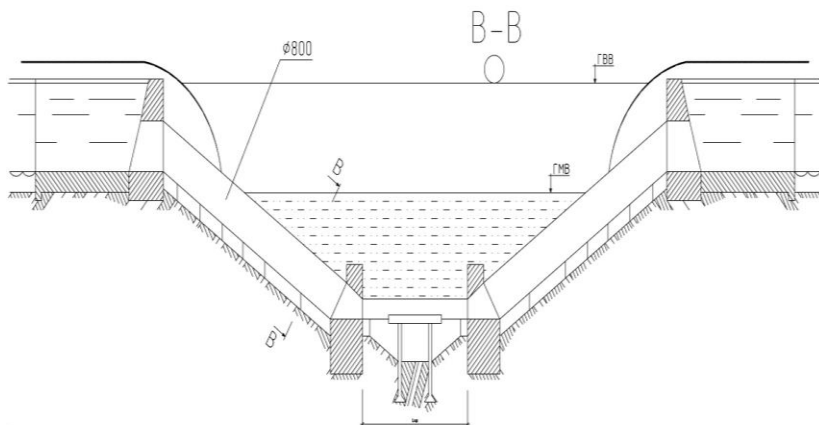


Рисунок 1. Конструктивная схема трубопровода

Для решения задачи задействован программный комплекс Duker-23, где учету подлежат различные параметры скоростей воды в водотоке, температуры воды в реке, а также ее кинематической вязкости, расчетным путем получены многочисленные данные критической длины пролёта $L_{кр}$, которые представлены в виде сводной таблицы 1. Алгоритм программы не приведен, так как проводится патентование программы для ЭВМ.

Таблица 1. Динамика изменения критических длин ($L_{кр}$) в зависимости от параметров воды в водотоке

Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 0,3				
	Летний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	30	25	20	15	10
ν (м ² /с)	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$0,9 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	7,2914	7,2914	7,2914	7,2914	7,2914
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 0,3				
	Зимний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	9	8	7	6	5
ν (м ² /с)	$1,35 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-6}$	$1,43 \cdot 10^{-6}$	$1,48 \cdot 10^{-6}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	7,2914	7,2914	7,2914	7,2914	7,2914
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 0,5				
	Летний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	30	25	20	15	10
ν (м ² /с)	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$0,9 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	7,5572	7,5572	7,5572	7,5572	7,5572
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 0,5				
	Зимний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	9	8	7	6	5
ν (м ² /с)	$1,35 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-6}$	$1,43 \cdot 10^{-6}$	$1,48 \cdot 10^{-6}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	7,5572	7,5572	7,5572	7,5572	7,5572
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 0,7				
	Летний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	30	25	20	15	10
ν (м ² /с)	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$0,9 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	8,0166	8,0166	8,0166	8,0166	8,0166
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 0,7				

	Зимний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	9	8	7	6	5
ν (м ² /с)	$1,35 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-6}$	$1,43 \cdot 10^{-6}$	$1,48 \cdot 10^{-6}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	8,0166	8,0166	8,0166	8,0166	8,0166
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 0,9				
	Летний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	30	25	20	15	10
ν (м ² /с)	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$0,9 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	8,7838	8,7838	8,7838	8,7838	8,7838
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 0,9				
	Зимний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	9	8	7	6	5
ν (м ² /с)	$1,35 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-6}$	$1,43 \cdot 10^{-6}$	$1,48 \cdot 10^{-6}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	8,7838	8,7838	8,7838	8,7838	8,7838
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 1				
	Летний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	30	25	20	15	10
ν (м ² /с)	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$0,9 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	9,3588	9,3588	9,3588	9,3588	9,3588
Параметры	Скорость воды в водотоке V (м/с) - 1				
	Зимний период				
	Температура воды водотока t (°C) и вязкость ν (м ² /с)				
t (°C)	9	8	7	6	5
ν (м ² /с)	$1,35 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-6}$	$1,43 \cdot 10^{-6}$	$1,48 \cdot 10^{-6}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$
Величина $L_{кр}$ (м)	9,3588	9,3588	9,3588	9,3588	9,3588

Анализ данных показывает, что учет вязкости воды для различных температур воды в реке (т.е. в зимний и летний периоды) практически не сказывается на величине потенциальной длины между опорами $L_{кр}$.

В то же время критическая длина пролета между опорами дюкера $L_{кр}$ увеличивается с увеличением скорости воды в водотоке. Принимая ширину реки, через которую проходит дюкер 40 м, количество опор, которое потребуется при различных условиях, составит следующие величины:

-при скорости воды в водотоке 0,3 м/с температуре 5^0C и вязкости $1,52 \cdot 10^{-6}$ м²/с критическая длина пролёта дюкера составит 7,2914 м; соответственно в данном случае потребуется 6 опор;

-при скорости воды в водотоке 1 м/с температуре 5^0C и вязкости $1,52 \cdot 10^{-6}$ м²/с критическая длина пролёта дюкера составит 9,3588 м; в этом случае достаточно будет 5 опор.

Учитывая одинаковые параметры температуры и вязкости возможен вывод, что с увеличением скорости воды в водотоке уменьшается требуемое количество опор для дюкера.

Библиографический список

1. Аронов С.Н. Сооружения на водопроводной сети и водоводах. Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. 1959, 157 с.

2. Рыльцева Ю.А. Современные способы и средства диагностики и ремонта подводных переходов трубопроводов //Журнал Вестник МГСУ Том 16. Выпуск 9, 2021. С. 1236-1263

3. Александров В.И., Гвоздев О.Б., Карелин А.Э., Морозов А.А. Оценка влияния шероховатости внутренней поверхности гидротранспортных трубопроводов на величину удельных потерь напора //Журнал Горное оборудование и электромеханика. 2017. № 3 (130). С. 34-40

4. Никомаров Г.М. Расчеты подводных трубопроводов. Издательство Азернешр. 1961, 164 с.

5. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. 1974, 156 с.

РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА

Володин Д.А., студент 4 курса 11 группы ИИЭСМ

Матвеев Д.А., студент магистратуры 1 курса 4 группы ИЭУКСН

Научные руководители – Орлов Е.В., доц., к.т.н., Ефремов Р.В., к.т.н.

Сегодня система жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), являясь одной из отраслей экономики РФ, обеспечивает комфортность проживания людей в зданиях.

Одним из приоритетных направлений сферы ЖКХ являются системы водоснабжения и водоотведения (канализации), которые подают внутрь зданий и сооружений чистую питьевую воду, отводя образующиеся сточные воды на очистные сооружения.

За последние пять лет ежегодно, а в некоторые годы и несколько раз в год, увеличивалась стоимость одного кубического метра воды. Сегодня вода – это не только элемент питьевого водоснабжения, но и важный природный ресурс, который следует сохранять, защищать от загрязнений и очищать. Таким образом, возникает необходимость в решении задачи, цель которой заключается в комплексном использовании необходимых элементов инженерного оборудования (приборов), благодаря которым можно активно экономить чистую питьевую воду, что в конечном счете приведет к водо- и ресурсосбережению. Сегодня это является основным направлением, без которого не может осуществлять свою работу система ЖКХ любого города и населенного пункта нашей страны.

Значительным техническим решением для экономии воды, которое уже давно применяется в нашей стране, можно назвать принудительную установку на всех вновь вводимых в эксплуатацию зданий приборов контроля и учета расхода воды [1]. В данном случае речь идет о водосчетчиках, устанавливаемых в системах внутреннего холодного и горячего водоснабжения на вводе в каждую квартиру.

Водосчетчики (рис. 1) позволяют фиксировать проходящий через них расход воды, таким образом, пользователь платит именно за такой объем воды, который он использовал. Это стимулирует экономить воду и использовать ее по назначению.

Установка простого водосчетчика значительно снижает затраты пользователя и приводит к ресурсосбережению. Сфера ЖКХ специально стимулирует каждого пользователя установить водосчетчик. В противном случае начисление платы за воду производится по повышенному коэффициенту, заставляя людей оплачивать солидный объем воды, которым они даже не воспользовались.

Сегодня промышленностью выпускаются новые модели водосчетчиков, которые способны автоматически в заданные даты, определенные управляющей компанией [2], удаленно без участия пользователя самостоятельно считывать и отправлять показания воды, фиксируя их в мобильном приложении для оплаты услуг ЖКХ.



Рисунок 1. Водосчетчики (крыльчатые) (фото Орлова Е.В.)

Также управляющие компании, которые работают с людьми, проживающими в жилых домах, активно рекомендуют покупать и устанавливать современные водоразборные приборы, благодаря которым можно достичь стойкого водо- и ресурсосбережения [3].

В качестве ресурсосберегающего смесителя предлагается использовать однорычажные или бесконтактные модели [4].

Однорычажный смеситель представляет из себя водоразборный прибор, управление которым осуществляется с помощью рычага [5]. Его перемещение вверх или вниз регулирует расход вытекающей воды, а движение влево или вправо способствует смешиванию холодной и горячей воды. Рычаг способен очень плавно и быстро осуществить регулирование вышеперечисленных функций. Таким образом, пользователем не проводятся излишние сливы, которые активно заметны в смесителях старого поколения, в данном случае в моделях вентильного типа.

Бесконтактный смеситель (рис. 2) представляет собой современный водоразборный прибор [6], который еще лучше экономит воды по сравнению с однорычажным смесителем. Эффект повышенной экономии тут прослеживается в особенностях работы такого прибора. Бесконтактный смеситель включается от фотоэлемента при условии поднесения к нему кистей рук. Электронный блок управления посылает сигнал на открытие задвижки и вода устремляется в излив прибора. Для того, чтобы остановить истечение воды из излива, следует убрать кисти от фотоэлемента. Сигнал от блока управления подает команду на закрытие задвижки.



Рисунок 2. Бесконтактный смеситель (фото Орлова Е.В.)

Практически каждый бесконтактный смеситель обладает дополнительными функциями, которые обеспечивают не только водо- и ресурсосбережение, но и безопасность людей при пользовании данным прибором. В блоке управления смесителем задается время работы прибора после каждого включения, которое может составлять не более 2-3 минут. Таким образом, после включения вода из излива выливается именно столько времени, сколько запрограммировал пользователь через блок управления.

Широко известна функция ограничения температуры воды. С помощью терморегулятора поддерживается заданная температура воды, выходящей из прибора, например 38 градусов. Это позволяет пользователям безопасно пользоваться смесителем, исключая вероятность ожога кистей человека в случае, например, неожиданного отключения холодной воды в системе водоснабжения здания.

Практически каждый бесконтактный смеситель принудительно снабжен функцией понижения общего расхода воды, выходящего из излива, на 50%. Максимальный секундный расход составляет около 0,1 м/с. Такого расхода вполне достаточно, чтобы помыть руки или умыться, таким образом, исключаются излишние и неоправданные сливы воды.

Бесконтактный смеситель оправдывает себя также как не только высокотехнологичный водоразборный прибор, то и также как система, позволяющая предотвратить распространение и перенос инфекции. Это исходит из того, что до прибора при его использовании дотрагиваться не нужно. Таким образом, значительно снижена вероятность передачи инфекций через его корпус при одновременном пользовании смесителем несколькими людьми в квартире.

На излив каждого смесителя необходимо устанавливать аэратор. Данный прибор состоит из сеточки, через которую проходит вода, разбиваясь на мелкие струйки. Это позволяет увеличить объем моющейся поверхности, а также сделать струю более плотной. Таким образом, пользователю не надо тратить много воды для, например, мытья рук. Экономия воды при использовании данного прибора может составлять от 5 до 8%.

Следует отметить, что во всех управляющих компаниях, обслуживающих жилые дома, активно ведется пропаганда в сторону необходимости установки в каждой квартире стиральных и посудомоечных машин. Данные высокотехнологичные приборы способны не только облегчить процедуру стирки белья и мытья посуда, но и также способны снизить объем потребляемой воды для достижения планомерного ресурсосбережения.

Например, современная посудомоечная машина, полностью загруженная посудой, тратить всего лишь 12-15 литров воды на мойку.

Стиральная машина позволяет постирать около 5-8 кг белья, затрачивая на эту процедуру не более 40-50 литров воды.

Стоит подчеркнуть, что вышеперечисленные расходы воды трудно достичь при условии осуществления ручной стирки или мойки посуды.

В заключении стоит сказать, что для достижения стойкого ресурсосбережения необходимо:

- осуществить установку водосчетчиков во всех жилых домах, даже в тех зданиях, которые были введены в эксплуатацию до принятия закона о необходимой установке водосчетчиков;
- установить в каждой квартире однорычажные водоразборные приборы, над умывальником следует установить бесконтактный смеситель;
- устанавливать на изливе всех водоразборных приборов аэраторы и периодически их заменять в случае их неудовлетворительной работы;
- осуществить установку стиральных и посудомоечных машин во всех квартирах жилого фонда.

Библиографический список

1. Хургин Р.Е., Чухин В.А. Управление жизненным циклом систем внутреннего водоснабжения зданий // Системные технологии. 2021. № 4 (41). С. 110-117.
2. Исаев В.Н., Чухин В.А., Герасименко А.В. Интеллектуализация системы водоснабжения жилых и общественных зданий // Сантехника. 2010. № 6. С. 16-19.
3. Хургин Р.Е., Кулагина А.С. Современный взгляд на водопотребление городов // Системные технологии. 2021. № 1 (38). С. 62-65.
4. Хургин Р.Е., Орлов Е.В. Основы водоснабжения и водоотведения: Учебное пособие. М.: ИНФРА-М. 2022. 184 с.
5. Исаев В.Н., Аксёнова Н.В., Балавас М.Я. К вопросу о рационализации водопотребления современных многоквартирных домов // Естественные и технические науки. 2015. № 5 (83). С. 200-201.

6. Исаев В.Н., Чухин В.А., Герасименко А.В. Ресурсосбережение в системе хозяйственно-питьевого водопровода // Сантехника. 2011. № 3. С. 14-17.

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Жальских Т.Н., студент 2 курса 11 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Е.С. Гогина канд. техн. наук, доцент

Во всём мире вода является одним из важнейших жизненных ресурсов. Она используется в бытовых целях, на производственных предприятиях, в рыбном хозяйстве и других вещах. Каждый день использованная вода попадает на водоочистные сооружения, где происходят процессы отчистки сточных вод от химических соединений, биологических загрязнений и другого мусора.

В процессе отчистки сточных вод образуется огромное количество осадков с первичных отстойников и избыточного активного ила с аэротенков и вторичных отстойников. В настоящее время существует большое количество способов и методов по обработке и утилизации ИАИ и ОСВ. Но в связи с новыми требованиями, данные методы становятся менее эффективными или вообще незаконными.

Основными из них является вывоз обработанных ОСВ совместно с ИАИ на иловые площадки для дальнейшего обезвоживания и перегнивания с дальнейшим использованием в агропромышленных целях для восстановления плодородных слоёв почвы и её рекультивации.[7] Но данный метод уже технологически устарел в соответствии с нормативной документацией* Так же популярны методы обезвоживания осадка, его сжигание и его захоронение в накопителях. Хотя эти методы и являются эффективными, но далеко не везде они применимы. На территории Московской области запрещено сжигание ОСВ, а мест для захоронения в области уже нет.

На очистных сооружениях требуется постоянное проведение комплекса мероприятий по уничтожению возбудителей инвазионных болезней вне зависимости от результатов санитарно-паразитологического контроля (пункт 3382 СанПиН 3.36.86-21).

Не допускается использование иловых площадок и длительного хранения осадков в качестве самостоятельных дезинвазионных методов без внедрения дополнительных технологий обработки (п.2.2.2 Приказа Роспотребнадзора № 629 от 09.08.2021).

Эксплуатирующие очистные сооружения организации обязаны утилизировать образующиеся отходы (осадки сточных вод) в течение 11 месяцев. В противном случае, начисляется штраф за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) (ПП РФ от 03.03.2017 N 255).

Менее распространённый метод на территории РФ, но более эффективный метод. Метод сжигания осадка. Несмотря на преимущества,

которые есть у данной технологии. Его экологичность оставляет ряд серьёзных проблем.

А энерго затратность, которая возникает в результате подготовки осадков к процессу сжигания и непосредственно самого сжигания оставляет желать лучшего.

К существенным преимуществам данного метода в сравнении с иловыми картами можно отнести его технико-экономических показателей. Это связано с тем, что в процессе термической переработки отходов снижается их масса. А сухое вещество превращается в золу. Которую в последствии можно использовать как добавку в цементные смеси.[1]

Метод обработки осадков путём пиролиза. Пиролиз — это термическое разложение органических соединений в бескислородной или регулируемой воздушной среде. Преимущество пиролиза в сравнении со втор сжиганием отходов является минимальное загрязнение окружающей среды. После пиролиза не остается биологически активных веществ, поэтому подземное складирование пиролизных отходов не влияет пагубно на почву. При пиролизе не происходит восстановления тяжелых металлов. Несмотря на то, что данный метод является достаточно требовательным к вопросам эксплуатации и подающегося сырья. Его возможности использования энергетического потенциала осадка сточных вод значительно выше остальных методов, а также уменьшение экологического ущерба по средствам использования получаемого сырья и отказа от вывоза на иловые карты является одним из ключевых факторов утилизации.[8] Процесс пиролиза имеет различные технологические методики обработки осадка с возможностями выделения необходимых полезных ресурсов. К преимуществам пиролиза относятся и легкость хранения и транспортировки получаемых продуктов. Ещё одним плюсом пиролиза является приемлемость использования не только обезвоженного и высушенного осадка, но и сырого с высоким содержанием влажности. Данная информация позволяет нам при строительстве и реконструкции ОС, внедрять пиролизные установки без использования больших комплексов и реагентных хозяйств для обезвоживания осадка для его стабилизации и уплотнения. Втор сырьё, которое получается на выходе не нужно обеззараживать так как при пиролизации все биологические вещества утилизируются, а тяжёлые металлы остаются в твёрдом остатке. Помимо этого, пиролизные установки позволяют перерабатывать большие запасы накопившегося ила с иловых полигонов вместе с сырым осадком, что позволит освободить иловые карты под жилое и производственное строительство.

Основным преимуществом пиролиза является безотходное производство, в результате которого на выходе образуется полукокс, его можно использовать как топливо, а можно использовать для получения фосфора и азота. Помимо вторсырья вырабатывается газ, который включает в себя около 68% горючих составляющих и имеет теплоту сгорания до 3398

кДж/м³, что позволяет данный газ можно использовать для полу автономного содержания пиролизных установок.

При проведении лабораторных экспериментов с различными пробами осадков. Было замечено, что температурные режимы сушки влияют на соотношение конечного выхода газа, содержащего в себя водород и моноокись углерода. [9]

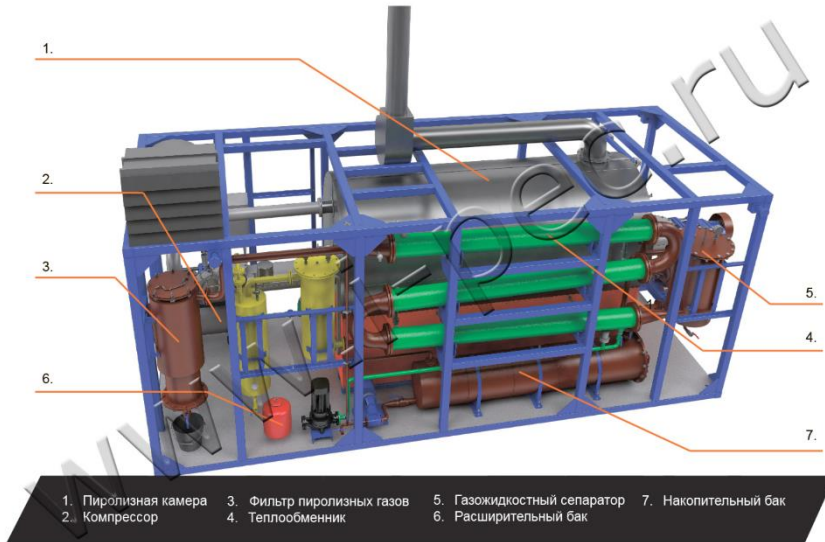


Рисунок 1. Технологическая схема пиролизной установки УТД-2-800 [6]

Принцип работы установки:

1. Сырье подается в пиролизную камеру в непрерывном режиме
2. Топливо подается на горелку из топливного бака.
3. Воздух подается на горелку компрессором при работе на котельном топливе или дизеле. При поступлении пиролизного газа на горелку компрессор выключается.

4. Парогазовая смесь из пиролизной камеры через фильтр пиролизных газов поступает в систему конденсатов, где охлаждается при помощи вентилятора. Дальнейшее охлаждение смеси осуществляется в теплообменнике за счет циркуляции.

6. Для компенсации изменения объема воды при нагреве и охлаждении на линии насоса установлен расширительный бак.

7. Далее продукты поступают в газожидкостный сепаратор, где происходит разделение жидкой и газообразной фракций

8. Сухой остаток выгружается шнеком, охлаждается в герметичном бункере и транспортируется в бункеры-накопители.

Библиографический список

1. Луков С.А. Совершенствование технологии обработки осадков сточных вод крупных городов: дисс. канд. техн. наук. Нижний Новгород, 2007. 204 с.
2. Сайт Мосводоканала [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Мосводоканал, – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.
3. Сайт i-PEC [Электронный ресурс]. –, ООО «Международная энергетическая экологическая компания» Режим доступа: <https://i-pec.ru/>.

ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В БИОПРУДАХ

*Раишев Д.А., студент 2 курса 12 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гогина Е.С., к.т.н., доц.*

Биологический пруд (биопруд) -это не новая технология ее начали использовать еще вначале прошлого века. Но прошло уже много времени и количество сточной воды, которое нужно очистить биопрудам увеличилось, поэтому их нужно модернизировать или строить новые. Биопруды используются для очистки *хозяйственно бытовых, производственных и поверхностных вод*, помимо своей простоты и результативности, биопруды не оказывают влияния на экологическое состояние округа, потому что построены по той же схеме, которую использует природа для самоочищения.

Биопруды -это естественные или искусственные котлованы прямоугольной формы с закругленными углами и с рассредоточенными выпусками сточной воды, при БПК_{норм} менее 200мг/л это 5-10м между выпусками, а при БПК_{норм} более 200мг/л это 10-15м, это нужно чтобы не создавать в углах зон застоя. Биопруды делают в слабо фильтрующем грунте и по возможности в местах естественного понижения рельефа. Биопруды используют как самостоятельное сооружение для очистки сточной воды, либо в качестве сооружения доочистки сточной воды после сооружений биологической очистки, но во всех биопрудах сточная вода перед тем как попасть в пруд должна пройти механическую очистку от крупного мусора и других предметов, не подвергающихся очистки, чтобы в прудах не скапливался осадок. Биологический пруд может быть один или их может быть несколько соединенных друг с другом по ходу течения воды, такие пруды называют серийными, каждый пруд называют ступенью, в серийных прудах может быть от 2 до 5 ступеней. Биопруды могут занимать от 0,5 до 1,5га.

Существуют *биологические пруды с естественной и искусственной аэрацией*. Пруды с естественной аэрацией не глубокие 0,5-1м в глубину и с большой площадью зеркала, это нужно для того чтобы солнцу было проще прогреть весь объем воды и у подводной растительности было достаточно солнца для процесса фотосинтеза и в следствии у одноклеточных и простейших аэробных организмов было достаточно количество кислорода для жизни. Пруды с искусственной аэрацией могут иметь глубину до 3-4,5м

и площадь зеркала у них уже не такая большая, потому что кислород необходимый для окисления тяжелых металлов, ускорения распада органики и для жизни одноклеточных и простейших организмов поступает механическим или пневматическим способом, также возможно применение струйной аэрации. Искусственная аэрация позволяет повысить производительность биопрудов, уменьшить их размеры, а также обеспечивает более стабильную работу в течение года и практически исключает влияние климатических условий на процесс очистки.

Таблица 1. Сравнение естественной и искусственной аэрации.

Тип аэрации	Величина БПК _{полн} подаваемая в биопруды сточных вод не более, мг/л	
	Очистка сточных вод	Доочистка сточных вод
Естественная аэрация	200	25
Искусственная аэрация	500	50

Из таблицы видно, что биопруд с искусственной аэрацией может очищать сточную воду, более загрязненную по показателю БПК_{полн}, чем биопруд с естественной аэрацией. Это происходит потому что в прудах с естественной аэрацией одним из способов насыщения воды кислородом является процесс фотосинтеза, но процесс фотосинтеза не постоянен и очень сложен из-за этого микроорганизмы, живущие в прудах с естественной аэрацией, могут недополучать кислород необходимый для их жизнедеятельности и в следствии могут очищать менее загрязненную воду (по показателю БПК_{полн}) до качества природной (речной воды). Биопруды с искусственной аэрацией не зависят от процессов фотосинтеза и микроорганизмы получают необходимое количество кислорода для своей жизнедеятельности благодаря различным систем искусственной аэрации и благодаря этому способны очищать более загрязненную воду (по показателю БПК_{полн}).

Биопруды можно разделить по характеру протекающих в них процессов на три основные вида: *аэробные, анаэробные и факультативные(аэробно-анаэробные)*.

- *Аэробные биологические пруды.* Эти пруды содержат кислород по всей своей глубине, которая обычно не превышает 0,5м, это достигается за счет процессов фотосинтеза и реаэрации.

- *Анаэробные биологические пруды.* Это пруды, которым не нужен кислород для работы. В них обитают анаэробные формы микроорганизмов способные осуществлять метановое брожение. Такие пруды работают с очень высоким содержанием органических загрязнений в сточной воде. Глубина таких прудов обычно не превышает 1м, но может доходить и до 5 м.

- *Факультативные (аэробно-анаэробные) биологические пруды.* Это пруды? которые применяются чаще всего для глубокой очистки сточных вод после механической или неполной биологической очистки сточной воды. В верхних слоях происходят аэробные процессы (водные растения вырабатывают кислород, микроорганизмы, находящиеся в воде, поглощают его и поглощают различные биогенные элементы из сточной воды), а в нижних слоях происходят анаэробные процессы (анаэробные микроорганизмы перерабатывают органические вещества в органические кислоты и т.п.).

Биологические пруды с высшей водной растительностью (ВВР)- это пруды в которых растут высшие водные растения, высаженные по определенным схемам. Например, такие растения как: рогоз, камыш, тростник, водный гиацинт, телорез и др. Высшие водные растения способны конкурировать с мелкими водорослями и одноклеточными по изъятию биогенных элементов и других загрязнений из воды, также она быстро развивается, потребляя и изымая питательные вещества из воды. Например, рогоз способен дать рост побегов до 6,5см, а рост корней до 9см, а телорез может дать прирост биомассы до 8г на одно растение. ВВР могут удалять из сточной воды такие биогенные элементы как: азот, сера, фосфор и т.д., могут аккумулировать тяжелые металлы такие как: кадмий, цинк, свинец, медь, а также способны удалять различные сульфаты, фенолы, могут уменьшать загрязненность нефтепродуктами и другими особыми загрязнениями. Макрофиты позволяют предотвратить процесс эвтрофикации (цветения) водоема. Корневая система ВВР способна образовывать фитонциды, которые способствуют обеззараживанию воды. Исходя из выше перечисленного разведение ВВР является предпочтительнее. Также эти растения намного проще удалить из водоема, например, с помощью водных косилок, чтобы избежать повторного загрязнения из-за разложения отмершей растительной биомассы мелких водорослей. Снижение концентрации по показателю БПК_{полн} может достигать 60-98%, а по количеству взвешенных веществ может достигать 90-98%.

К сожалению, биопруды с естественной аэрацией теряют свою эффективность при температуре воздуха меньше 10°C, что накладывает определенные трудности на использование такого способа очистки сточной воды, но биопруды с искусственной аэрацией и биопруды с аэробными процессами благодаря своим особенностям могут спокойно работать при температуре воздуха меньше и качество очистки сточной воды при этом не ухудшается.

Выводы

1. Биологические пруды с естественной аэрацией можно применять в местах где температура не опускается ниже 10°C или применять такие пруды во времена года, когда температура не опускается ниже 10°C. Биологические

пруды с искусственной аэрацией или пруды с анаэробными процессами можно использовать практически в любых условиях и в течение всего года.

2. Биологические пруды практически не требуют внимания к себе и за ними не нужен особый уход, а также они не нуждаются в каких-либо добавках или реагентах, потому что используют природную схему для очистки воды. Все это позволяет сильно снизить денежные затраты на очистку сточной воды.

3. Биопруды можно применять для очистки сельхоз предприятий, деревень, небольших поселков городского типа и как систему доочистки воды после сооружений биологической очистки.

Библиографический список

1. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М., 2006. – 628 с.
2. Сайт Я Биолог [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://yabiolog.ru/opredeleniya/estestvennye-i-iskusstvennye-vodoemy-biologiya.html>, свободный
3. Микробиология / А.Л. Ивчатов. – М., 2013.
4. Очистка сточных вод малых объектов / Б.Т. Юрьев – Рига., 1983.
5. Сайт Моя библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://mybiblioteka.su/3-39492.html>, свободный

Секция «Безопасная эксплуатация зданий и сооружений»

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСИЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Грошева Е. А., студент 4 курса 21 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Трунтов П. С., преподаватель

Со временем любое здание, вне зависимости от его назначения, подвергается физическому и моральному износам на всех этапах жизненного цикла здания. Чтобы не довести объект до аварийного состояния требуется проведение капитальных ремонтов или же усиление строительных конструкций зданий и сооружений [1].

В статье рассмотрены причины возникновения необходимости работ по усилению строительных конструкций, степени износа конструкций, традиционные и инновационные методы и способы усиления, а также представлен сравнительный анализ традиционных усилений и усилений с применением композитных материалов, а также приведено сравнение их эффективности.

Поскольку усиление строительных конструкций зданий и сооружений, а именно фундамента, каркаса, покрытий и перекрытий, балок и ригелей, стен, перегородок, крыши, окон и дверей, может потребоваться как для уже введенных в эксплуатацию зданий и сооружений, так и для новых объектов строительства, требуется знать основные причины возникновения такой необходимости [2].

При строительстве, возводя здание, могут возникнуть следующие причины усиления строительных конструкций:

использование низкокачественных материалов в связи с их дешевизной относительно высококачественных материалов;

ошибка при проектировании объекта строительства, здесь играет роль человеческий фактор, ведь каждый может ошибаться;

технологические ошибки при возведении объекта строительства, аналогично с предыдущей причиной.

Для того чтобы продлить срок службы зданий и сооружений, а в дальнейшем предоставить возможность нормальной эксплуатации, некоторые объекты требуют повышения их несущей способности и жесткости [3], которую можно произвести путем усиления отдельных строительных конструкций. Причины могут быть следующие:

– физический износ зданий и сооружений в связи с эксплуатацией, и как следствие, опасность дальнейшей эксплуатации строительных конструкций;

– повышение нагрузки на несущие элементы вследствие надстройки, перепланировки или нового строительства в непосредственной близости от сооружения;

– использование объекта не по назначению или же его реконструкция с ошибочными расчетами;

– случайные повреждения элементов здания или наличие конструктивных дефектов, которые возникли в результате эксплуатации, которая не соответствует правилам или же влияние агрессивных материалов, к примеру трещины в сооружении;

– самостоятельная перепланировка жителями для увеличения площади и более комфортных условий проживания, как пример, пробивка новых проемов в несущих стенах и перекрытиях.

Всего степеней износа конструкций пять: нормальное, удовлетворительное, неудовлетворительное, предаварийное и аварийное, и практически на каждой стадии, при необходимости, строительные конструкции можно усилить.

Усиление строительных конструкций зданий и сооружения, как правило, производят в двух случаях. Первый, когда в элементе существующего здания возникли дефекты и повреждения. Второй, когда планируется увеличение нагрузки на несущую конструкцию [4]. В обоих случаях способ усиления будет зависеть от степени повреждения элемента и требуемых.

Рассмотрим методы усиления, условно их можно разделить на три группы: традиционные, инновационные и комбинированные.

К традиционным методам можно отнести:

Увеличение площади поперечного сечения конструкций, например, устройство железобетонной обоймы;

Изменение конструктивной схемы сооружения, например, постановка новых связей пространственной жесткости, введение дополнительных жестких узлов;

Регулирование напряжений, то есть монтаж дополнительных конструкций для распределения нагрузки.

Инновационные методы, как следует из названия, требуют применения особых новейших технологий при усилении строительных конструкций:

Инъектирование, то есть заполнение пустот, трещин, швов и других дефектов, расположенных в строительных конструкциях.

Система предварительного напряжения в качестве армирования строительных конструкций на основе канатной арматуры для повышения коррозионной стойкости, то есть канат в пластиковой трубке, способствующий уменьшению сил трения при натяжении, является наиболее рациональным с точки зрения эффективности, благодаря физико-механическим характеристикам, что, в свою очередь, позволяет снизить деформативность усиленной конструкции;

Усиление конструкций с использованием композитных материалов.

Данные методы могут применяться как самостоятельно, так и совместно друг с другом, что уже называется комбинированным методом или же смешанным. Усиление может потребоваться для конструкций из различных строительных материалов, таких как деревянные, металлические, каменные, бетонные, железобетонные.

Усиления строительных конструкций, как было сказано ранее, подразумевают повышение прочностных строительных характеристик различных элементов объекта [5]. Если не провести усиление вовремя, то здание может разрушиться, и в лучшем случае – это повлечет за собой только материальные издержки, в худшем – человеческие жизни. Безусловно, при выборе метода усиления элементов следует выбирать самый экономичный и менее трудозатратный способ усиления, однако, не стоит забывать, что метод должен быть также качественный, для того чтобы в дальнейшем не было нужно проводить повторное усиление строительных конструкций.

Подробнее рассмотрим последний представленный инновационный метод с применением композитных материалов. Композитный материал – это материал, изготовленный из двух и более компонентов с различными техническими свойствами и характеристиками. Обычно используются двух видов: изготовленные на заводе и формируемые на стройплощадке [6]. Огромная их часть сделана на основе разных видов пластика – углепластик, базальтопластик, стеклопластик, но наиболее эффективные с точки зрения усиления композиты из углеводородных волокон. Такие материалы не выделяют токсичных и опасных для здоровья человека веществ и являются вполне безопасными, но углеродные композиционные материалы не лишены недостатков. Однако, они обладают и множеством преимуществ, которые перекрывают их довольно высокую стоимость и низкую огнестойкость, к примеру все композитные материалы весьма устойчивы к образованию коррозии и воздействию влаги. Усиление строительных конструкций композитными материалами не увеличивает собственный вес конструкций; не требует наличия крупногабаритной техники и остановки производственных процессов; не используются никакие методы температурного воздействия; и наконец – длительный срок службы материала усиления.

Композиты обладают более высоким показателем предела прочности на разрыв, чем показатель стали, почти в два раза (3800 МПа и 2200 МПа). Особенность применения композитных материалов в том, что эффективная работа заключается в растяжении системы усиления напряженно-деформированного состояния композита. Следует обратить внимание, что на сжатие композитные элементы усиления работают хуже, поскольку, как было доказано по результатам проведения ряда экспериментов, при продольном сжатии причиной разрушения элементов усиления являются деформации поперечного растяжения, потеря устойчивости волокон на микроуровне или срез. При этом расчетное сопротивление сжатию композита не превышает: для углеродных волокон 78%, для стеклянных волокон 55%. Помимо этого, все работы с композитами требуют намного меньше времени для усиления, что позволяет сокращать сроки проведения работ, в том числе и материалы. В таком случае рассчитывать на экономию в 20-30%.

Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать вывод, что применение инновационных материалов, в частности композитных материалов, способствует сокращению сроков производства работ, повышению долговечности конструкций, а также это более экономичный способ усиления.

Библиографический список

1. А.Д. Келемешев. Обследование и усиление зданий // Учебное пособие для студентов специальности - «Строительство» - Алматы: КазГАСА, 2011. С. 92-98.
2. Трунтов П.С., Римшин В.И. Усиление конструкций перекрытий спортивного комплекса в период реконструкции. В сборнике: Молодёжные инновации. сборник материалов семинара молодых учёных в рамках XXIII Международной научной конференции. Москва, 2020. С. 153-157.
3. Римшин В.И., Меркулов С.И. К вопросу усиления железобетонных конструкций внешним армированием композитным материалом Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 5. С. 92-100.
4. Меркулов С.И., Римшин В.И. Композитные материалы для бетонных и железобетонных конструкций. В сборнике: Актуальные вопросы архитектуры и строительства Материалы Семнадцатой Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор: В.Т. Ерофеев. 2018. С. 222-225.
5. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Технология и организация производства строительного комплекса. Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 "Строительство" / Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области строительства. Минеральные Воды, 2021.
6. Трунтов П. С. Реконструкция административного здания с применением композитных материалов // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации (ИИЭСМ) НИУ МГСУ. 2022 г. С. 171-176.

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ КРОВЕЛЬ

Малолетнев Н.М., студент 2 курса 20 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Дожжилов В.Ю., ст. преподаватель

Со времён появления городов, в широтах, где регулярно бывают отрицательные температуры, и по сей день одной из не решённых коммунальных проблем является образование сосулек. Конечно, частично вопрос снялся строительством зданий с плоскими крышами, однако фонд зданий со скатными кровлями и по сей день, огромен. К тому же, полностью отказываться от подобного архитектурного решения никто не собирается. Особенно в малых городах, где актуально 3-4-х этажное домостроение, например, г. Кимры Тверской области. А мегаполисы часто окружают кварталы так называемых «таун-хаусов». Да и многие здания жилого и

общественного назначения, возведённые 100 и более лет назад, являются памятниками истории и архитектуры и придают историческим центрам городов уют и определённую романтичность. Исходя из перечисленного выше, наледь на карнизных свесах будет образовываться всегда, пока мы кардинально не решим проблему их появления.

Сама по себе наледь на карнизах крыш имеет несколько нежелательных аспектов, это опасность для жизни, здоровья и собственности граждан, проходящих и проезжающих под сосульками. Также наледь на кровельном материале создаёт «дамбу» для снега. А снег тает быстрее, чем лёд, соответственно при оттепели, образуется достаточно глубокая лужа, что бы вода затекала в фальцы и попадала внутрь помещений и конструкций здания. Сами наледь и сосульки создают избыточный вес на карнизной части кровли, что вызывает деформацию и обрушение желобов и кобылок, и как следствие, самой кровли в местах свесов.

Процесс появления сосулек и наледи на свесах крыш происходит по двум причинам: от таяния снега на основной части кровли, вызванный поступающего из дома тепла, с последующим стеканием талой воды на холодный карниз, где она замерзает. Данное явление может возникать, как на крышах с не отапливаемым чердачным помещением, так и с отапливаемым. Ещё такое возможно, когда в течении суток температура окружающего воздуха несколько раз переходит через ноль, или на солнечной части кровли, ближе к коньку снег тает, а на свесах замерзает. Нагрев кровли с внутренней стороны может быть вызван несколькими причинами:

1. Устаревший или не верно подобранный утеплитель чердачного перекрытия и водопроводящих систем, если чердак не отапливается, или не утеплены скаты крыши, в случае, если чердак эксплуатируемый и отапливаемый (мансарда).

2. Попадание воздуха из отапливаемых помещений на чердак (через вентканалы и выходы на чердак).

3. Недостаточное проветривание холодного чердака наружным воздухом. Заколоченные слуховые окна, отсутствие продухов в районах мауэрлатов и конька.

4. Отсутствие вентилируемой воздушной прослойки в скатах между самой кровлей утеплителем в конструкции утепленной кровли (мансарда).

Исходя из перечисленных пунктов видно, что один из основных способов предотвращения появления сосулек и наледи на кровлях является борьба с попаданием в подкровельное пространство тепла из отапливаемой части здания. Однако полностью избежать образования льда на консольных частях крыши избежать невозможно. При частых колебаниях температур около нулевой отметки, при разном солнечном освещении крыши в те дни, когда температура воздуха составляет около -1 , -20°C и проч. Всё равно возникает необходимость удалять лёд с кровли. К сожалению, самым распространённым, и самым вредным способом является их механическое

скальвание. Для этого используются лопаты, и даже металлические ломы, что приносит значимый ущерб кровельному покрытию. Во избежание этого в настоящее время разработаны и разрабатываются менее опасные способы борьбы с наледью и сосульками.

В качестве возможного решения является установка электрической системы антиобледенения крыш домов. Устройство такой системы проводится на карнизах и прочих местах наибольшего скопления снега и наледи. Управление такой системой предусматривается микроконтроллером Atmel AVR ATMEGA328P. Обеспечение работы микроконтроллера ведется полностью через IDE (собственную программную оболочку) Arduino. Рабочим телом системы является нагревательный элемент, и датчики температуры и влажности, которые (а при сегодняшнем развитии КИПиА – он один) располагается в самом холодном месте чердака. Нагревательный кабель, конструкция которого предусматривает изменение теплоотдачи на различных участках. Его мощность колеблется в пределах 20–40 Вт. В случае недостатка мощности допускается протягивать термокабель в два ряда. Датчик температуры и термокабель настроены таким образом, что при скоплении снега на кровле, или при образовании наледи и сосулек подача электрического тока на нагревательный кабель будет включаться автоматически и растапливать образовавшийся лёд и снег [1].

В наше время есть и другие способы, позволяющие бороться с образованием наледи. Такие, как нанесение гидрофобных составов антиобледенения. Подобное решение не может полностью предотвратить появление наледи, но может обеспечить быстрое таяние льда при цикличном процессе заморозания-оттаивания, при таком способе не образуются сосульки. Гидрофобные композиции наносят на кровли, выложенные из любого материала при помощи распылителя, валиков или кистей. При этом поверхность должна быть подготовлена. То есть обеспылена, обезжирена и очищена от ржавчины. Проводить работы по нанесению композиции следует пока стоит тёплая и сухая погода, в силу того, что процесс застывания осуществляется при температуре не ниже $+6^{\circ}\text{C}$. Покрытие, состоящее из гидрофобной композиции, значительно снижает адгезию льда с поверхностью крыши. Составы, препятствующие обледенению, обладают следующим свойствами:

- гидроизоляционные и антикоррозийные;
- сохраняют свои физико-механические свойства при перепадах температур в широком диапазоне;
- экологически безопасны;
- устойчивы к солнечной радиации и к атмосферным осадкам;
- прочны и эластичны [2].

Ещё один способ, пока очень редко используемый, был заимствован в авиации. Этот способ называется импульсным. При этом способе электроимпульсный прибор «Эипос» практически моментально уничтожить

любую сосульку. По утверждению автора изобретения Игоря Левина, эта система не имеет аналогов в мире. Она была разработана более полувека назад для борьбы с обледенением самолётов. Система формирует электрический импульс, проходящий по обшивке воздушного судна, за 1–2 секунды уничтожает все сосульки. Системой «Эпос» сейчас оборудованы все самолеты в мире, по крайней мере, в гражданской авиации - точно. И И. Левин решил использовать эту технологию в коммунальном хозяйстве. Вот, что она из себя представляет: блок системы крепится к стене дома. Сам блок следует изготавливать в антивандальной форме. От блока к свесам и элементам наружного водостока отходят провода, по которым передается электрический импульс из-за микровибрации, вызванной этим импульсом, разрушаются сосульки. Частоту импульса и его регулярность лучше регулировать вручную. Прибор «Эпос» выполняется в трёх модификациях. Первая и наиболее дешёвая (в районе 200 тыс. руб. на здание) система устанавливается на водоприёмные воронки. Хотя, установить систему можно и иным способом. Провода от блока прокладываются по периметру крыши и полностью исключают образование наледи.

Самый эффективный, но и самый дорогостоящий (около 560 рублей за метр погонный) — это так называемый «снегосброс». Он устанавливается немного ниже кобылок. Там, под небольшим углом крепится дополнительный карниз из пластика. На нём, с частотой около одного метра устанавливаются датчики, контролирующие нагрузку на кровлю. При появлении сосулек и наледи (масса свесов увеличивается) срабатывает система, разбивая их. Маленькие осколки льда и снег скатываются по водостоку, не причиняя вреда людям на тротуаре. В Москве такими аппаратами оборудованы пока только около 100 зданий [3].

Существует и способ, который, кажется, взят из фантастических романов. Это способ борьбы с сосульками с помощью лазера. В 2004-м г. в Москве и Петербурге были проведены испытания установок лазерного удаления сосулек. Данные установки базируются на компактном целевом лазере мощностью в пучке 250 Вт. Этот лазер может устанавливаться на базе небольших (около 1,5т) грузовиков. По заверениям авторов данной системы, данная установка совершенно безопасна для горожан, поскольку излучение данного лазера не способно проникнуть через оконные стекла (про открытые форточки они не говорили). По сути, излучение этого лазера сопоставимо с тепловым излучением обычного рефлектора, только его можно сфокусировать на сосульках. Но при этом авторы проекта признают, что основным направлением борьбы с сосульками следует считать предотвращение их появления. То есть реконструкция крыш, а лазеры должны рассматриваться в качестве аварийной спецтехники [3].

Подводя итоги доклада, хочется отметить, что способов борьбы со столь неприятным явлением в городском хозяйстве, как сосульки и налесь много, а соответственно, идеального нет. Несмотря на это требования "ВСН 58-88 (р) "Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта

и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения" [4] и СП 255.1325800.2016. Свод правил. «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения» [5], требующие недопущения образования льда на кровлях остаются в силе. Следовательно, бороться с ними надо. И выбирать их следует исходя из материально – технических возможностей каждой конкретной эксплуатирующей организации и конструктивных особенностей каждого конкретного здания. Но, как известно – лучший способ борьбы с любым нежелательным явлением, это его профилактика, по сему, при капитальном ремонте или строительстве зданий со скатными кровлями, требуется уделять особое внимание дальнейшей работе каждого элемента здания. В данном случае: тщательно утеплять чердачное помещение и обеспечивать его наилучшее проветривание.

Библиографический список

1. Филипенков, И. В. Разработка системы защиты кровли от обледенения / И. В. Филипенков. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 17 (151). — С. 87-89..
2. <http://kryshadoma.com/kabelnyy-obogrev/antiobledenitelnaya-sistema-krovli-dlya-vashego-doma.html>.
3. Михаил Стекольников. Проблемы борьбы с обледенением жестких кровель. Энергоинформ, Москва, 2005.
4. "Ведомственные строительные нормы ВСН 58-88 (р) "Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения".
5. "СП 255.1325800.2016. Свод правил. Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения".

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ И СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ ТРУБ

Родиук В.Э., студент 2 курса 20 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Доможиров В.Ю., ст. преподаватель

Самым распространённым материалом, из которого изготавливаются внутридомовые системы водоснабжения и центрального отопления являются стальные водогазопроводные трубы. Поэтому основной причиной выхода из строя этих элементов здания является коррозия, то есть химическая реакция между железом, которое является основным компонентом материала труб и кислородом, содержащимся в воде, которая подаётся по этим трубам. Как известно из школьного курса химии, при контакте металлов с кислородом образуется оксидная плёнка, защищающая металл от дальнейшего контакта с окислителем.

В данном случае это монооксид железа – FeO. Однако следует учесть, что сама плёнка крайне хрупка, а материал труб подвижен. Эти подвижки вызваны температурным расширением металла, давлением воды и

теплоносителя, усадкой здания и прочими факторами. Они практически не заметны, но достаточны для того, чтобы разрушить защитную плёнку. После чего, под плёнку поверхностной ржавчины попадают свободные молекулы кислорода, содержащиеся в воде. Это приводит к образованию триоксида железа (Fe_2O_3). То есть глубокой коррозии, разрушающей тело трубы и уменьшающей диаметр условного прохода. И чем больше свободных частиц кислорода в воде, тем быстрее проходит процесс окисления и раньше наступает момент отказа. Так специалистами НИУ МГСУ были отмечены случаи сквозной коррозии труб, срок эксплуатации которых не превышал двух лет. Например, в водопроводящих системах корпусов Дальневосточного Федерального Университета, расположенных на о. Русский, где используется опреснённая морская вода. Хотя, согласно нормативам, они должны были служить до 30-ти лет. Или на Мытищинском пивоваренном заводе, где по технологии, требуется дистиллированная вода, что подавалась по стальным трубам между цехами.

Окисление металла водопроводных труб происходит с кислородной деполяризацией, из-за чего роль кислорода в отказах трубопроводов, арматуры и приборов весьма высока. Да и в тех ситуациях, когда режим химического состава воды строго выверен, часто возникают случаи, при которых происходят ситуативные увеличения концентрации кислорода в сетевой воде. Причинами являются:

- заводской брак деаэраторов;
- временные остановки деаэраторов;
- подсос воды из системы ХВС в абонентских подогревателях, в тех случаях, когда система закрытая;
- завоздушивание обратных трубопроводов.

Таким образом мы видим, что избыточное количество кислорода в системах возникает по двум причинам: недостаточная водоподготовка и случайное аэрирование в ходе эксплуатации. Соответственно, чтобы продлить срок службы водопроводящих систем, нужно бороться с этим элементом по обоим направлениям.

Во время сезонных профилактических или работ по ремонту в системах ТС и ВС, сливают воду с отдельных участков трубопроводов с последующим заполнением их водой. Для уменьшения контакта металла труб с водой, имеющей высокую концентрацию кислорода, фрагменты трубопроводов следует заполнять деаэрированной (обычно из обратной сети) водой. Но и в этой ситуации из-за насыщения сетевой воды кислородом из воздуха вовремя заполнения опустошенных трубопроводов возрастает концентрация кислорода в воде. К примеру: на ТЭЦ ОАО «Мосэнерго» были выявлены случаи повышения концентрации O_2 в сетевой воде во время ремонта теплосети.

Даже в случаях временных повышений содержания кислорода в воде вызывает возникновение в трубах коррозионных участков, называемых коррозионными язвами.

Всероссийский Теплотехнический Институт пришёл к необходимости провести полноценное исследование на предмет выявления степени насыщения воды O_2 из окружающей атмосферы во время заполнения полых труб деаэрированной водой [1]. Эксперимент проводился в открытых баках, которые заполнялись водой из открытой сети, имеющей температуру сорок градусов, а концентрация кислорода составляла 50 мкг/кг. При этом процессе концентрация кислорода в воде увеличивалась до 1500 мкг/кг, то есть в 30 раз! После чего проводились измерения скорости изменения концентрации кислорода при различной интенсивности перемешивания воды в баках, соответствующей скорости движения воды 0; 0,4 и 3,7 м/с [2].

Следовательно, скорости движения воды в системе 0,4 м/с достаточно, поскольку она схожа со скоростью воды при заполнении системы. Следовательно, если мы имеем желание снизить процент содержания свободных частиц кислорода в воде при заполнении системы является минимизация временных затрат на их заполнение, которое сегодня составляет порядка четверти суток. Уменьшение времени, требующегося на заполнение системы можно достичь за счет разбивки системы на отдельные участки или увеличения скорости заполнения.

Не стоит и забывать про правильное расположение и квалифицированному использованию воздушников, чтобы исключить образование «воздушных мешков» в системе при её заполнении подготовленной водой. При заполнении обраткой в системе создается давление около 4 кгс/см². При таком давлении концентрация кислорода в воде, при нормальной температуре может составлять около 30 мг/л. Расчеты, проведённые ВТИ, показывали, что при образовании в системе «воздушных мешков» в больших объемах воды может создаваться достаточно высокая концентрация кислорода, что приводит к возникновению глубокой коррозии на внутренней поверхности труб [3].

Возвращаясь к вопросу изначального присутствия кислорода в воде и способах его понижения. Изначально кислород содержится в любой природной воде. В подземных источниках - в меньшей степени, в поверхностных - в большей. Также при опреснении, будь то способом дистилляции, или более прогрессивным – обратным осмосом вода насыщается большим количеством кислорода. Соответственно при проведении работ по водоподготовке надо следить не только за санитарно-биологическим составом воды, но и за её химической агрессивностью по отношению к системам водоснабжения и центрального отопления. Для этого существует несколько способов снижения концентрации кислорода в воде.

Термический метод – этот метод построен на том, что нагретая до температуры 70°C вода соприкасается с деталью из железа, имеющую значительную площадь поверхности. Этот процесс должен длиться не менее тридцати минут, во время контакта железа с водой большая часть кислорода расходуется на коррозию. Для этого процесса лучше использовать железный лом или бракованные детали стального производства. Но для проведения

данной процедуры требуется сложное габаритное оборудование, оснащенное песочными фильтрами. Это оборудование достаточно сложное в обслуживании и требует больших затрат во время эксплуатации. На сегодняшний день этот метод практически не применяется, он заменён физическим удалением излишков кислорода – деаэрацией. Самая распространённая из них это термическая деаэрация. При нагреве воды при постоянном давлении растворенные в ней газы постепенно выделяются. Когда температура повышается до температуры насыщения (кипения), при этом выходит и большая часть кислорода.

Также есть и химический способ с использованием сернисто-натриевой соли. Но он достаточно дорог (для удаления 1 кг растворенного в воде кислорода расход упомянутой выше соли составляют около 8 кг).и может быть экономически оправдан только в тех случаях, когда уже была проведена предварительная деаэрация, при которой была удалена большая часть свободного кислорода. С целью полного удаления кислорода в инженерных сетях требуется 30 мг избыточной сернисто-натриевой соли на каждый литр. Реже, но применяется серно-железистая соль. Часто используется и химически-коррекционный способ, при котором воду добавляется реагент, который реагирует с растворенным кислородом. Лучшего результата можно достичь в сочетании с термическим воздействием на воду, то есть, ее необходимо нагреть до 70° и выше. Как правило, в качестве реагента используется водный раствор сульфита натрия, также может применяться катализированный бисульфит натрия[4]. При вступлении реагента в реакцию с растворенным кислородом возникает избыток сульфит-ионов, поддерживаемый на уровне 2-3 мг/л. Также может создаваться условия для образования избытка SO₃²⁻, который будет постоянно находиться на уровне 2-3 мг/л[5].

Таким образом, можно резюмировать, что для обеспечения требований ВСН 53-86(р) и сохранения эксплуатационных характеристик систем горячего и холодного водоснабжения, а также отопления в течении нормативных сроков службы (20 и 30 лет соответственно) [6], необходимо, помимо прочих мероприятий и следить за содержанием кислорода в воде. Перед началом использования природной воды, при водоподготовке, максимально снижая количество свободных молекул кислорода. Так же, в ходе эксплуатации следить за тем, чтобы вода при заполнении опорожнённых систем как можно меньше соприкасалась с воздухом.

Библиографический список

1. Балабан-Ирменин Ю.В., Фокина Н.Г. Снижение кислородной коррозии в сетевой воде трубопроводов теплосети после ремонта // Энергетик. 2004. № 1. С. 31-32.
2. Ю.В. Балабан-Ирменина, В.М.Липовских, А.М. Рубашова «Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей», Издательство «Новости теплоснабжения», 2008 г.

3. Методические указания по защите баков-аккумуляторов от коррозии и воды в них от аэрации. МУ 34-70-155-86. М.: СПО Союзтехэнерго, 1987
4. Громов Н.Н., Деаэрация воды в котельных без подвода пар. Журнал "Новости теплоснабжения", № 01 (05), январь 2001.
5. Сазонов Р.П., Финаева В.В. Новые материалы для защиты воды от аэрации в баках-аккумуляторах и емкостях запаса // Практика противокоррозионной защиты («Кар-тэк»). 1996. № 2. С. 26-33..
6. ВСН «Правила оценки физического износа жилых зданий». Дата введения 1987-07-01.

О ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗВОДКЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

*Романова А.В., студент 2 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Доможиллов В.Ю., ст. преподаватель*

Помимо используемой уже более века вертикальной разводки центрального водяного отопления всё чаще можно встретить и так называемую «горизонтальную систему поквартирного отопления. Данная система уже много лет применяются и у нас. На сегодняшний день уже есть значительный опыт их эксплуатации. Различным аспектам, выявленным в ходе их устройства и дальнейшей работы и посвящён этот доклад.

Зачастую системы горизонтального теплоснабжения, в которых применяются трубы из полимерных материалов с повышенной теплостойкостью, оказываются более затратные по стоимости, чем привычные системы с из стальных водогазопроводных труб. И в силу этого обстоятельства, подобное решение возможно применить только для МКД, которые принято относить к т.н. «жилью с повышенной комфортностью». Хотя элементарные расчёты показывают, что описываемые системы уже много лет существуют во многих зданиях самых распространённых серий, эксплуатирующимися в России, никак не относящихся к «элитным». Несмотря на это, горизонтальная разводка отопительной системы используется в них не в исключительном качестве, раде эксперимента, а выбрана по вполне рассудительным соображениям, и принималась она при сравнении прочих вариантов. Экономическое сравнение производилось по многим параметрам, учитывалась себестоимость материалов, работ, опрессовки, характеристик эксплуатации системы, её долговечность. Водопроводящие системы из полимеров стоят заметно больше классических оцинкованных стальных труб, однако, учитывая стоимость работ, сроков эксплуатации, которые не подвержены окислению, должны служить дольше, и т.д. за весь эксплуатационный период, может оказаться даже дешевле. Так, в случае, производства работ по сварке стальных систем, требуется опытный газосварщик, и временные затраты на его труд достаточно высоки, то при производстве неразъёмных соединений полимерных трубопроводов, скорость монтажа возрастает, при том что обучиться этому навыку можно за

день. А при вертикальной системе устройство стояков из полимеров нежелательно по противопожарным соображениям.

Иногда в статьях на эту тему авторы отмечают и такую ситуацию в применении горизонтальной системы при производстве строительных работ, как возможность устройства, наладки и приёмки в эксплуатацию системы водяного отопления по мере возведения здания [1]. Это может пригодиться для ускорения процесса строительства, чтобы можно было вести отделочные работы на нижних этажах, пока верхние монтируются.

При горизонтальной схеме отопления её местная подводка к водопотребляющим приборам осуществляется таким способом, что бы она функционировала в качестве тёплого пола. Считается, что это повышает комфортность проживания, забывая, что при такой разводке замена системы ЦО потребует вскрытия полов.

В некоторых публикациях, к примеру, в статье С.Г. Никитина [2], делается акцент на возможность регулирования температуры в помещениях самими жильцами, что позволяет каждому конкретному человеку добиться наиболее комфортной для него температуры, а в некоторых случаях и экономить на отоплении. Так, не однозначной видится рекомендация снижать подачу теплоносителя на кухне из-за того, что там и так имеются источники тепlopоступлений. Дело в том, что "СП 60.13330.2020. Свод правил» [4]. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха", и так требует от проектировщика учитывать тепло, выделяемое бытовыми приборами. Такая же ситуация возникает и с совсем необычным пожеланием бывает предложение отключить внутриквартирную систему время проветривания комнат. При открывании окон в мороз поток ледяного воздуха может заморозить сам прибор из-за перехода в ледяное состояние содержащегося в нём теплоносителя. Экспертиза, проведённая по факту разрыва конвекторов, показала, что на всех этих была установлена система термолегуряторов, оборудованные выносным датчиком температуры. Сами датчики были расположены в глубине помещения, а отопительные приборы были отгорожены от остального помещения плотными шторами.

Также часто, в рекламных целях, советуют отключать термостаты во время отсутствия людей, дабы сэкономить на отоплении. Крайне вредный совет, ибо утеплительный слой имеют только наружные стены, но не межквартирные. Так, в случае, если один сосед уехал зимой на длительный период из своего дома и перекрыл подачу теплоносителя, его соседи по вертикали и по горизонтали, будут вынуждены увеличивать напор в своих приборах. При таком перепаде температур будет выпадать конденсат на поверхности и в толще стены обитаемых квартир, а экономия по дому в целом будет стремиться к нулю. Таким образом, допускается отключать теплоснабжение только в частном секторе, и то при условии опорожнения системы, если в качестве теплоносителя выступает вода.

Одним из преимуществ горизонтальной разводки перед вертикальной часто указывают на то, что стояки, расположенные по углам комнат, мешают

жильцам. Так, например, не желательно размещать мебель вблизи стояков, поскольку температура их иногда доходит до $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$, что приводит к рассыханию мебели. Иногда жильцы, при ремонте, скрывают стояки отопления декоративными панелями. При проектировании системы отопления теплоотдача стояков также учитывается в тепловом балансе квартиры [4], но закрытые мебелью или декором стояки не смогут обеспечить требуемую теплоотдачу. В случаях плановых или аварийных ремонтов такая заделка стояков не только усложняет работу слесарям, но и вызывают сопротивление жильцов в демонтаже их самодеятельности. Бывают случаи, когда жильцы откровенно не допускают к таким ремонтам рабочих. В таких случаях кажется, что некоторые граждане считают юридические законы выше законов физики.

Освоение горизонтальной схемы увеличивает инженерную безопасность системы отопления. Иногда встречаются статьи, где утверждается, будто горизонтальная разводка применяется исключительно для обеспечения индивидуального ввода в квартиру и индивидуального поквартирного учета. Это не так. При горизонтальной разводке исключаются многие неприятные ситуации, такие как, зависимость от жильцов при замене системы, необходимость отключать весь стояк при аварии на одном приборе и проч.

При горизонтальном способе устройства отопительной системы, гравитационная составляющая заметно понижается. Для обеспечения работы системы, при которой шум от работы термостатов был минимализирован, перепад устанавливается попарно и поэтажно в помещениях МОП. Допустимо устанавливать одну балансировочную пару на один этаж. Это тоже дает некоторую экономию в количестве приборов и затрате времени на их обслуживание.

В периодических изданиях часто встречается мнение, будто установка единственного счётчика расхода теплоносителя на квартиру (особенно в тех случаях, когда данный счётчик устанавливается в самой квартире), возможно позволит некоторым собственникам жилья корректировать показания теплосчётчиков в свою пользу. Но установка счётчиков в помещениях, относящихся к собственности жильцов, уже давно прекращена. На сегодняшний день распределительные узлы устанавливаются поэтажно в местах общего пользования, в специально отведённой нише или шкафу, а здесь и размещается все измерительное оборудование. Такое расположение даже удобно жителям, ибо им нет необходимости в регулярной съёмке показания индивидуальных приборов учета. Да и с развитием электронных технологий, показания счётчиков передаются в эксплуатирующую организацию автоматически. Однако за собственниками и ответственными квартиросъёмщиками сохраняется право и возможность контролировать показания приборов и правильность расчётов, проводимых управляющей компанией. Они имеют возможность фиксировать показания приборов в начале и конце отопительного периода.

У теплосчётчиков есть свойство, которое затрудняет их эксплуатацию, это чувствительность к загрязнениям теплоносителя различными взвешями. Данное свойство вызывает потребность устанавливать фильтр в системе отопления, на каждом этаже. Принципиальная схема подобного узла широко известна. Например, она была опубликована в монографии «**Инженерное оборудование высотных зданий**» [5]. Если изучить схему системы поквартирного отопления, можно обратить внимание, что существует некоторый риск создания прецедента, когда в многоквартирных квартирах, где соответственно много радиаторов может иметь место недогрев диктующего отопительного прибора из-за избыточной длины подающей магистрали. Чтобы не допустить этого явления при периметральной схеме соединения радиаторов их следует подключать по встречной схеме. Такое решение поможет избежать недогрева последнего в цепочке отопительного прибора. Первый по подающей трубе прибор является последним по обратной. В любом случае требуется предварительная настройка термостатов (как при лучевой, так и при периметральной схеме).

Резюмируя всё описанное выше, хочу заметить, что существует множество различных «за» и «против» горизонтальной разводки сети. На эту тему пишут инженеры, экономисты и просто потребители коммунальных услуг чья профессиональная деятельность далека от сферы ЖКХ. Но ни разу не пришлось столкнуться с социальной составляющей данного вопроса. Установка поквартирных счётчиков и возможность регулировать подачу теплоносителя самостоятельно, будет вынуждать небогатых жителей экономить на обогреве своего жилья. Эта экономия выльется в частые, а потом и хронические заболевания у людей, которые и так мало, что могут себе позволить. По сему, при выборе системы разводки надо учитывать не только экономическую и техническую составляющие, но и гуманитарную.

Библиографический список

1. С.Г. Никитин, Н.В. Шилкин. Горизонтальные системы поквартирного отопления. Из опыта эксплуатации. АВОК №5. 2013.
2. С.Г. Никитин. Горизонтальные системы поквартирного отопления: практические аспекты эксплуатации. АВОК №5. 2021.
3. "СП 60.13330.2020. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01-2003".
4. Отопление и вентиляция жилого здания : методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования» для студентов бакалавриата всех форм обучения направления подготовки 08.03.01 Строительство / Моск. гос. строит. ун-т, Каф. отопления и вентиляции ; [сост. О.Д. Самарин]. - Москва: МГСУ, 2015.
5. Инженерное оборудование высотных зданий. Под общей редакцией М.М. Бродач. 2-е издание. М.: «АВОК-ПРЕСС», 2011.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ФАСАДОВ

Ширинский М.Д., студент 2 курса 20 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Доможиллов В.Ю., ст. преподаватель

На сегодняшний день все существующие и эксплуатируемые здания в более современных, энергоэффективных и технологичных решений по устройству всех элементов здания. В данном докладе рассмотрим снижение затрат на обогрев здания, путём устройства штукатурных и навесных фасадов. Устройство таких позволяет усовершенствовать теплотехнические и архитектурные характеристики панельных зданий. Но, не стоит забывать, что при возведении данных зданий соблюдались нормативы, действительные на то время и нарушение таких характеристик, как конструктивные и теплотехнические этих домов не предусматривалось.

Изначально в качестве утеплителя использовались технологичные пенополиуритан и пенополистирол. Но они крайне горючие. Так, пожар, возникший в одной комнате, мгновенно разносится по фасаду, вызывая возгорание во всех помещениях. После нескольких таких пожаров в разных городах России, от полимерных материалов отказались и теперь утеплителем ВФС служат только различные минеральные ваты. Однако и с ними есть определённая проблема. Воздушный зазор между навесным фасадом и утеплителем, создаёт большую воздушную тягу, подобную печной трубе, высота которой равна высоте самого здания. Данные воздушные потоки разрушают структуру минераловатных плит и волокна вылетают в окружающую среду (до 9кг волокон в сутки, для 8-ми этажного здания), постепенно сводя к нулю эффект утепления. Иногда во избегании этого процесса плиты закрывают полиэтиленовой плёнкой. При таком решении фасад перестаёт быть вентилируемым, вся эксплуатационная влага оседает в утеплителе, делая данную конструкцию не то, чтобы бесполезной, но и вредной для основных конструкций дома.

Таким образом, все преимущества, возникающие при дополнительной теплоизоляции наружных ограждающих конструкций, возможны лишь в случае выполнения проекта производства подготовительных, изыскательских и монтажных работ с учётом всех требований, действующих нормативных актов и анализом их дальнейшей работы.

Здесь должны быть учтены все химико-физические методы прогнозирования технического состояния строительных конструкций. Эти проекты должны стать не только частью рабочей документации для производства конкретных ремонтно-строительных работ, но и базой для будущей нормативной документации.

Сегодня вся нормативная база по устройству ВФС не предусматривает Сводов Правил. Всё, что есть, на данный момент, это: Положения института ЦНИИПромзданий, Рекомендации Мосгосархитектуры и рекомендации

заводов, производящих элементы навесных фасадов, которые, в лучшем случае, согласованы с ведущими НИИ. В 2020 году был принят ГОСТР 58883—2020 «Системы навесные фасадные вентилируемые. Общие правила расчета подконструкций» [1], однако в нём рассмотрены исключительно конструктивные характеристики элементов, то есть воздействие только механических нагрузок. Указанные выше нормативные акты не предусматривают дальнейшую совместную эксплуатацию, ограждающих конструкций, слои которых выполнены в разное время и по разным нормам, так же крайне затруднительно соотнести время проведения ремонтов классических и присоединённых конструкций. А также теплоизоляционные и пароизоляционные свойства заполнения межпанельных стыков в условиях, которые не были предусмотрены проектной организацией. Так при обшивке панельных зданий ВФС. Обязательно надо учитывать, что утеплительный материал, что использовался для утепления швов, имеет определённый срок службы, который, скорее всего, не совпадает с запланированным сроком службы вновь возведённого утепления фасада. Из-за этого эксплуатационные характеристики материала, что был использован для уплотнения стыков, может разрушаться и превратиться в канал, совмещающий отапливаемое помещение и улицу. Разрушенные швы станут «мостиком холода» и через них будет инфильтрация пара, выделяющегося в жилых помещениях, тем более в кухнях и ванных комнатах, непосредственно в новый утеплитель. Надо отметить, что перед началом проведения работ по утеплению фасадов, существующие швы не только не обследуются, но, более того, не ремонтируются специально, из экономии, мол «новый фасад закроет старые щели» [2].

При разработке проектов по устройству утепления существующих фасадов, важно соотносить принимаемые решения с рекомендациями Москомархитектуры и энергосберегающими требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [3] и в рекомендациях ЗАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ» «Конструкции стен, покрытий и полов с теплоизоляцией из экструзивных пенополистирольных плит «ПЕНОПЛЕКС» [3].

Помимо навесных фасадов широко используется и утепление наружных стен штукатурным способом. Современный штукатурный фасад — это многослойная конструкция отделки наружных стен, которая состоит из основных слоёв, таких как: теплоизоляционный, армирующий, финишный или отделочный. Эта конструкция призвана решить две задачи: первая это современные запросы к эстетике селитебной территории, дающая, в силу многообразия материалов и цветовых решений, дающая возможность разнообразить жилую застройку и придать каждому кварталу свою индивидуальность. Вторая задача, это чисто техническая функция, которая заключается в утеплении наружных стен, влекущее снижение тепловых потерь, а как следствие — экономию энергии, затрачиваемой на отопление здания.

Все виды штукатурных многослойных фасадов делятся на два типа по конструктивным и технологическим решениям. Это тяжёлые – где плиты утеплителя фиксируются металлическими метизами к стене здания. Они устанавливаются на небольшом расстоянии от самой стены, образуя воздушный зазор. С внешней стороны плиты армируются сеткой. После чего на утеплитель наносятся штукатурный и финишный слой. Данный метод допустим только для стен с большим запасом прочности, поскольку образуется рычаг, один конец которого жёстко закрепляется в стене, другой находится под действием момента, вызванного нагрузкой от пирога утеплителя. В зданиях с навесными наружными панелями подобное крепление недопустимо. Преимущество такого решения заключается в наличии зазора между стеной и утеплителем, благодаря чему излишняя влага выходит из утеплителя на улицу. Однако в таком зазоре, как и в ВФС волокна будут «выдвигаться» из утеплителя и долговечным это решение назвать нельзя.

В процессе эксплуатации жилых домов постоянно происходит движение влаги: из помещений, где большую часть года температура и влажность выше, чем с наружи и водяной пар движется в атмосферу. Следовательно, пар проходит через ограждающую конструкцию насквозь, но может и оставаться толще стены. Паропроницаемость (способность конструкции поглощать и отдавать влагу) не менее важная характеристика строительных материалов, как и теплопроводность. Если не учитывать её, при проектировании, можно не только снизить ожидаемую энергоэффективность, но и вызвать сокращение срока службы этого здания. Отсюда, при создании проекта многослойного утеплителя, требуется подбирать материалы так, чтобы паропроницаемость каждого материала увеличивалась от внутреннего слоя к внешнему. Иначе точка росы образуется внутри конструкции, влага из помещений будет накапливаться, а возможности выйти наружу у неё не будет, что приведёт к скоплению конденсата, а, следовательно, потерям тепла, быстрому старению материала и появлению плесени, грибка и проч.[4]. В большинстве случаев, МКД, которые подвергаются утеплению фасадов, имеют наружные стены из железобетона, либо кирпича. В качестве утеплителя используются минераловатные плиты, или пенополистирол. Пенополистирол в мокрых фасадах не представляет серьёзной пожарной опасности, так как «зажат» между старой стеной и штукатуркой без доступа воздуха. Однако его паропроницаемость практически столь мала ($0,013 \text{ Мг}(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$) по сравнению с железобетонной и кирпичной стенами ($0,03$ и $0,11$ соответственно), что просто заперёт пар в стене.

Также технология «мокрых фасадов» часто используется при выборочном ремонте участков стен, потерявших свои теплотехнические характеристики [5].

Подводя итоги доклада, хочу заметить, что при решении провести утепление фасада, должны быть тщательно проработаны и просчитаны все

нюансы его устройства. Такие характеристики, как нагрузка от собственного веса, от ветра, теплопроводность, паропроницаемость, долговечность, ремонтпригодность, совместная работа с существующими конструкциями и прочее. А о самих видах утепления замечу, что на сегодняшний день, устройство вентилируемых фасадов производит впечатление крайне непроработанной, дорогостоящей, бесполезной, а иногда и вредной разработки. Так что производить утепление фасадов, если и стоит, то только штукатурным способом. На счёт материалов, применяемых в мокрых фасадах, замечено, что лучшим утеплителем для фасадов домов остаются минераловатные плиты. Стекловата крайне быстро проседает под собственным весом. Полимерные утеплители запирают влагу в стене. Штукатурка минеральная изо всех финишных слоёв, имеет ряд достоинств: наибольшую паропроницаемость, относительную дешевизну, технологии её нанесения давно известны и не требуют переобучения или поиска редких специалистов. Но само по себе утепление фасадов – тенденция дело полезное. Оно служит как для повышения энергоэффективности, так и улучшения шумоизоляции, которая тоже сильно возрастает после проведения утепления ограждающих конструкций. А это повышает комфортность нахождения людей в жилых и общественных зданиях.

Библиографический список

1. ГОСТР 58883— 2020 «Системы навесные фасадные вентилируемые. Общие правила расчета подконструкций».
2. Доможиллов В. Ю. Вентилируемые фасадные системы и их совместная работа с конструкциями здания. БСТ 2019. РИОР.
3. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».
4. Доможиллов В.Ю., Король Р.А. «Эксплуатационные особенности утепления наружных стен по технологии штукатурного фасада» БСТ 2020. РИОР.
5. Доможиллов В.Ю. «О возможности соблюдения требований ВСН 53-86 (р) при ремонте ограждающих конструкций». «Инновации и инвестиции» №2. 2023.

СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ОБРАБОТКЕ ДОРОГ И ТРОТУАРОВ ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Володина А.А., студент 4 курса 20 группы ИИЭСМ

Макаров О. В., студент 4 курса 21 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.

Специальную оценку условий труда (СОУТ), согласно Федеральному закону от 28.12.13 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», необходимо проводить всем организациям, которые заключили хотя бы один трудовой договор. За отказ от СОУТ предусмотрена ответственность частью 2 статьи 5.27.1 КоАП РФ в виде штрафных санкций. Проблемой является, что некоторые работодатели СОУТ принимают за формальность.

Подтверждением является количество выписанных штрафов в 2021 году государственными трудовыми инспекциями. За нарушение процедуры или непроведение СОУТ было наложено свыше 7,3 тыс. административных штрафов на общую сумму 2,6 млрд. рублей.

Изученные материалы, включающие в себя нормативно-правовые акты и технические нормы, обосновывают актуальность исследования, которая заключается в оценке влияния реагентов, используемых для очистки улиц от снега и льда на жизнь и здоровье работников. Целью данной работы является специальная оценка условий труда и уровня профессиональных рисков работников, выполняющих обработку дорог и тротуаров противогололёдными материалами (ПГМ). Можно выделить следующие задачи: анализ нормативно-правовой документации, изучение факторов риска для работников при работе с ПГМ, разработка сводной таблицы по специальной оценке условий труда.

ПГМ должны быть стойкими к возгоранию, взрывам и радиационно-неактивные. При обращении с ПГМ работники должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты и носить спецодежду. Согласно ГОСТ 12.1.007, на территориях жилых зон допускается использовать ПГМ, относящиеся либо к умеренно-опасным, либо к малоопасным, что соответствует 3 и 4 классам по уровню воздействия на окружающую среду и людей. При противогололёдной обработке дорог и тротуаров в населённых пунктах, ПГМ не должны вызывать аллергическую реакцию в сильной или умеренной форме, а также не могут обладать эффектом всасывания в кровь и дальнейшего распределения по кровотоку. Если для очистки жилых зон от снежного покрова используются такие средства механизации, как роторные снегоборщилки, то соотношение хлористого кальция к хлористому натрию в используемом реагенте должно составлять не менее, чем 1:4, если используются другие методы уборки, то не менее 1:9 [1].

Если говорить о распределении противогололёдных реагентов, то нормы устанавливаются либо путём разработки рекомендаций от производителя ПГР, либо согласно нормативных или отраслевых документов [2].

Предельно допустимая концентрация (ПДК) хлористого кальция в воздухе рабочей зоны – 2 мг/м.

Отмечая преимущества хлористого кальция, необходимо отметить, что данное соединение не скапливается в организме человека и не может представлять собой опасность при взаимодействии со сточными водами и воздушной, так как не вступает в реакцию с другими веществами и, как следствие, не образует ядовитых элементов.

Однако хлористый кальций гораздо менее приятен при непосредственном взаимодействии с кожей человека, так как обладает большой влагёмкостью, что при систематическом воздействии приводит к раздражению и высушиванию рогового слоя эпидермиса. Не менее опасное

раздражение хлористый кальций вызывает, попадая на слизистую оболочку верхних дыхательных путей [3].

Были проведены исследования по изучению всасывания и дальнейшего распределения веществ, входящих в состав ПГМ. Согласно результатам данных мероприятий, было выявлено, что совокупность элементов, применяющихся для противоснежной и противогололёдной обработки улиц в максимальных концентрациях меняют такие ключевые показатели организма как состав периферической крови, негативно влияют на биохимические показатели кровяной сыворотки важнейших органов, таких как печень и почки, изменяют морфологический состав. Данные исследования показывают, что имеет место ярко выраженное токсическое воздействие. На ключевые органы наиболее активно на человеческий организм влияют препараты, основой которых является хлорид кальция [5]. Именно он является наиболее часто используемым компонентом ПГР, участвующих в обработке городских улиц во многих городах России.

При работе с ПГР необходимо избегать попадания реагента на кожный покров и слизистую. Работать необходимо в специальной защитной обуви и одежде, во время работы с реагентами запрещается снимать средства индивидуальной защиты. Экипировка должна соответствовать всем действующим нормам по охране труда и технике безопасности [3]. В случае взаимодействия компонентов ПГР с кожей человека необходимо тщательно промыть участки поражения обильной струёй воды. Сотрудники, обеспечивающие распределение материалов, способствующих очистке улиц от снега и льда, должны в обязательном порядке проходить профилактические и межсезонные медицинские осмотры. Данное требование регламентируется приказом Минздравсоцразвития России от 16.08.2004 №83 [4].

При обработке дорог и тротуаров ПГМ опасность также несут и сами участки, которые связаны с повышенным риском потери равновесия и, как следствие, получением травм. В таблице 1 приведены результаты специальной оценки условий труда при обработке дорог и тротуаров противогололёдными материалами. Приведены выявленные риски и меры по их снижению.

Таблица 1. Специальная оценка условий труда при обработке дорог и тротуаров противогололёдными материалами

Объект исследования/ Объекты возникновения опасности	Опасность/ опасное событие	Рабочие места	Существующие меры управления риском	Оценка уровней профессиональных рисков	Регулярные меры по контролю риска
Выполняемые работы: обработка дорог и тротуаров противогололёдными материалами	Опасность: опасность падения из-за потери равновесия при скольжении	Дороги и тротуары в зимний период	Организационные меры: Работа в противоскользящей обуви	Вероятность: В2 Тяжесть: Т3 Уровень риска: С6 Средний уровень	Организационные меры: Контроль соблюдения требований охраны труда (Непосредственный)

<p>Объекты возникновения опасности: лёд</p>	<p>Опасное событие: падение с высоты собственного роста</p>				<p>руководитель, проведение инструктажа 2 раза в год, до и после отопительного периода)</p>
<p>Выполняемые работы: обработка дорог и тротуаров противогололёдными материалами</p> <p>Объекты возникновения опасности: противогололёдный материал</p>	<p>Опасность: опасность превышения предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны</p> <p>Опасное событие: попадание испарений реагента в лёгкие, развитие заболеваний дыхательных путей</p>	<p>Дороги и тротуары в зимний период</p>	<p>Организационные меры: Работники, связанные с применением противогололёдных материалов, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры, согласно приказу Минздрава от 16.08.2004 №83 При заполнении ёмкостей работники должны находиться с наветренной стороны с целью исключения попадания смеси паров и аэрозолей ПГМ в зону дыхания и на открытые участки тела работающих Не допускается проверка уровня наполнения ёмкостей визуально. Только по уровнемеру</p>	<p>Вероятность: В2 Тяжесть: Т4 Уровень риска: С8 Средний уровень</p>	<p>Организационные меры: Контроль соблюдения требований охраны труда (Непосредственный руководитель, проведение инструктажа 2 раза в год, до и после отопительного периода) Медицинский осмотр, флюорография (Врач, 2 раза в год, при появлении жалоб со стороны сотрудников на ухудшение состояния здоровья)</p>
<p>Выполняемые работы: обработка дорог и тротуаров противогололёдными реагентами</p> <p>Объекты возникновения опасности: оборудование для проведения</p>	<p>Опасность: опасность взрыва/возгорания, выхода из строя механизма распределения ПГР</p> <p>Опасное событие: Взрыв/Возгорание в результате взаимодействия (смешивания) ПГР с пожаро/взрывоопасными веществами</p>	<p>Дороги и тротуары в зимний период</p>	<p>Организационные меры: Перед использованием оборудования следует: проверить правильность сборки узлов машины, отрегулировать расположение рабочих органов для получения</p>	<p>Вероятность: В2 Тяжесть: Т3 Уровень риска: С6 Средний риск</p>	<p>Организационные меры: Регулярный осмотр оборудования перед каждым рабочим выездом. Ведение журналов технического осмотра. Проверка сертификатов</p>

<p>обработки дорог и тротуаров противогололёд- ными реагентами</p>			<p>необходимого направления внесения реагентов и материалов, опробовать оборудование в рабочем состоянии, используя чистую воду, добиться нормированного расхода рабочей жидкости, отрегулировать ширину захвата агрегата, протестировать системы автоматизирова- нного распределения ПГМ Разработка и введение в действие инструкции по технике безопасности при работе с ПГМ.</p>	<p>на оборудование.</p>
--	--	--	---	-----------------------------

Выводы

Оценены последствия нарушения техники безопасности и превышения допустимых концентраций ПГР при обработке поверхностей дорог и тротуаров. Определён ряд опасностей, которым подвергаются дворники, проводящие работы по противогололёдной обработке дорог и тротуаров, проанализированы меры по минимизации вреда и обеспечению техники безопасности при проведении работ.

Исходя из анализа карты профессиональных рисков работников, можно сделать вывод, что риск, связанный с обработкой улиц противогололёдными материалами, классифицируется как средний.

Для снижения выявленных рисков необходимо проводить периодические и внеплановые инструктажи по технике безопасности и охране труда с обязательным условием использования средств индивидуальной защиты и автоматизированных механизмов при работе с ПГР.

Направлением дальнейшего исследования является определение негативного воздействия ПГР на жителей, домашних питомцев, окружающую среду и инженерные сети в долгосрочной перспективе.

Библиографический список

1. Проблема применения и оценки противогололедных препаратов в условиях мегаполисов / М. А. Водянова, О. В. Ушакова, Л. Г. Донерьян, И. С. Евсеева // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 5. – С. 53.

2. ГОСТ Р 58427-2020 Материалы противогололедные для применения на территории населённых пунктов

3. ГОСТ 450-77 Кальций хлористый технический. Технические условия

4. Распоряжение Департамента жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города Москвы № 05-14-650/1 от 28.09.2011 «Об утверждении технологии зимней уборки проезжей части магистралей, улиц, проездов и площадей (объектов дорожного хозяйства г. Москвы) с применением противогололедных реагентов и гранитного щебня фракции 2-5 мм (на зимние периоды с 2010-2011 гг. и далее)

5. Чудакова, С. Б. Токсиколого-гигиеническая оценка степени опасности антигололедных реагентов: специальность 14.00.07: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Чудакова Светлана Борисовна. – Москва, 2006. – 191 с.

РАСЧЕТ ОСВЕЩЕННОСТИ И КОМФОРТНОСТИ УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ

*Евланова Т.Е., Пронина В.А., студенты 4 курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дегаев Е.Н., к.т.н., доц.*

Освещение влияет на жизнь и здоровье людей. Свет, воздействуя на глаза, при неправильном выборе ламп может ухудшать зрение. Если освещение недостаточное, глаза напрягаются, из-за чего глазные мышцы быстро устают, а если долго и систематически находиться в таких условиях, то можно значительно повредить зрение.

В образовательных учреждениях освещение играет довольно важную роль. Доказано, что освещение влияет на успеваемость, мышечный рост и развитие, работу сердечно-сосудистой системы и другие важные показатели жизненных процессов.

При проектировании системы освещения следует учитывать такие факторы как освещенность и мерцание. В данной статье рассчитаны уровни освещенности двух случайно выбранных аудиториях НИУ МГСУ по стандартной методике и в программном комплексе DIALux, а также произведены измерения фактической освещенности с целью проверки соответствия установленным требованиям.

В исследуемых аудиториях определили тип, мощность и световой поток установленных ламп. С помощью люксметра в темное время суток измерили фактические значения освещенности аудиторий. Полученные данные приведены на рис. 1.

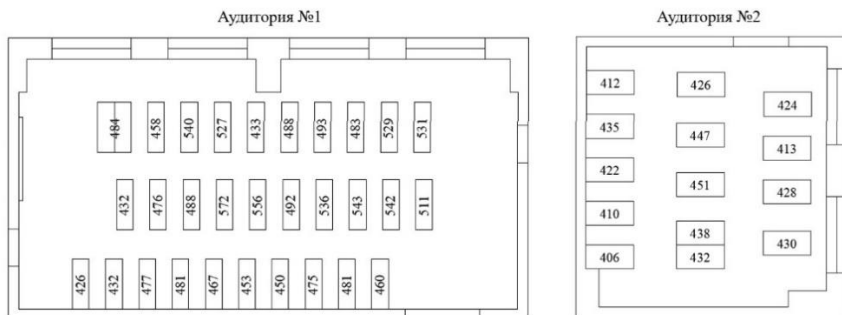


Рисунок 1. Фактические значения освещенности аудиторий №1 и №2

Расчет освещенности произведен используя характеристики, заявленные производителем. Расчеты проведены вручную и с использованием программы DIALux evo.

Чтобы рассчитать значение требуемого количества светильников в помещении необходимо использовать метод коэффициента использования.

Рассмотрим учебную аудиторию №1. Она оснащена системой общего равномерного освещения, имеет следующие размеры: $H = 3,2$ м; $A = 12$ м; $B = 6$ м. Площадь помещения $S = AB = 72$ м².

Источником света служат люминесцентные газоразрядные лампы типа ЛХБ-36, тип светильника – ARS 218. Согласно СП 52.13330.2016 в учебной аудитории освещенность рабочей поверхности должна быть не менее $E_{min} = 400$ лк.

Коэффициент запаса K_3 необходим, чтобы учесть износ ламп в процессе эксплуатации, снижение светового потока ламп, а также запыленность помещения. По СП 52.13330.2016 для учебного кабинета выбрано $K_3 = 1,4$ (помещения с нормальными условиями среды).

Для оптимального расположения светильников типа ARS 218 необходимо принимать коэффициент минимальной освещенности $Z = 1,1$.

Аудитория имеет белый потолок, светлые стены и серый пол. Поэтому принимаем коэффициенты отражения поверхностей помещения: $\rho_{пот} = 70\%$, $\rho_c = 50\%$, $\rho_{пол} = 20\%$.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} \quad (1)$$

где: A , B , h – длина, ширина помещения и расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м [1-3].

Для аудитории №1: $h = 2,35$ м; $i = 1,7$; $\eta = 67,4\%$.

Определяем требуемое количество N светильников (по две лампы в каждом):

$$N = (E_{min} \cdot k \cdot S \cdot Z) / (\Phi_n \cdot n \cdot \eta) = (400 \cdot 1,4 \cdot 72 \cdot 1,1) / (2500 \cdot 2 \cdot 0,674) = 13,2;$$

где:

E_{min} - минимальная нормированная освещенность, лк;
 K - коэффициент запаса;
 S - освещаемая площадь, м²;
 Z - коэффициент минимальной освещенности (коэффициент неравномерности освещения);
 Φ_n - световой поток лампы, лм;
 N - число ламп в светильнике;
 η - коэффициент использования светового потока в долях единицы.

Таким образом, минимальное количество светильников типа ARS 218 с двумя лампами типа ЛХБ-36 в каждом, установленных в помещении, должно быть не менее 13 штук (рис.2, 3).

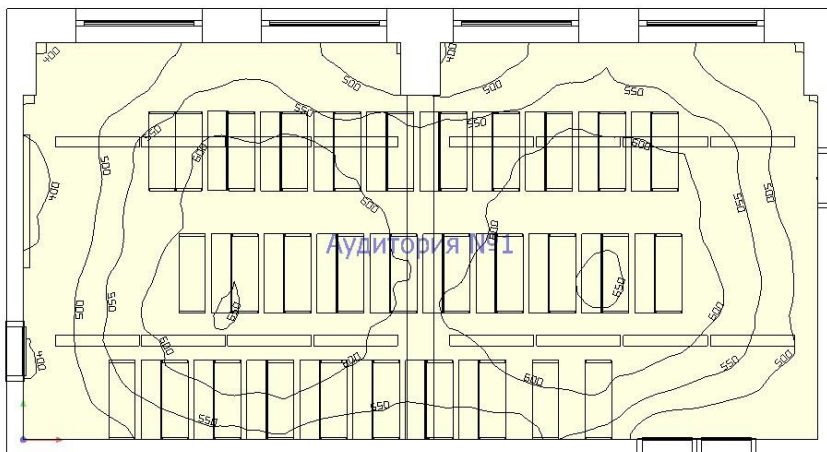


Рисунок 2. Освещенность аудитории № 1 в программе DIALux

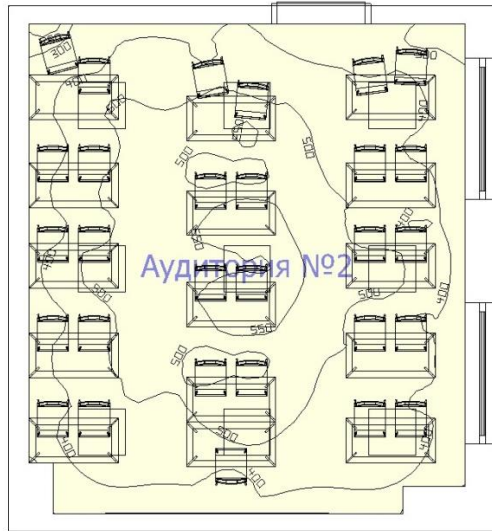


Рисунок 3. Освещенность аудитории № 2 в программе DIALux

Рассмотрим учебную аудиторию №2. $H=3$ м; $A=6,5$ м; $B=6$ м. Источником света являются люминесцентные газоразрядные лампы типа ЛХБ-18, тип светильника – ARS 418. $E_{\min}=400$ лк. $K_3=1,4$. $Z=1,1$. $\rho_{\text{пот}}=70\%$, $\rho_c=50\%$, $\rho_{\text{пол}}=20\%$.

Получаем $h = 2,25$ м и индекс помещения $i = 1,04$.

Находим $\eta = 65,8 \%$.

Площадь помещения $S = AB = 39 \text{ м}^2$

Определяем требуемое количество N светильников по четыре лампы в каждом:

$$N = (E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z) / (\Phi_{\text{л}} \cdot n \cdot \eta) = (400 \cdot 1,4 \cdot 39 \cdot 1,1) / (1050 \cdot 4 \cdot 0,658) = 7,7;$$

В итоге в аудитории №2 необходимое количество светильников типа ARS 418 по четыре лампы типа ЛХБ-18 в каждом должно быть не менее 8 штук. Фактически в учебном помещении установлено 9 светильников.

Количество светильников в исследуемых аудиториях были установлены с запасом, так как с течением времени люминесцентные лампы теряют свою яркость. Расчеты в программе DIALux (рис. 2 и 3) и фактические замеры (рис.1) свидетельствуют о том, что в процессе эксплуатации световой поток ламп снизился в среднем на 100 лк.

Кроме освещенности на состояние человека, находящегося в помещении, имеют высокое влияние скорость движения воздуха, температура и влажность. Так, при слишком малой скорости воздуха, высокой температуры и влажности человек испытывает дискомфорт, а его организм может быть подвержен тепловому удару. Поэтому для

рассматриваемых аудиторий был рассчитан показатель комфортности, который определяется по формуле Д. Ван-Зейлена:

$$K = 7,83 - 0,0968 \cdot t_{ст} - 2,8 \cdot 10^{-4} P_{п} + 0,0367 \cdot \sqrt{V} \cdot (37,8 - t_{в})$$

где К – степень комфортности (дискомфортности) (1 - жарко; 2 - слишком тепло; 3 - тепло, приятно; 4 - приятно; 5 - прохладно, приятно; 6 - холодно; 7 - очень холодно);

$t_{в}$ - температура воздуха, °С;

$t_{ст}$ - средняя температура стен и окружающих предметов, °С;

V - скорость движения воздуха на высоте 0,5м от пола исследуемого помещения, м/с;

$P_{п}$ - давление водяных паров, мм рт.ст.

$$K = 7,83 - 0,1 \cdot 25 - 0,0968 \cdot 21 - 0,00028 \cdot 23,8 + 0,0367 \cdot \sqrt{0,3} (37,8 - 25) = 3.$$

Выводы

Фактические замеры освещенности в аудиториях №1 и №2 ниже, чем значения, рассчитанные в программе DIALux с тем же количеством ламп. Снижение светового потока связано с длительной эксплуатацией ламп.

Полученное значение степени комфортности (дискомфортности) на февраль 2023 года свидетельствует о том, что в аудитории комфортные условия микроклимата. Для поддержания микроклимата аудиторий в постоянных комфортных условиях необходимо автоматизировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования, которые будут реагировать на внешние погодные условия [4].

Библиографический список

1. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. - М.: ДЕАН, 2003. - 890 с.
2. ГОСТ Р 56228-2014. «Освещение искусственное. Термины и определения».
3. СП 52.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.
4. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. СанПиН 1.2.3685-21.

СНИЖЕНИЕ ЭМИССИИ НИТРИД ВОДОРОДА ИЗ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Печкина Е.К., студент магистратуры 1 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

Одной из актуальных проблем на ранних этапах эксплуатации новостроек является обнаружение жильцами неприятного запаха нашатырного спирта, который вызывает головокружение, понижение

артериального давления, раздражение кожных покровов, слизистых и ряд других недугов. Данное явление связано с добавлением в бетонные смеси химических добавок, в состав которых входит аммиак.

Аммиак (NH_3) – нитрид водорода, бесцветный газ с раздражающим запахом нашатырного спирта.

Согласно ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений», аммиак относится к 4-му классу опасности (малоопасные вещества), его предельно допустимые концентрации:

- максимально-разовая: $0,2 \text{ мг/м}^3$;
- среднесуточная: $0,04 \text{ мг/м}^3$.

Превышение допустимых концентраций аммиака негативно воздействует на здоровье человека и окружающую среду. Нитрид водорода, попадая в организм через дыхательные пути и кожу, способен повлиять на нервную систему, тем самым снижая поступление кислорода в мозговую ткань [1].

Одним из предполагаемых источников аммиака в бетоне могут являться аммонийные соединения – соли аммония, карбамид (мочевина) и другие подобные вещества, которые используются в качестве противоморозных добавок, добавок-ускорителей и прочих модификаторов.

Противоморозные добавки необходимо использовать в период производства бетонных работ при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже $5 \text{ }^\circ\text{C}$ и минимальной суточной температуре ниже $0 \text{ }^\circ\text{C}$, их общее количество не должно превышать 5 % массы цемента [2].

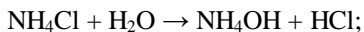
Основные азотсодержащие компоненты бетона, которые могут выступать в роли источника эмиссии нитрид водорода, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Азотсодержащие компоненты бетона

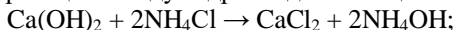
Наименование	Применение
Карбамид (мочевина) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Модификаторы противоморозного действия
Нитрат аммония NH_4NO_3	
Хлорид аммония NH_4Cl	
Гидроксид аммония NH_4OH	
Аммоний лигносульфонат	Пластификатор
Триэтаноламин (ТЭА) $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$	Интенсификатор помола цемента
Аминоксусная кислота $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	Входят в состав добавок-регуляторов твердения бетона
Аминопропионовая кислота $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH}$	

Рассмотрим процесс образования нитрид водорода из хлористого аммония [3]:

- гидролиз хлорид аммония:



- обменная реакция между гидроксидом кальция и хлорид аммонием:



- разложение гидроокиси аммония в щелочной среде:



Также возможны и другие случаи попадания азотсодержащих веществ в бетон. К примеру, в результате транспортировки цемента в неочищенных вагонах-цементовозах, в которых ранее перевозились азотные удобрения. [4].

Для определения ионов аммония в бетонах разработано множество методов, таких как: спектрофотометрический, электрохимический, хроматографический и другие [5]. Перед доставкой в лабораторию производится пробоотбор в виде кернов, которые в дальнейшем измельчаются до необходимого уровня.

Самым распространенным является метод Несслера, относящийся к спектрофотометрическим. Этот метод проводится в лабораторных условиях. При взаимодействии аммиака и щелочного раствора меркуриоида калия (реактив Несслера) образуется коллоидный раствор красно-бурого цвета [6].

Также распространен метод Кьельдаля (титриметрический метод), с помощью которого определяется массовая концентрация ионов аммония методом разделения жидких смесей на отличающиеся по составу фракции (дистилляция). Принцип данного метода описан в СТО 14258110-011-2016 «Метод определения массовой концентрации ионов аммония в бетонах и строительных растворах».

Из современных методов определения содержания аммиака в бетоне стоит выделить методику, основанную на термоэмиссионном анализе. Под воздействием температуры 170 – 200 °С происходит эмиссия аммиака из пробы в объем герметичной камеры. Через поглотители, в которых находится специализированный раствор (H_2SO_4 + индикатор метилоранж), смесь поступает в аспиратор. Розовый цвет раствора поглотителя изменяется на желтый. При необходимости раствор заменяется. Действия повторяются до того момента, как перестанет изменяться цвет, т.е. до полного выделения аммиака из образца. Далее с помощью раствора гидроксид натрия производится титрование, определяется количество аммиака [3]. Схема термоэмиссионной установки представлена на рис. 1.

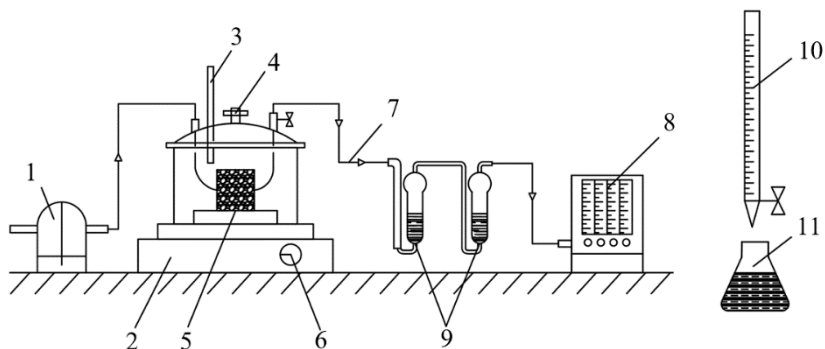


Рисунок 1. Схема термоэмиссионной установки: 1 – фильтр, 2 – нагреватель, 3 – термометр, 4 – герметичная камера, 5 – исследуемая проба, 6 – терморегулятор, 7 – соединительные элементы, 8 – аспиратор ПРУ-4, 9 – поглотитель, 10 – микробюретка с раствором NaOH, 11 – анализируемый раствор

Среди методов нейтрализации негативного влияния от эмиссии нитрид водорода при эксплуатации зданий и сооружений выделяют:

- естественная эмиссия аммиака;
- нанесение на бетонные поверхности специальных покрытий;
- применение отделочных материалов с фотокаталитическим эффектом [7].

Для ускорения естественной эмиссии аммиака рекомендовано повышение температуры бетонных поверхностей с проветриванием. Т.к. согласно экспериментам, проводимым внутри помещений в новых жилых зданиях в Финляндии, было отмечено, что в теплый период года при повышении температуры воздуха увеличивалась и эмиссия вредных веществ [8].

Эффективность действия покрытия обуславливается сорбцией аммиака с последующим химическим процессом образования стабильных нелетучих, а, следовательно, не имеющих запаха аммонийных соединений. Данные покрытия основываются на веществах с хорошими сорбирующими свойствами, например, такие, как водные дисперсии активированного угля, цеолиты, минеральные или органические кислоты или их соли, а также некоторые органические соединения. Необходимым условием является наличие интенсивного увлажнения.

Также возможно нанесение на бетонные конструкции водных растворов сильных окислителей: дихромат калия ($K_2Cr_2O_7$), перманганат калия ($KMnO_4$), смесь нитрита натрия с перманганатом калия ($NaNO_2 + KMnO_4$).

Одним из современных методов борьбы с эмиссией аммиака является применение экоотделочных материалов с фотокаталитическим эффектом. В его основе заложен принцип окисления аммиака до элементарного азота и

воды на поверхности полиморфной модификации диоксид титана (анатаз) под воздействием солнечного света. Использование таких материалов помогут бороться не только с аммиаком, но и с другими загрязняющими веществами.

Строительство – это пример антропогенной деятельности, поэтому снижение негативных факторов от него является неотъемлемой частью в решении экологических проблем и повышения комфорта проживания людей.

По результатам проведенного анализа, можно сделать вывод, что концентрация нитрид водорода является следствием использования модификаторов в бетонные смеси. При первых признаках неприятных запахов нашатырного спирта в помещении, необходимо определить концентрации аммиака в бетонных конструкциях. При превышении предельно допустимых значений требуется в кратчайшие сроки предпринять меры по обеспечению ограничения негативного воздействия на здоровье граждан, а также выполнить комплекс мероприятий по снижению концентрации аммиака.

Библиографический список

1. Линченко С.Н., Арутюнов А.В., Сальников В.А., Степанов В.А., Анистратенко Л.Г., Лапочкин С.Н. Экстремальная токсикология и медицинская защита: Учебное пособие. Краснодар: ИПЦ КубГУ, 2019. – 149 с.
2. СП 435.1325800.2018 «Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ»
3. Шиманов В.Н. Нейтрализация негативного влияния азотсодержащих компонентов в бетоне: специальность 05.23.05 «Строительный материалы и изделия»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шиманов Владимир Николаевич. Санкт-Петербург, 2013. – 22 с.
4. Чистый цемент в чистые вагоны // Строительство. № 1-2, 2005.
5. Тимофеева И.И. Определение прекурсоров аммиака в бетонах и бетонных смесях: специальность 02.00.02 «Аналитическая химия»: диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук / Тимофеева Ирина Игоревна. Санкт-Петербург, 2014. – 138 с.
6. Вольнец В.Ф., Вольнец М.П. Аналитическая химия азота. – М.: Издательство «Наука», 1977. – 307 с.
7. Сивков С.П. Эмиссия аммиака из цементных бетонов // Журнал «Технологии бетонов». № 5-6, 2012. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22939084>.
8. H. Jarnstrom, K. Saarela, P. Kalliokoski, A.-L. Pasanen Jarnstrom, H. Reference values for indoor air pollutant concentrations in new, residential buildings in Finland // Atmospheric Environment, № 40, 2006.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Шакиров Р. М., Фролов Д. В., студенты магистратуры 1 курса 6 группы
ИИЭСМ*

Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.

В настоящее время очень часто возникает потребность в обеспечении технического мониторинга состояния зданий и сооружений в том числе в целях безопасности жизнедеятельности человека.

В настоящее время существует достаточно большое количество различных методов мониторинга состояния зданий и сооружений. Большинство методов разработаны в странах ближнего и дальнего зарубежья, которые только спустя какое-то время появляются в нашей стране. Кроме того, приборы, используемые для таких методов исследования должны проходить периодическую поверку в соответствующих аккредитованных организациях.

В данной статье рассматриваются различные методы мониторинга состояния зданий и сооружений и выявление наиболее эффективных.

Для обеспечения безопасности высотных зданий в процессе строительства и эксплуатации требуется не прерывный контроль и мониторинг тех. состояния элементов так и всего здания в целом. В связи с этим было предусмотрено в нормативных нормах проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве [1] снабжением высотных зданий системой мониторинга.

Особенностью высотных зданий является сильное их воздействие на грунт в первую очередь из-за большой нагрузки веса здания, а так же из-за ветровых и сейсмических нагрузок, которые непрерывно действуют на высотное здание. Следовательно, контроль состояния высотного здания не допустим без исследования целостности и безопасности сооружения [2-5].

Важно отметить, что состояние несущих ограждений зданий и сооружений оказывают огромное влияние не только на эстетический вид строения, но и на теплотехнические показатели ограждающих конструкций, что влечет за собой уровень параметров микроклимата в помещениях (как известно эти параметры должны быть в допустимых, комфортных диапазонах для нахождения человека в них). Известно, что изменение теплотехнических показателей ограждающих конструкций зданий влекут за собой излишние энергетические затраты (для восполнения излишней потерь теплоты в помещениях) так и экономические (стоимость отопительного оборудования большей мощности, стоимость годового потребления тепловой энергии и цена за подключение к энергоснабжающим сетям) [6, 7]. Кроме того, возможные дефекты могут привести к образованию конденсата, излишней влаги и плесени в конструкции здания, что так же нарушают

гигиенические и прочностные характеристики здания. Данное явление объясняет актуальность и важность правильного выбора метода мониторинга состояния особенного ограждающих конструкций зданий и сооружений.

В зависимости от конструктивных параметров сооружения выделяется следующие основные модули мониторинга высотного здания:

1. Инструменты и методы мониторинга напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов здания:

Стандартный тензометрический датчик имеет вид стержня, где оба конца закреплены жестко, но второй конец имеет некоторую величину свободного хода. С помощью этих двух концов датчика и происходит измерение напряженно-деформированного состояния. При сжатии или растяжении этот конец перемещается, изменяя базисную длину датчика, что приводит к изменению фиксируемых сенсором показаний.

Следовательно, тензометрические датчики позволяют измерять фактическую величину относительной деформации участка в установленном месте.

2. Контроль изменения пространственных характеристик здания и целостности конструкции:

При выявлении неравномерной осадки грунтов основания фундамента будут наблюдаться изменения объемных характеристик здания, такие как отклонения от вертикали, смещения конструктивных элементов. Для контроля этих параметров использоваться различные геодезические методы.

3. Контроль состояния грунтового массива в основании и окрестности здания:

Во время строительства и эксплуатации зданий и сооружений грунтовой массив в основании, имея сложную неоднородную (дифференцированную) структуру, может менять собственные параметры достаточно интенсивно или даже крайне непредсказуемо.

Осадки грунтов можно измерить по крайней мере двумя способами: дифференцировано (послойно) или измеряя общее значение осадки. В свою очередь мониторинг горизонтальных перемещений грунтов крайне важен для участков с достаточно сложным строением грунтового массива или же когда возникает опасность возникновения оползней.

4. Мониторинг колебаний конструкции здания сейсмометрическими методами:

Для мониторинга колебаний зданий необходимо провести сравнение волновых полей при повторном наблюдении. В зависимости от обработки и метода выделяют три группы методик мониторинга колебаний:

— возбуждение колебаний искусственными источниками – ударами разной силы непосредственно по самому зданию или же поблизости от него;

— источником собственных колебаний являются постоянные пульсации атмосферного давления.

Последняя методика в настоящее время является более технологичной и экономичной, так как имеет низкую себестоимость, а также с ее помощью можно решить достаточно широкий круг задач.

1. Для правильного мониторинга важно выбрать подходящий метод измерений тех или иных деформаций в зданиях и сооружениях. От этого зависят результаты в отчетном документе по исследованию деформаций.

2. Залогом правильного мониторинга зданий и сооружений является использование правильного оборудования: современного, поверенного. Кроме этого огромное значение в использовании данного оборудования является классификация персонала по обследованию зданий и сооружений. Такие сотрудники должны периодически проходить обучение по использованию современного оборудования, которого в настоящее время очень много различного типа и производителей, которые имеют свои особенности использования и даже программирования.

Библиографический список

1. МГСН 4.19-2005 «Проектирование многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве». 2005 г.

2. Бирюков Ю.А. Методика мониторинга технического состояния зданий и сооружений в ограниченно работоспособном и аварийном состояниях. Нормирование и оплата труда в строительстве. 2019. № 2. С. 43-51.

3. Кузнецов В.А. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений. В сборнике: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ОТ ВОПРОСОВ К РЕШЕНИЯМ. сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 54-56.

4. Лебедкин А.П., Добрышкин Е.О. Анализ нормативно-правовой базы в области проведения обследования и мониторинга технического состояния зданий. Нормирование и оплата труда в строительстве. 2019. № 3. С. 33-38.

5. Гокова А.Ю. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений. В сборнике: Международный студенческий строительный форум - 2018 (К 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). Сборник докладов: в 2-х томах. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2018. С. 28-31.

6. Фролова А.А., Лухменев П.И., Фролов Д.В. Расчет уровня энергетически целесообразной теплозащиты наружных ограждающих конструкций в здании центра культуры и искусств. Энергосбережение и водоподготовка. 2023. № 1 (141). С. 76-78.

7. Малявина Е.Г., Фролова А.А. Расчет уровня экономически целесообразной теплозащиты зданий для разных районов РФ. АВОВ: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2022. № 8. С. 54-64.

СНИЖЕНИЕ НЕУЧТЕННЫХ РАСХОДОВ И ПОТЕРЬ ВОДЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

*Андреева В.Ю., студент магистратуры 2 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.*

В данной статье акцентируется внимание на важности снижения неучтенных затрат и потерь воды в многоквартирных домах. Также представлены практические решения, позволяющие сократить потери воды.

Актуальность темы связана с внедрением в нормативную базу Федерального закона N 261-ФЗ от 23.11.2009 [1]. Действие данного закона распространяется, в том числе, в отношении воды в системах централизованного водоснабжения, эффективного и рационального использования энергетических ресурсов, а также стимулирования энергосбережения.

Проблема экономии энергоресурсов в системах водоснабжения актуальна из-за ежегодного увеличения объемов водопотребления, и как следует, увеличения стоимости коммунальных услуг для населения и промышленности, что ведет к увеличению себестоимости выпускаемой продукции и удорожанию продукта для конечного потребителя [2,3].

Сокращение неучтенных расходов и потерь воды является важнейшим аспектом управления эксплуатацией многоквартирного дома. На рисунке 1 видно, что за последние годы наметилась тенденция прогрессирующего роста цен на воду. Рассмотрим несколько основных методов, которые могут помочь в этом отношении.

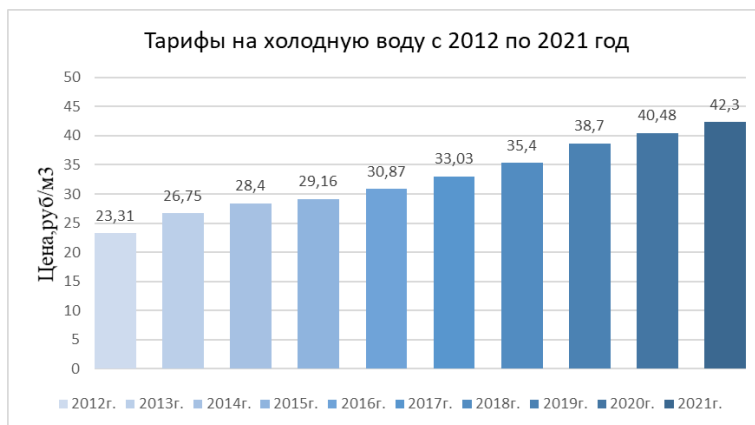


Рисунок 1. Тарифы на холодную воду с 2012 по 2021 год

Согласно статистике, доля полезного водопотребления составляет около 75%. Остальное занимают утечки и нерациональное водопотребление в соотношении 7% и 18% соответственно (рис. 2) [4].



Рисунок 2. Структура водопотребления

Хотя доля полезного водопотребления в общей статистике относительно большая, уменьшение нерациональных потерь и утечек - одно из первостепенных экологических приоритетов в мире.

Регулярное техническое обслуживание – один из важнейших методов снижения неучтенных расходов при эксплуатации многоквартирного дома. Проведение регулярных осмотров могут помочь выявить утечки и другие проблемы на ранней стадии, что позволит быстро отремонтировать и свести к минимуму потери воды.

Мониторинг использования воды позволит определить и расставить приоритеты в областях, где усилия по сокращению потерь воды окажут наибольшее влияние. В системах водоснабжения используются передовые датчики и алгоритмы для обнаружения утечек и других проблем в режиме реального времени. Системы обнаружения утечек могут быть установлены в различных местах многоквартирного дома, включая магистральный водопровод. При обнаружении утечки система отправляет предупреждение обслуживающему персоналу, что позволяет им быстро выявлять неэффективность и принимать меры по их устранению до того, как они перерастут в более серьезные проблемы. Такие системы могут обнаруживать утечки различных размеров, от небольших точечных до более крупных разрывов [5].

Решающую роль в проблеме выявления утечек воды и неучтенных затрат является использование водосберегающего сантехнического оборудования. Все данные приборы, по способу ограничения расхода, можно разделить на оборудование, уменьшающее поток воды через смеситель, и оборудование, ограничивающее залповый сброс воды в унитазе. Первая группа включает в себя различные модификации смесителей: однорычажные, с термостатическими головками, с модифицированными картриджами, с аэраторами, с автоматическими клапанами и системой инфракрасных датчиков. Из всего этого разнообразия лучше всех себя зарекомендовали смесители с инфракрасными датчиками, которые управляют магнитным клапаном смесителя при поднесении рук к смесителю, и позволяют максимально снизить неэффективный расход воды.

Данный смесители работают от аккумуляторной батареи или сети переменного тока.

Ко второй группе приборов относятся система прерывания смыва, двухрежимная арматура сливного механизма, которая позволяет слить полный бак или его половину. Большинство моделей унитазов сбрасывают 6 литров воды за полный смыв и 3 литра в половинчатый смыв. Современные технологии позволяют уменьшить слив до 4,5 и 3 литров соответственно, что ведет к экономии 30%. Также в продажу поступили «сухие» писсуары, состоящие из картриджа и гидравлического затвора, позволяющие пресекать попадание запахов из канализации.

Если перечисленные выше способы требуют больших финансовых затрат, то в качестве бытовых водосберегающих устройств можно использовать рассекатели струи с мелкими отверстиями, использование водосберегающих леек с подмесом воздуха [6].

На данный момент в фонде присутствует достаточное количество многоквартирных домов, которые можно модернизировать, тем самым улучшить показатели по водосбережению в системе водоснабжения. Предложенные методы приведут к сокращению неучтенных расходов и потерей воды в многоквартирных домах, что также значительно снизит убытки при эксплуатации.

Библиографический список

1. Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23.11.2009 N 261 / Государственная дума. М., 23 ноября 2009.
2. Ливчак, В.И. Энергосбережение при строительстве и реконструкции жилых зданий в России/ В.И.Ливчак// Энергосбережение.2001. №5. С. 26-27.
3. Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации. М., 1998
4. М. М. Бродач. Зеленое водоснабжение и водоотведение // Сантехника. 2009. № 4.
5. Пупырев Е.И., Примин О.Г. Водная отрасль России: проблемы и решения. Журнал «Коммунальный комплекс России», ОАО «АСТ –Московский полиграфический Дом» 2012, № 5, с. 8–12.
6. Л. И. Соколов, К. Л. Соколов Водосберегающие технологии современного санитарно-технического оборудования зданий // "Сантехника". - 2020. - №5. - С. 48.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО РЕМОНТУ КОНСТРУКЦИЙ ПЕШЕХОДНОГО ТОННЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Якимишин Д.В., студент магистратуры 2 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Римшин В.И., д.т.н., проф., чл.-корр. РААСН.*

В настоящее время строительная отрасль находится в стадии стремительного развития. Но существовавшие даже десять лет назад материалы и методы производства работ требуют постоянного усовершенствования. В связи с этим появляются новые способы производства работ, а также и новые материалы. Инженеры всего мира находятся в непрерывном поиске новых материалов для возможности строительства новых сложных объектов и облегчения выполнения строительно-монтажных работ на уже существующих. Среди них можно отметить весьма эффективные решения по внешнему армированию системой типа FibArm, в основе которой используется углеволокно. Также следует отметить такой способ работ как инъектирование трещин составами на основе эпоксидных смол. Касаемо систем внешнего армирования можно сказать следующее: они прочны, долговечны, просты в монтаже и имеют относительно невысокую стоимость. Сейчас многие строительные компании склоняются к тому, что применение систем внешнего армирования куда более выгодно, чем традиционные методы. Инъектирование так же помогает во многих ситуациях, не требует больших трудозатрат и позволяет восстановить целостность конструкций в кратчайшие сроки [1-12].

Исходные данные: имеется конструкция тоннеля со следующими видами дефектов:

- сухие трещины с шириной раскрытия от 0,3 до 2 мм и трещины, фильтрующие воду;
- некачественные рабочие (холодные) швы бетонирования.

По своему происхождению протечки имеют «блуждающий» характер и, как показывают наблюдения, могут проявляться в разных секциях и холодных швах в зависимости от времени года, температур воздуха и выпавших осадков.

Проектное решение по ремонту трещин и холодных швов

1. Структурные сухие трещины предлагается ремонтировать с применением составов на основе эпоксидных смол методом инъектирования. Для того чтобы восстановить целостность, сплошность и монолитность железобетонных конструкций структурные и силовые трещины ремонтируются современным методом инъектирования с использованием эпоксидных смол.

2. Производится местное (локальное) усиление повреждённых конструкций с применением композитных материалов, в основе которых лежат углеродные волокна.

3. Выбор состава эпоксидных материалов для инъекций происходит исходя из условий эксплуатации, типа трещин и величины их раскрытия:

- при раскрытии трещины – 0,1-0,5 мм – применить состав;
- при раскрытии трещины – 0,5-5 мм – применить состав.

Следует учитывать, что конструкции фильтрующие воду, а также обводнённые грунты не подлежат инъектированию эпоксидными смолами,

так как данные материалы не относятся к гидроизоляционным. В случае обнаружения filtrаций в конструкциях предлагается выполнение инъектирования составом на основе полиуретана.

4. При наличии водопроявлений различной интенсивности для ремонта холодных швов и трещин следует выполнить 2-х стадийное инъектирование с использованием состава на основе полиуретановой однокомпонентной эластичной смолы и с докачкой двухкомпонентной эластичной полиуретановой смолой.

Порядок производства работ при ремонте трещин/холодных швов (рис.1):

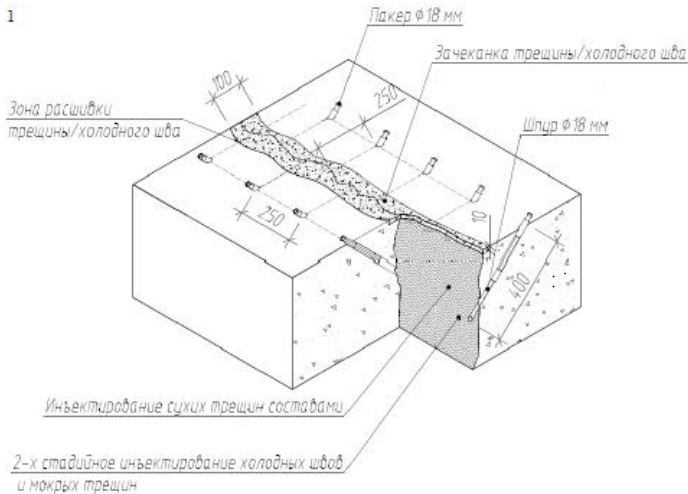


Рисунок 2. Схема ремонта трещин/холодных швов методом инъектирования

1. Во-первых для начала работ требуется механическая подготовка основания, далее следует расшивка и очистка трещины или холодного шва на общую ширину 100 мм (по 50 мм в каждую сторону от шва) и глубину 10 мм;

2. После проведения расшивки необходимо восстановить поверхность трещины или холодного шва с использованием ремонтного раствора до проектного положения;

3. Бурение шпуров диаметром $\varnothing 18$ мм в шахматном порядке с шагом 250 мм. в каждом ряду вдоль трещины или холодного шва, под 45° к поверхности на глубину 400 мм;

4. Удалить пыль из отверстий;

5. Установить пакера $\varnothing 18$ мм, запечатать трещину/холодный шов;

6. Если производится ремонт сухих трещин, следует выполнить инъектирование с применением эпоксидного состава;

7. При наличии водопроявлений различной интенсивности для ремонта холодных швов и трещин следует выполнить 2-х стадийное инъектирование с использованием состава на основе полиуретановой однокомпонентной эластичной смолы и с докачкой двухкомпонентной эластичной полиуретановой смолой;

8. По завершение работ по инъектированию требуется удалить пакера и заполнить составом отверстия (в случае ремонта сухих трещин или в случае ремонта трещин с водопроявлениями различной интенсивности или холодных швов).

Для усиления мест, в которых были обнаружены силовые трещины, выполняется усиление системой внешнего армирования типа FibArm (Рис 2,3,4):

1. Систему внешнего армирования из композитных материалов следует монтировать при определённых погодных условиях, а именно:

- 1) Температура окружающей среды должна быть не ниже $+5^{\circ}\text{C}$;
- 2) Температура бетонного основания должна быть не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ и выше температуры точки росы на 3°C .

2. На отремонтированную и подготовленную поверхность стены и перекрытия наклеиваются на клей типа Fibarm Resin 530+ элементы усиления СВА типа FibArm Tape-530/300.

2

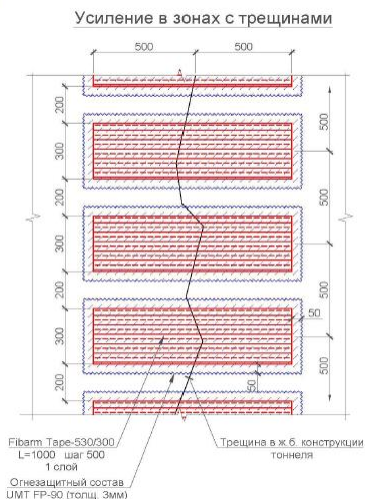


Рисунок 3. Усиление конструкции в зонах с трещинами

3 Усиление в зонах намоканий и мех. повреждений

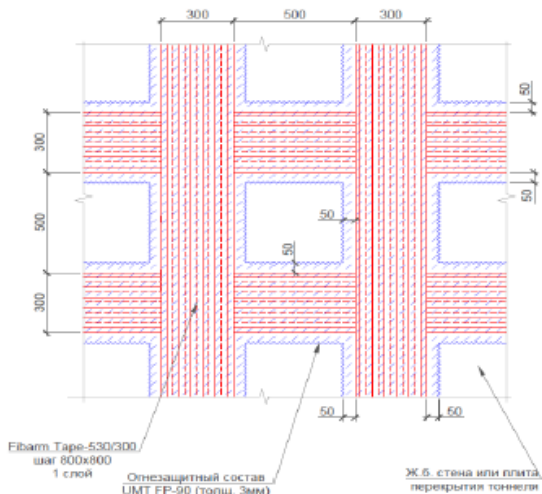


Рисунок 4. Усиление в зонах намоканий и механических повреждений

4 Усиление в зонах локальных разрушений

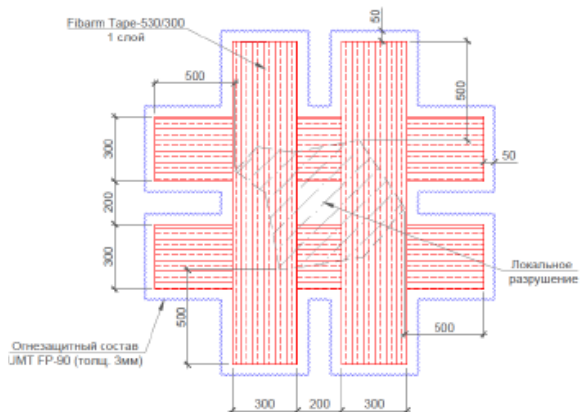


Рисунок 5. Усиление в зонах локальных разрушений

Библиографический список

1. Римшин В., Курбатов В., Анпилов С., Кецко Е. Проектирование мероприятий по реконструкции объектов жилищно-коммунального комплекса Русский инженер. 2022. № 2 (75). С. 44-47.
2. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Волкова С.В., Шумилова Е.Ю. Управление, эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома Минеральные воды, 2022.
3. Римшин В., Курбатов В., Анпилов С., Кецко Е. Проектирование мероприятий по реконструкции объектов жилищно-коммунального комплекса Русский инженер. 2022. № 2 (75). С. 44-47.

4. Кучеренко В.А., Курбатов В.Л., Римшин В.И. Определение причин образования трещин в несущих и ограждающих конструкциях бассейна в здании Эксперт: теория и практика. 2022. № 1 (16). С. 75-81.

5. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Технология и организация производства строительного комплекса Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» / Минеральные Воды, 2021.

6. Римшин В.И., Меркулов С.И. Элементы теории развития бетонных конструкций с неметаллической композитной арматурой Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 5. С. 38-42.

7. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Диссипативная теория силового сопротивления железобетона Москва, 2015.

8. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Усиление железобетонных конструкций при коррозионных повреждениях учебное пособие / Москва, 2009.

9. Бондаренко В.М., Боровских А.В., Марков С.В., Римшин В.И. Элементы теории реконструкции железобетона Москва, 2002.

10. Мосаков Б.С., Курбатов В.Л., Римшин В.И. Основы технологической механики тяжелых бетонов Минеральные Воды, 2017.

11. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Строительно-техническая экспертиза Минеральные Воды, 2015.

12. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Контроль и надзор в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве Минеральные Воды, 2016.

РЕСТАВРАЦИЯ С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ ПОД СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗДАНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Кузина И.С., студент 4 курса 14 группы ИПГС

Научный руководитель –Трунтов П.С., преподаватель

В соответствии с Федеральным законом от 25 июня 2002 г. №73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятники истории и культуры) народов Российской Федерации» [1], к объектам культурного наследия относятся объекты недвижимого имущества и иные объекты с исторически связанными с ними территориями, произведениями живописи, скульптуры и др. предметами материальной культуры, возникшие в результате исторических событий, представляющие собой ценность с точки зрения истории и являющиеся свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры. Таким образом, сохранение подлинного исторического состояния объектов культурного наследия, является одной из ключевых задач при выполнении работ по реставрации таких объектов.

Работы по реставрации зданий, являющихся объектами культурного наследия, необходимо выполнять по результатам обследования его технического состояния, выполненного до начала проведения проектных работ, а также дополнительно на этапе проведения работ по сохранению объекта культурного наследия.

При выполнении работ по техническому обследованию объекта культурного наследия уделяется особое внимание сохранению всех элементов здания и преимущественно следует использовать неразрушающие методы [1].

Перед началом работ по проектированию проводится полный комплекс предварительных работ, а именно:

- комплексные научные исследования;
- заключение по результатам исследования отделочных материалов фасадов и интерьеров;
- техническое заключение о состоянии несущих и ограждающих конструкций.

Проводимые проектные работы в отношении объекта культурного наследия, обычно подразумевают поэтапное выполнение проектной документации:

1 этап – Эскизный проект реставрации;

2 этап – Проект приспособления для современного использования.

На данном этапе, проектом реставрации предлагаются решения по сохранению всех подлинных архитектурных и конструктивных элементов здания, включенных в текущую редакцию предмета охраны [2-3].

Рассматриваемый объект культурного наследия изначально имел П-образную форму в плане, 6 этажей с подвалом. Здание возведено в 1860-1867 гг. и изначально служило в качестве гостиного дома с номерами в аренду и торговыми площадями.

Конструктивная система надземной части существующего здания бескаркасная (стеновая), выполнена по регулярной конструктивной схеме с перекрестно-расположенными продольными и поперечными несущими кирпичными стенами.

Конструктивная система подземной части существующего здания (подвал) бескаркасная (стеновая), выполнена по регулярной конструктивной схеме с перекрестно-расположенными продольными и поперечными несущими кирпичными стенами.

Пространственная жесткость здания в вертикальной и горизонтальной плоскости обеспечивается – продольными и поперечными несущими массивными кирпичными стенами, образующие перекрестную стеновую схему и дисками междуэтажных перекрытий, связывающие стены и разделяющие их по высоте на ярусы.

Сохранившийся объем объекта представляет собой Г-образное в плане здание. Архитектурный облик фасадов выполнен в кирпиче без штукатурки, в духе развитой эклектики. Кладка – цепная, обработка шва – подскребка. Кирпич имеет габарит – 260x130x65 мм. Фасад окрашен в светло-жёлтый цвет по кирпичу, отдельные архитектурные детали выделены белым цветом [4].

Кирпичная кладка стен имеет многочисленные дефекты в местах контакта со свесом кровли: выветривание шовного раствора, локальное

расслоение лицевой части кирпичной кладки, следы биопоражения. По фасаду отмечены следы локальных намоканий кладки в виду отсутствия отвода воды с выступающих архитектурных элементов.

Сохранившийся объем строения покрывает вальмовая кровля, выполненная из кровельного железа, соединенного в стоячий фальц. Кровельное покрытие окрашено в зеленый цвет масляной краской. На всей протяженности фасадов сохранились ажурные кровельные парапеты. Печные трубы сохранились в полном объеме. На дворовую часть ориентированы прямоугольные слуховые окна с верхней обвязкой выполненной «лучком».

Далее приведены существующие конструктивные решения элементов и предлагаемые варианты решений по реставрации объекта культурного наследия с учетом максимального сохранения исторической ценности и с приспособлением для современного использования.

1. Фундаменты

Существующее положение: Фундаменты под несущими кирпичными стенами - ленточные. По материалам - фундаменты выполнены из кладки керамического полнотелого кирпича марки М50 на сложном растворе марки М10. Выявлены следующие дефекты фундаментов: - выпадение фрагментов кирпичной кладки фундамента, кладка разбирается «от руки»; - вымывание раствора швов кирпичной кладки, пустоты кладке фундамента; - эрозия кирпичной кладки, выпадение фрагментов кладки из кирпичного боя, выпадение фрагментов кирпичей; - высолы на внутренней поверхности наружных стен подвала; - отмечена деградация и потеря прочности раствора кирпичной кладки.

Решения по реставрации: усиление существующих фундаментов методом инъектирования, усиление контакта «фундамент-грунт», укрепление грунтов основания методом струйной цементации, устройство отсечной гидроизоляции [5].

2. Перегородки

Существующее положение: Перегородки здания первичной планировки в основном объеме выполнены деревянными, из досок и бревен, установленных стоймя, оштукатуренные по дранке, окрашены, в объеме вторичной (современной планировки) каркасные деревянные либо из гнутого алюминиевого профиля с обшивкой гипсокартонными листами, либо древесно-стружечной плитой. Заполнение перегородок выполнено звукоизолирующим материалом в виде минераловатных плит. Отдельные деревянные перегородки воспринимают нагрузку от вышележащих перекрытий.

Решения по реставрации: Демонтаж существующих современных ненесущих перегородок.

3. Стены

Существующее положение: Несущие наружные и внутренние стены выполнены из кирпича керамического полнотелого (историческая кладка),

марки М75-100 на известково-цементном растворе марки М10. Толщина несущих кирпичных стен составляет 450-1080 мм. Гидроизоляция стен подземной части отсутствует.

Решения по реставрации: Предусмотрено выполнение работ по восстановлению кирпичной кладки исторических кирпичных стен здания, заделка трещин, на разрушенных участках. Эрозию отдельных кирпичей стен подвала до глубины 40 мм обработать докомпоновочными растворами с соблюдением технологии производителя. При повреждении кирпичей на глубину более 50 мм применить вычинку кладки по классической реставрационной технологии, рекомендуется устройство вертикальной и горизонтальной гидроизоляции [6-7].

4. Перекрытия

Существующее положение: Перекрытия над подвалом и 1 этажом представлены кирпичными сводами шатрового, цилиндрического и полуцилиндрического типов, толщинами в затяжке в среднем около 0,28-0,53 м. Перекрытия над 2-6 этажами – в помещениях деревянные по деревянным балкам, на отдельных участках (в зонах санузлов) монолитные железобетонные перекрытия по металлическим балкам, в коридоре кирпичные полуцилиндрические своды.

Решения по реставрации: Предусмотрено выполнение ремонта, реставрации и восстановление кирпичной кладки сводов. Трещины в кладке сводов инъецируются специальным раствором из готовых смесей для исторических кирпичных кладок, сложенных на известково-песчаном растворе, фирм Реммерс, Аксил, Рунит или аналогичных. Деревянные перекрытия освидетельствуются, при необходимости выполняется усиление деревянных балок накладками, места опоры деревянных балок на кирпичную кладку так же освидетельствуются, при необходимости реставрируются, подкладываются прокладки из влагостойкой фанеры по слою гидроизоляции. На аварийных участках перекрытия заменяются на монолитные железобетонные в несъемной опалубке из профилей стальных гнутых с трапециевидными гофрами (профнастил) [8].

5. Покрытие (крыша)

Существующее положение: Крыша здания многоскатная, кровельное покрытие выполнено сталью листовой на фальцевом соединении по деревянной обрешетке. Водосток наружный организованный. Стропильная система наслонная, без конькового прогона из деревянных элементов стропильных ног с опиранием в мауэрлат по периметру ограждающих стен и опиранием на промежуточные прогоны.

Решения по реставрации: Для конструкций стропильной системы рекомендуется выполнить локальную замену аварийных элементов. Рекомендуется выполнить обработку деревянных элементов стропильной системы огнебиозащитными растворами (МИГ-09, Вупротек, или КСД-А («ЛОВИН»)), ВАНН-1, ОГРАКС-ПД-2 до 2 группы эффективности

(получение трудновоспламеняемой древесины). Отметка конька кровли не изменяется и совпадает с исторической [9-10].

Работы по реставрации объекта культурного наследия проводились на основании действующих нормативных документов. Было выполнено техническое обследование здания, по результатам которого получены сведения о существующих конструктивных решениях элементов и предложены варианты решений по реставрации объекта культурного наследия, с учетом максимального сохранения исторической ценности и с приспособлением для современного использования.

Библиографический список

1. Римшин В.И., Шубин И.Л., Ерофеев В.Т., Аветисян А.А. Автоматизация жизненного цикла зданий при реконструкции и капитальном ремонте // Жилищное строительство. 2022. № 7. С. 6-12.
2. Римшин В.И., Якимишин Д.В., Кришан А.Л., Астафьева М.А. Анализ эффективности применения композитных материалов для реконструкции // Университетская наука. 2022. № 2 (14). С. 83-87.
3. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Волкова С.В., Шумилова Е.Ю. Управление, эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома // Минеральные воды, 2022.
4. Римшин В.И., Ерофеев В.Т., Аветисян А.А., Шмуневская А.О. Цифровые технологии в городском хозяйстве // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2022. № 7 (1055). С. 28-31.
5. Римшин В., Курбатов В., Анпилов С., Кецко Е. Проектирование мероприятий по реконструкции объектов жилищно-коммунального комплекса Русский инженер. 2022. № 2 (75). С. 44-47.
6. Римшин В.И., Кецко Е.С., Трунтов П.С. Этапы технического обследования конструкций административного здания // Жилищное строительство. 2020. № 6.
7. Кецко Е.С. Техническое обследование состояния фундаментов здания и грунтов, непосредственно подстилающих их подошву, в рамках работ по капитальному ремонту. В сборнике: Строительство. Архитектура. Дизайн. материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Курский государственный университет. Курск, 2020.
8. Меркулов С.И. Конструктивная безопасность и прогрессирующие разрушения эксплуатируемых зданий В сборнике: Безопасность строительного фонда России проблемы и решения. Материалы Международных академических чтений. 2019. С. 89-96.
9. Римшин В., Курбатов В., Анпилов С., Кецко Е. Проектирование мероприятий по реконструкции объектов жилищно-коммунального комплекса Русский инженер. 2022. № 2 (75). С. 44-47.
10. Трунтов П.С., Кецко Е.С. Принципы инженерно-технического обследования строительных конструкций первичных отстойников В сборнике: Строительство. Архитектура. Дизайн. материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Курский государственный университет. Курск, 2020. С. 194-197.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Умрилов Р.Р., Моисеева А.А., студенты 3 курса 22 группы ИИЭСМ
Научный руководитель - Трунтов П. С., преподаватель*

Строительство здания или сооружения — это лишь малая часть его жизненного цикла, которая составляет от 2 до 5 лет. Но большая и основная часть этого цикла — это эксплуатация здания.

В период эксплуатации здания или сооружения требуют множество ремонтов, для которых необходимо вложение различных ресурсов. Основной задачей, поставленной авторами, является поиск решений, которые позволят сэкономить средства без ухудшения условий эксплуатации здания.

Перед ремонтом необходимо провести техническое обследование здания с целью выявления инженерных сетей и элементов строительных конструкций в отношении которых необходимо провести ремонтные работы. Данные, полученные при техническом обследовании состояния здания позволят сделать вывод о фактическом техническом состоянии рассматриваемых конструкций и инженерных сетей, а также определить категорию технического состояния здания в целом, что в свою очередь позволит принимать обоснованные решения по организации дальнейшей безопасной эксплуатации здания.

При технической оценке состояния устанавливаются степень повреждения и категории технического состояния строительных конструкций и зданий в целом, на основе сопоставления фактических значений количественно оцениваемых признаков со значениями этих же признаков, установленных проектом или нормативным документом. [1]

Обследование технического состояния зданий и сооружений включают в себя три основных этапа:

1) Подготовительный этап. На данном этапе проводится ознакомление с объектом обследования и его объемно-планировочными и конструктивными решениями.

2) Визуальное обследование. Данный этап необходим для предварительной оценки технического состояния обследуемых конструкций. В процессе проводится полноценный визуальный осмотр, при котором выявляются дефекты и повреждения, характеризующиеся по внешним признакам, с попутной их фиксацией и измерением параметров.

3) Детальное или инструментальное обследование. В случае нехватки данных при визуальном осмотре, или же при обнаружении дефектов, которые указывают на снижение прочности, жесткости и устойчивости несущих конструкций, необходимо провести детальное или инструментальное обследование. [2]

Итак, определим факторы, которые влияют на достоверность результатов технического обследования:

1. Квалификация и практический опыт инженерно-технического состава.
2. Степень доступа к различным частям обследуемого объекта.
3. Полнота выполнения работ по техническому обследованию
4. Приборное обеспечение на объекте и в лаборатории.
5. Точность и достоверность показаний приборов.

Нормативные документы регулируют порядки и правила технического обследования здания, а также допуски, нарушения и предельные погрешности при обследовании. Основными нормативными документами при проведении обследовании зданий и сооружений являются:

- ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»
- СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»
- ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа жилых зданий»
- ВСН 58-88 (р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения». [3]

Таким образом, мы можем сделать вывод, что техническое обследование – это очень важный процесс, который требует внимательного отношения и большого количество инженерных знаний.

Следовательно, для повышения точности показателей при обследовании, необходимо улучшить данные факторы:

1. Повышение квалификации персонала, который проводит обследования. Персонал должен иметь большой опыт в инженерной сфере.
2. Развитие приборной базы, предназначенной для обследования. Оборудование должно быть высокоточным и современным. При этом необходимы единые стандарты и системы передачи информации, полученные этими приборами.

Современные технические приборы, помогающие при обследовании зданий и сооружений:

Сканеры и локаторы обнаружения арматуры (Proceq и Hilti), рис. 1, 2.



Рисунок 1. «Приборы компании Proceq»: а) Proceq Profoscore+; б) Proceq Profometer PM

Рисунок 2. «Приборы компании Hilti»: а) PS 1000 X-Scan; б) PS 200/250 Ferroskan

Ферро сканер. Служит для определения положения арматуры в железобетонных конструкциях. Используется для моментального определения положения каркаса армирования с высокой точностью на месте обследования. Определяет диаметр арматуры и дает возможность визуализации каркаса армирования в 3D формате.

Преимуществами данного прибора над металлоискателем являются:

- Нет необходимости складывания или бурения бетона со взятием кернов для анализа арматуры;
- Сканирование больших площадей стен, перекрытий и мостов в кратчайшие сроки;
- Структурный анализ и визуальный отчет о проделанной работе;
- Разметка каркаса армирования непосредственно на участке сканирования железобетонных конструкций. [4]

2. Различные дефектоскопы и томографы (АКС «Акустические Контрольные Системы»), рис. 3, 4.



Рисунок 3. «Дефектоскопы»: а) АКС А1214 EXPERT; б) АКС А1212 MASTER



Рисунок 4. «Томографы»: а) АКС А1040 MIRA; б) АКС А1020 MIRA lite

Ультразвуковые томографы предназначены для обследования конструктивных элементов из бетона, железобетона и камня при одностороннем доступе. Контролируется целостность материалов конструкции, выявляются посторонние включения, полости, расслоения и

трещин, а также могут применяться для измерения толщин материалов конструкций.

Дефектоскопы предназначены для контроля сварных швов металлических конструкций, поиска мест воздействия коррозии, трещин, внутренних расслоений и других дефектов, в изделиях из металлов и пластмасс, измерение толщин материалов.

3. Георадары (Radiodetection и Mala), рис. 5, 6.



Рисунок 5. «Radiodetection RD1100»



Рисунок 6. «MALA Easy Locator HDR»

Георадар предназначен для радиолокационного зондирования путем подповерхностных исследований. Данный прибор характеризуется универсальностью, которая позволяет использовать в геологии, в транспортном строительстве, экологии, оборонной промышленности, археологических исследованиях.

Принцип действия данного прибора основан на принципах радиолокации. Передающая антенна излучает сверхкороткие электромагнитные импульсы, в широком спектре излучения. Излучаемый импульс отражается от расположенных в изучаемой среде объектов и неоднородностей среды, которые имеют отличные показатели диэлектрической проницаемости и проводимости. Отражённый сигнал принимается приемной антенной, а позже преобразуется в цифровой вид и сохраняется для последующей обработки. Полученная после обработки информации визуализируется на индикаторе прибора. [5]

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что для повышения достоверности и точности результатов технического обследования необходимо уделять наибольшее внимание вопросам подготовки инженерного персонала. От уровня его подготовки зависит не только качество выполняемой работы, но также повышение общей

достоверности и точности результатов технического обследования путем внедрения современных и высокоточных приборов и новых методик обследования, в том числе рассмотренных в данном исследовании.

Библиографический список

1. Neverov A.N. Ketsko E.S., Truntov P.S., Rimshin V.I. Calculating the strengthening of construction structures before the reconstruction of the building. - Москва : Springer, 2022 г.. - стр. 173-179.

2. Римшин В. И. Трунтов П. С., Кецко Е. С., Кузина И. С. Специфика технического обследования зданий и сооружений на опасных производственных объектах. - Москва : Сборник докладов Второй Национальной научной конференции, 2022 г.. - стр. 763-769.

3. Римшин В.И. Кецко Е.С., Трунтов П.С. Этапы технического обследования конструкций административного здания. - Москва : Жилищное строительство, 2020 г.. - стр. 22-28.

4. Римшин В.И. Трунтов П.С., Кецко Е.С. Научно-техническая экспертиза конструкций для переоборудования открытых террас в помещениях многофункционального комплекса. - Москва : Жилищное строительство, 2021 г.. - стр. 37-41.

5. Римшин В. И., Кецко Е. С., Трунтов П. С., Кузина И. С. Методика обследования железобетонных конструкций. - Москва : Эффективные строительные конструкции: теория и практика, 2022 г.. - стр. 123-126.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Соляников Д.А., Асеев Н.Ю., студенты 3 курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель - Трунтов П. С., преподаватель*

Целью проведения обследования являлась оценка технического состояния строительных конструкций здания; определение возможных причин возникновения выявленных дефектов и повреждений и разработка рекомендаций по устранению дефектов и повреждений, выявленных в результате проведенного обследования; разработка рекомендаций по дальнейшей надежной и безопасной эксплуатации конструкций здания.

Назначение здания – размещение офисных и производственных помещений. На момент проведения обследования в отдельных помещениях велись монтажные и отделочные работы. Здание переменной этажности: минимальное количество этажей – 3, максимальное количество этажей – 5. Под всем зданием расположен цокольный этаж. Высота этажей различная: 5.20м в цокольной части и 4.50м, 4.80м на надземных этажах здания. В плане здание неправильной формы, габаритами 98,35х103,60 м. Высота здания, измеряя от отметки цокольного этажа, составляет ≈ 28.5 м. Весь объект в плане разделен на 4 независимых деформационных блока.

Конструктивная схема здания – каркас. Вертикальными несущими конструкциями являются монолитные железобетонные стены и колонны.

Горизонтальными несущими конструкциями являются монолитные железобетонные перекрытия.

Пространственная жесткость здания обеспечивается совместной работой колонн, железобетонных балок и дисков перекрытий, монолитных стен [Error! Reference source not found.].

При выполнении настоящей работы приняты методики натурального обследования в соответствии с СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» [Error! Reference source not found.].

Результаты обследования стен и колонн

Для оценки состояния несущих конструкций здания использована общепринятая методика диагностики технического состояния строительных конструкций. Оценка состояния строительных конструкций проведена согласно нормативному документу ГОСТ 31937-2011 [Error! Reference source not found.].

Вертикальными несущими конструкциями являются монолитные железобетонные колонны и стены. Обследование колонн и стен выполнено визуально и инструментально.

Колонны расположены с шагом 7,2м в продольном и поперечном направлении, за исключением колонн в осях 20-25/Л-Н, поперечный шаг которых увеличен до 9,6м. Сечение колонн – квадратное, габаритами 600х600мм, 500х500мм, 450х450мм, прямоугольное – 450х525мм, 600х450мм, и круглое, диаметром \varnothing 500мм.

Несущие стены, стены лестничных клеток и лифтовых шахт возведены из монолитного железобетона. Толщина наружных стен в уровне цокольного этажа составляет 600мм, остальные стены выполнены толщиной 200мм, 250мм, 300мм и 400мм. На основании анализа проектных данных установлено, что стены и колонны выполнены из бетона класса В30. Перегородки в здании устроены из гипсокартона толщиной 100мм, и из кладки пеноблока на цементно-песчаном растворе толщиной 200мм и 250мм.

Частично выполнена чистовая отделка стен и перегородок.

Вертикальные конструкции здания с обозначением дефектов и повреждений представлены на рис. 1-3.



Рисунок 1. Сухая трещина с раскрытием от 0,5 до 5мм

Рисунок 2. Деформационная трещина в монолитной стене

Рисунок 3. Трещина в колонне с раскрытием от 0,2м

На этапе строительства трещины могут образоваться вследствие влажностной или термической усадки бетона из-за неправильного ухода за конструкциями, ошибок проектирования или чрезмерного нагружения конструкций до достижения бетоном необходимой прочности. трещины также могут возникать в местах технологических швов бетонирования.

В процессе эксплуатации трещины могут возникнуть в результате превышения нагрузок относительно проектных, неправильного расположения или отсутствия температурно-усадочных и деформационных швов, термоударов, снижения несущей способности в результате коррозии арматуры, природных катастроф и аварий техногенного характера.

В зависимости от расположения, ширины раскрытия и глубины распространения, трещины могут значительно снизить несущую способность конструкции. решение о выборе технологии и материалов для ремонта трещин принимается с учетом анализа причин их образования, наличия водопритока, величины раскрытия, активности (определяется по маякам), требований к конструкции после ремонта [1].

Ремонт трещин методом инъектирования

Данный метод является самым эффективным и распространенным при ремонте трещин в железобетонных конструкциях.

Различают следующие цели инъекционных работ:

- инъектирование с целью укрепления и восстановления несущей способности путем склеивания конструкции инъекционным составом;
- восстановление и/или устройство гидроизоляции конструкции путем заполнения трещины эластичным герметизирующим материалом.

При выборе материалов инъекционных работ учитывают следующие параметры:

- влажность трещины (сухая, влажная без водопритока, мокрая без давления (водоприток до $0,01 \text{ м}^3/\text{час}$), мокрая с активным водопритоком (водоприток более $0,01 \text{ м}^3/\text{час}$));
- ширину раскрытия трещины;
- ширину кратковременного раскрытия активной трещины;
- глубину проникновения трещины;
- геометрию трещины.

В нашем данном случае рассмотрим инъектирование структурных трещин (рис. 4).

Структурные трещины часто являются сквозными или проходят через основное рабочее сечение конструкции. трещины возникают при неспособности конструкции воспринимать действующие на нее нагрузки (растяжение, сдвиг, изгиб) [**Error! Reference source not found.**].

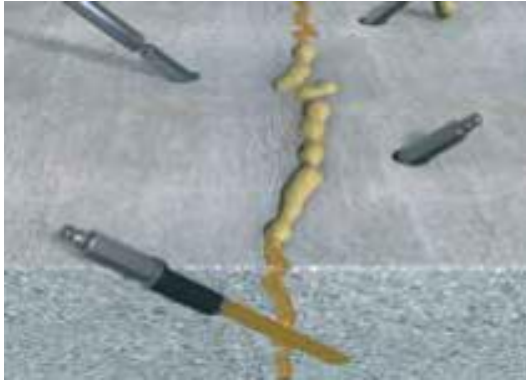


Рисунок 4. Инъектирование структурной трещины

В ходе проведённых ремонтных работ данный метод позволил полностью восстановить повреждённые элементы.

Библиографический список

1. Трунтов П.С., Римшин В.И. Усиление конструкций перекрытий спортивного комплекса в период реконструкции. В сборнике: Молодёжные инновации. сборник материалов семинара молодых учёных в рамках XXIII Международной научной конференции. Москва, 2020. С. 153-157.
2. Меркулов С.И., Римшин В.И. Композитные материалы для бетонных и железобетонных конструкций. В сборнике: Актуальные вопросы архитектуры и строительства Материалы Семнадцатой Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор: В.Т. Ерофеев. 2018. С. 222-225.
3. Трунтов П. С. Реконструкция административного здания с применением композитных материалов // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации (ИИЭСМ) НИУ МГСУ. 2022 г. С. 171-176.
4. Римшин В.И., Курбатов В.Л., Кецко Е.С., Трунтов П.С. Усиление конструкций здания текстильной промышленности внешним армированием из композитных материалов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6 (396). С. 242-249.
5. Rimshin V., Truntov P. Calculation and strengthening of reinforced concrete floor slab by composite materials // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1116. С. 438-445.

НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

*Плотников А.Д., аспирант 1 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король О.А., к.т.н., доц.*

В течение последнего десятилетия стремительно изменяется система ремонтов многоквартирных домов. Формирование системы капитальных ремонтов в субъектах РФ в 2015 году превратилось в крупные региональные программы, рассчитанные на два-три десятилетия (в зависимости от региона). Появление таких программ во многом обесценило выборочный капитальный ремонт. В результате этого в 2019 году ему на смену пришла система охранно-поддерживающих ремонтов, выполняющих функцию выборочного капитального ремонта объектов, подлежащих сносу или реконструкции в последующие годы. Планово-предупредительный ремонт, являющийся основным видом некапитального ремонта, приобрел организованный вид, при котором работы выполняются в соответствии с плановыми сроками, а не по потребности, определяемой управляющей организацией или советом многоквартирного дома. Аварийные ремонты стали фиксироваться, их объёмы и частотность стали проверяемы.

Создание новой структурированной системы ремонтов требует обновления системы контроля качества ремонтно-строительных работ. Каждый из видов ремонтов, имея свою уникальную специфику, нуждается в индивидуальном подходе к обеспечению контроля качества производства работ. Система контроля качества производства ремонтно-строительных работ в многоквартирных домах должна соответствовать современным правовым и нормативным нормам, оставаясь главным инструментом контролирующих организаций и надзорных органов исполнительной власти.

Научное обоснование систем контроля качества производства ремонтно-строительных работ является необходимым требованием в виду усложнившейся системы проведения элементов ремонтно-строительных работ, таких как получение аккредитаций, конкурсные процедуры, сложные системы взаимосвязей между заказчиком и генеральным подрядчиком, процедуры сдачи-приёмки работ и прочее.

В настоящее время в Российской Федерации сложилась следующая система ремонтов (рис. 1):

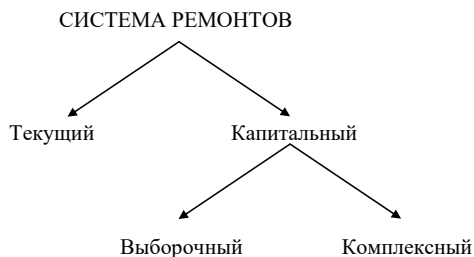


Рисунок 1. Система ремонтов МКД Российской Федерации, согласно нормативным документам

Согласно ГОСТ Р 56535-2015 [1]:

- текущий ремонт – это комплекс работ (услуг), включенных в план работ и проводимых в рамках содержания общего имущества многоквартирного дома, связанных с восстановлением потерявших в процессе эксплуатации функциональную способность частей многоквартирного дома, на аналогичные или иные, улучшающие показатели до их нормативного состояния, когда объем таких работ не превышает тридцати процентов от ремонтируемого имущества.

Согласно ГОСТ Р 56193-2014 [2]:

- капитальный ремонт общего имущества многоквартирного дома – это комплекс работ (услуг) по замене и (или) восстановлению (ремонту) потерявших в процессе эксплуатации несущую и (или) функциональную способность конструкций, деталей, систем инженерно-технического обеспечения, отдельных элементов несущих конструкций многоквартирного дома на аналогичные или иные улучшающие показатели до их нормативного состояния, когда объем таких работ превышает текущий ремонт;

- капитальный ремонт выборочный – это замена (восстановление) общего имущества многоквартирного дома или отдельных его частей, производимая по отношению к меньшей части (некоторым частям) общего имущества многоквартирного дома;

- капитальный ремонт комплексный – это замена, восстановление и (или) ремонт общего имущества многоквартирного дома или отдельных его частей, производимые по отношению к большей части общего имущества многоквартирного дома.

Данная система ремонтов не включает в себя две разновидности ремонтов – аварийный и охранно-поддерживающий. Данные виды ремонтов не имеют нормированного определения (рис. 2).

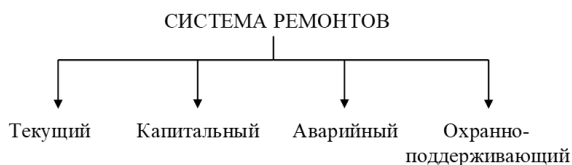


Рисунок 2. Система ремонтов, фактически применяемая при эксплуатации МКД в Российской Федерации

Как итог, получается полное отсутствие контроля качества за производством ремонтно-строительных работ.

Для решения данной проблемы необходимо в первую очередь, учитывая нормы ГОСТ Р 56192-2014 [3], привести требования Градостроительного кодекса РФ [4] в части регулирования капитального ремонта к требованиям раздела 9 Жилищного кодекса РФ [5], в том числе в области определения понятия «капитальный ремонт» учитывая статью 166 Жилищного кодекса РФ [5]. Кроме того, следует разработать единый

федеральный нормативно-правовой акт относительно видов ремонтов для всех субъектов Российской Федерации.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 56535-2015. Услуги жилищно-коммунального хозяйства и управления многоквартирными домами. Услуги текущего ремонта общего имущества многоквартирных домов. Общие требования М.: НПСО «УКЖКХ Калининградской области», 2015.
2. ГОСТ Р 56193-2014. Услуги жилищно-коммунального хозяйства и управления многоквартирными домами. Услуги капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов. Общие требования М.: НПСО «УКЖКХ Калининградской области», 2014.
3. ГОСТ Р 56192-2014. Услуги жилищно-коммунального хозяйства и управления многоквартирными домами. Услуги содержания общего имущества многоквартирных домов. М.: НПСО «УКЖКХ Калининградской области», 2014.
4. Федеральный закон от 29.12.2004 N 190-ФЗ "Градостроительный кодекс Российской Федерации".
5. Федеральный закон от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 21.11.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023) "Жилищный кодекс Российской Федерации".

**Секция «Инновационные решения при экологическом
строительстве и реконструкции»**

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭТАЖНОСТИ ЗДАНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ЗАСТРОЙКУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

*Чижигов М.Е., студент магистратуры 2 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Барабанова Т.А., к.т.н., доц.*

Проблема оценки увеличения этажности на окружающие объекты капитального строительства все чаще возникает в крупных городах с возрастающей плотностью городской застройки. Необходимо учитывать влияние строительства на существующую инфраструктуру, особенно при проведении работ по реконструкции многоквартирных жилых зданий с увеличением этажности или перепланировке технических этажей в жилые. Это связано с тем, что изменяются конструктивные решения, в том числе, в рамках программы реновации.

Оценка влияния строительства – это прогноз в части геотехники на изменение просадки грунтового массива, в том числе фундаментов зданий и сооружений окружающей застройки. Оценка влияния строительства выполняется моделированием изменения напряжённо-деформированного состояния (далее – НДС) грунта с применением программного комплекса PLAXIS.

PLAXIS — это компьютерная программа, расчеты в которой основываются на методах конечных элементов (для расчетных блоков), используемых для того, чтобы была возможность решить современные задачи инженерной геотехники. Комплекс представляет собой пакет вычислительных программ для конечно-элементного расчёта НДС сооружений, фундаментов и оснований.

Данная программа разработана Питером Вермеером. Он занимался разработками конечно-элементного программирования для применения данных расчетов при планировании оградительного сооружения Остерсхельдекеринг на Восточной Шельде в Нидерландах.

PLAXIS является одной из наиболее популярных расчетных программ для оснований и фундаментов, и предназначен, главным образом, для проектных институтов и ВУЗов мира.

В результате расчетов определяются напряжения, деформации, просадки фундаментов и строительных конструкций в сложных геотехнических условиях с учётом их совместной работы с грунтовым основанием на этапах строительства, эксплуатации и реконструкции сооружений.

При проведении работ, по реконструкции многоквартирных жилых зданий в жилищно-коммунальном комплексе, одной из сложнейших задач является сохранение физически устаревших зданий, имеющих архитектурную и историческую ценность.

Часто основной трудностью являются необходимость проведения ремонтно-восстановительных работ, без остановки функционирования

самого здания. Сохранение действующими всех инженерных сетей, проведение строительных работ в кратчайшие сроки, а также применение традиционных способов производства восстановительных работ при решении поставленных задач по реконструкции таких зданий имеет значительные трудности.

Это объясняется высоким уровнем физического износа, особенностями конструктивной схемы, инженерно-геологическими условиями, эксплуатационными нагрузками и воздействиями.

Особое внимание требует оценка технического состояния здания и особое внимание заслуживает определение несущей способности грунта основания и фундаментов здания. В этой системе наиболее слабым элементом является именно грунтовое основание.

В качестве примера, для наглядности оценки влияния увеличения этажности многоквартирных жилых домов на окружающую застройку, рассмотрим проведение работ по реконструкции здания по адресу: г. Москва, пер. Спиридоньевский, д.5, стр.2. (рис. 1).



Рисунок 1. Ситуационный план.

По данному объекту планируется проведение работ по переоборудованию нежилых помещений чердака в жилой мансардный этаж, общей площадью 364 м² (рис. 2).



Рисунок 2. Перспективное изображение объекта

В непосредственной близости от здания находятся эксплуатируемые жилые здания. Для безопасного проведения работ по переоборудованию нежилых помещений чердака, необходимо выполнить обследование самого объекта строительства, а также сооружений окружающей застройки, находящейся в предварительной зоне влияния строительства. (рис. 3).

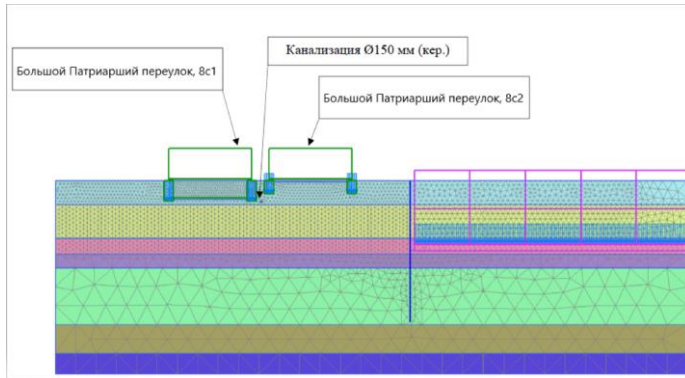


Рисунок 3. Расчетная схема влияния на момент завершения работ на жилые здания по адресу: Большой Патриарший пер., д.8, стр. 1,2 (изометрические поля).

На основании проведенных расчетов методом математического моделирования проведено исследование напряженно-деформированного состояния грунтового массива и определены дополнительные вертикальные и горизонтальные перемещения жилых здания по адресу: Большой Патриарший пер., д.8, стр. 1,2 от производства работ по переоборудованию нежилых помещений чердака в жилой мансардный этаж в здании по адресу: г. Москва, пер. Спиридоньевский, д.5, стр.2.

Максимальные расчетные дополнительные перемещения фундаментов рассматриваемых жилых здания по адресу: здании по адресу: г. Москва, пер. Спиридоньевский, д.5, стр.2 – 7,5 мм, согласно СП 22.13330.2016. Основания

зданий и сооружений, требуется выполнить комплекс мероприятий, обеспечивающий ограничение дополнительных величин деформаций.

В качестве комплекса мероприятий может быть рассмотрен вариант усиления оснований фундаментов существующего здания.

Библиографический список

1. Лаушников А.Р. Применение инновационных решений в строительстве, журнал: Строительные процессы. 2023 г. стр. 100-105.
2. Король Е.А, Барабанова Т.А., Луняков М.А. «Верификация нормативных и методических требований по охране труда в строительном и ремонтно-строительном производстве», журнал: Бюллетень строительной техники, 2022 г., стр. 30-34;
3. Лавров П.К., Парамонов С.С. Основания зданий и сооружений. Учебник изд-во «УРСТ» г. Воронеж, 2022 г., стр. 250-267.
4. Берлинов М.В. Основания и фундаменты. Учебник. Изд-во «Лань», С-Петербург, 2019. 318 стр.;
5. Берлинов М.В. Расчёт оснований и фундаментов // М.В.Берлинов, Б.А.Ягупов / Учебное пособие. Изд-во «Лань», Санкт-Петербург. 2020. 267 стр.;
6. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лапиндус А.А. «Технология строительных процессов» Учеб. для строит, вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лапиндус,— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 2004, 446 с.;
7. Ухов С. Б., Семёнов В. В., Знаменский В. В., Тер – Мартиросян З. Г., Чернышёв С. Н. «Механика грунтов, основания и фундаменты.» Под ред. Чл. – корр. МИА С. Б. Ухова. – М.: Издательство АСВ, 2005г. 524с.
8. Шерешевский И.А. «Конструирование гражданских зданий». Учеб. пособие для техникумов. — Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1981, 176 с;
9. Д.В. Коптев, Г.Г. Орлов, В.И. Булыгин. Безопасность труда в строительстве (Инженерные расчеты по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»): Учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2003.-352 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

*Никитенко А.А., Суворова А.Н., студенты 4 курса 16 группы ИПГС
Научный руководитель – Барабанова Т.А., к.т.н., доц.*

В наше время Россия имеет огромное количество объектов архитектурного наследия со времен Российской Империи и СССР, находящихся под охраной Департамента культурного наследия. К ним относятся: творения инженерного и архитектурного искусства, монументальные скульптуры, различные археологические объекты и т.д. Естественные процессы, техногенное, антропогенное влияние и длительный срок эксплуатации здания значительно влияют на скорость разрушения материалов несущих и ограждающих конструкций, приводя к частичной или полной потери несущей способности. Вследствие данных факторов

неуклонно растет объем объектов, подлежащих реконструкции, реставрации, что неуклонно влечет за собой организацию обследования зданий и составляющих его строительных конструкций.

Неразрушающие методы являются важным и единственно возможным, с целью сохранения исторической ценности и минимизации или исключения какого-либо ущерба конструкциям здания, элементом в системе мониторинга обследования объектов культурного наследия. Суть неразрушающего контроля заключается в исследовании конструкций с помощью специального оборудования, в соответствии с ГОСТ Р 56542-2019 «Контроль неразрушающий» (рис. 1).

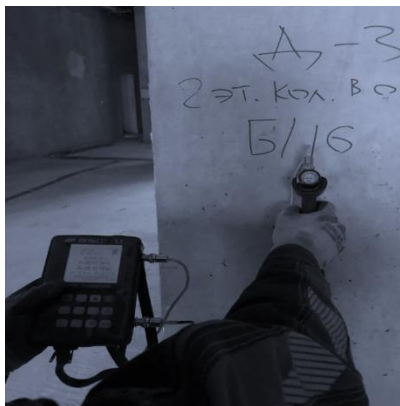


Рисунок 1. Испытание бетона на прочность ультразвуковым методом

Из-за особого подхода к проведению испытаний в объектах архитектурного наследия выявляется ряд трудностей и особенностей, которые закономерно влияют на скорость проведения всего комплекса обследований и отдалают сроки ввода здания в эксплуатацию.

В первую очередь, необходимо провести работы предшествующих этапов, чтобы определить места и конструкции, которые будут подвергаться воздействию специального оборудования по контролю прочности и работам по вскрытию.

Все действия и операции над конструкциями, места проведения испытаний должны быть согласованы исполнителем с заказчиком, чтобы избежать всевозможных конфликтов на основании видов, характера и последовательности работ. Так как объекты архитектурного наследия находятся под охраной с применением услуг специальных организаций, необходимо также согласование дат и сроков проведения испытаний для того, чтобы инженеры имели возможность получить доступ к обследуемому зданию или его части, что так же влечет зачастую отсутствие возможности проведения работ в определенное время суток, днем или ночью. В процессе проведения испытаний вследствие недостатка или неактуальности,

несоответствия исходных данных или затруднения к доступу к испытуемой конструкции возникает необходимость в переназначении и повторном согласовании с заказчиком мест и сроков для проведения обследования прочности конструкций. Данный фактор также может привести к непреднамеренному повреждению коммуникаций и сетей здания, других конструкций, необходимости проведения ремонтно-восстановительных работ для возобновления процесса обследования. Из-за особенности проведения испытаний в лице минимизации или устранения повреждения конструкций здания, возникают сложности с определением индивидуальной методики проведения контроля непосредственно на объекте, что также приводит к дополнительным материально-техническим и временным затратам, а в самых неблагоприятных сценариях также к повторному согласованию сроков и времени проведения испытаний. Комбинация негативных последствий вышеописанных проблем в переходное время года, такое как осень-зима, зима-весна, лето-осень может привести к необходимости использования дополнительных материально-технических средств и замедлению сроков проведения обследований вследствие природно-климатических факторов. Все эти проблемы можно структурировать в виде таблицы 1.

Таблица 1. Основные трудности и проблемы, возникающие в процессе обследования объектов культурного наследия

№ п/п	Тип проблемы	Необходимый результат	Негативные факторы	Последствия
1	2	3	4	5
1	Отсутствие возможности проведения испытаний несущих конструкций здания разрушающими методами контроля	Определение прочности материалов и несущей способности конструкций	Необходимость испытания несущих конструкций неразрушающими методами контроля	Согласование мест и конструкций, подвергаемых испытаниям с заказчиком
2	Отсутствие допуска на объект, соседство обследуемого здания с объектами инфраструктуры и жилыми зданиями	Проведение испытаний несущих конструкций здания неразрушающим и методами контроля	Необходимость в согласовании сроков и времени испытаний	Замедление темпа проведения обследования и ввода здания в эксплуатацию

№ п/п	Тип проблемы	Необходимый результат	Негативные факторы	Последствия
1	2	3	4	5
3	Недостаток, несоответствие или неактуальность данных об обследуемом объекте	Создание представления о структуре и несущей способности конструкций	Необходимость в повторном согласовании мест, сроков и времени проведения испытаний; необходимость проведения ремонтно-восстановительных работ	Замедление темпа проведения обследования и ввода здания в эксплуатацию; повреждение сетей, коммуникаций, сторонних строительных конструкций
4	Отсутствие возможности использования общепринятой «типовой» методики проведения испытаний	Создание представления о структуре и несущей способности конструкций	Необходимость разработки и использования индивидуальной методики проведения испытаний	Замедление темпа проведения обследования и ввода здания в эксплуатацию
5	Часто возникающая необходимость повторного согласования сроков и времени испытаний конструкций	Определение прочности материалов и несущей способности конструкций	Необходимость, в случае возникновения должных обстоятельств, повторного проведения подготовительных мероприятий.	Замедление темпа проведения обследования и ввода здания в эксплуатацию; дополнительные материальные затраты
6	Проведение испытаний в «переходное» время года при комбинации различных негативных факторов вышеописанных проблем	Проведение испытаний несущих конструкций здания неразрушающим и методами контроля	Необходимость использования дополнительных материально-технических средств, в повторном согласовании сроков проведения испытаний	Замедление темпа проведения обследования и ввода здания в эксплуатацию; дополнительные материальные затраты

Выявив ряд трудностей и проблем, которые возникают в процессе проведения обследования неразрушающего метода контроля объектов культурного наследия, имеется возможность подробно и комплексно

разработать методы проведения работ, сформировать программу работ, определить реальные сроки проведения работ в целях успешной сдачи отчета, исключая возникновение конфликтов между исполнителем работ и заказчиком. Дальнейшая работа над проблемами процесса обследования объектов культурного наследия позволит безопасно проводить реставрацию и реконструкцию, не причиняя вреда памятникам культурного и исторического наследия, при этом позволяя создать единую государственную базу проектной и исполнительной документации для объектов архитектурного наследия.

Библиографический список

1. В.В. Ефимов, Е.С. Щуров Основные проблемы технического обследования объектов культурного наследия // Инженерный вестник Дона. 2022. №4 URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_54_3_Efimov.pdf_d9e3279e70.pdf
2. К.А. Грязнухина ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Современные методы оценки состояния объектов архитектурно-инженерного наследия // Глобальный научный потенциал строительство и архитектура. 2015. №12(57) URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_25467433_93416116.pdf
3. К.С. Петров, Т.В. Огурцова, К.Х.С. Лами, С.В. Долгов Обследование объектов культурного наследия с помощью методов неразрушающего метода контроля // Перекресток идей и гипотез. 2019. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41693564_78557107.pdf
4. Я.Д. Черненко, А.В. Полупан, В.И. Бубнов, В.И. Тимченко Неразрушающий контроль при сохранении культурного наследия // Материалы семинара проблемы реставрации и обеспечения сохранности памятников культуры и истории. 2011. №2009-2010. С. 49-55 URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_21065561_51161324.pdf
5. ГОСТ Р 56542-2019 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.

ЭЛЕМЕНТЫ ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, КАК ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

*Адышкина К. В., Грошева Е. А., студенты 4 курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Доможилев В. Ю., ст. преподаватель*

В настоящее время состояние городской среды ухудшается. Не является тайной и то, что одна из главных причин – пагубное воздействие деятельности человека. Промышленное производство, рост количества транспорта, базовая инфраструктура в городах потребляют все больше природных ресурсов, увеличивают выбросы и отходы, которые люди могли бы перерабатывать в целях сохранения благоприятного состояния природы.

Тенденция развития «зеленого строительства» в Европе с каждым годом увеличивается в масштабах. Люди ищут новые способы снижения уровня потребления энергетических и материальных ресурсов путём

проектирования и строительства новых зданий или сооружений, либо модернизации старых [1]. Реконструкция и реновация – одни из таких методов, которые призваны адаптировать существующую среду к современным условиям жизни, изменив технические характеристики объектов, но вместе с тем повысив качество и комфорт зданий [2].

На данный момент не только в России, но и за рубежом есть здания, которые изношены как морально, так и физически. Для исправления сложившейся ситуации начинают активно применяться «зелёные» стандарты, которые обеспечивают переход от традиционного проектирования и строительства к устойчивому, подразумевающему основные принципы: безопасность и здоровые условия для жизнедеятельности человека; максимально возможное ограничение воздействия на окружающую среду для учета интересов будущих поколений [3]. Выделяются ключевые аспекты «зеленого строительства», такие как энергосбережение и энергоэффективность, рациональное водопользование и регулирование ливнеотоков, качество санитарной защиты и утилизации отходов, охрана окружающей среды при строительстве, эксплуатации и утилизации объекта, экологический менеджмент, инфраструктура и качество внешней среды, качество архитектуры и планировка объекта, комфорт и экология внутренней среды [4].

Таким образом, в Дании в 2017 г. введён в эксплуатацию мусоросжигательный завод Amager Bakke, который пришёл на смену близлежащему 45-летнему предшественнику. И, казалось бы, что мусоросжигательное производство и «зеленое строительство» несовместимы, если бы не использование завода как источника энергии.

Расчётные параметры завода при обработке 500 тысяч тонн мусора позволяют отапливать 160 тысяч домовладений и снабжать электричеством ещё 62,5 тысячи [5]. На каждую тонну отходов Amager Bakke может производить 2,7 МВтч централизованного теплоснабжения и 0,8 МВтч электроэнергии [6]. При этом город не страдает от смога, потому что «дым», вылетающий из огромной трубы, представляет собой всего лишь водяной пар. А распространенная в Европе система раздельного сбора мусора гарантирует прием только тех отходов, которые подлежат переработке. Но привлекает внимание завод не только этим. В 2019 году на его крыше был открыт лыжный склон – Sorrenhill. Высота склона составляет 85 метров, а длина – 200 метров. Поверхность покрыта неваплатом – материалом, который выглядит как зелёная трава, но при этом скользит. Одно покрытие служит в течение 10-15 лет. Подъемник на склоне функционирует также от энергии самого завода. Там же можно заняться и скалолазанием (ширина – 10 метров, высота – 88 метров), устроить пикник, использовать 10 разнообразных пешеходных и беговых маршрутов в целях обычной прогулки или занятий спортом.

То есть Amager Bakke не только является на сегодняшний день практически единственным многофункциональным промышленным

предприятием, но и сочетает в себе рекреационную зеленую зону, способствующую популяризации здорового образа жизни.

В связи с этим был проведён опрос на тему осведомленности российского населения и актуальности «зелёного строительства» в России. Опрос был реализован среди респондентов различных социальных групп, а именно среди студентов и преподавателей НИУ МГСУ, а также работников строительных компаний и людей, которые никак не связаны со сферой строительства. Всего было опрошено 21 человек. Из них 43% – студенты, 33% – не являются экспертами в строительной области, а остальные 24% – эксперты. Больше половины (67%) респондентов знают о термине «зеленое строительство», но осведомлены о мусоросжигательном заводе в Копенгагене лишь 29% из числа всех опрошенных. На примере завода Amager Bakke респонденты выявили следующие элементы/принципы «зеленого строительства»:

- зелёная крыша;
- энергосберегающие инженерные системы;
- компактность, органичность, грамотная планировка.

Также статистика опроса показала, что абсолютное большинство (91%) хотели бы, чтобы «зеленое строительство» активнее развивалось и внедрялось в России. Таким образом, опрос на тему осведомленности российского населения и актуальности «зелёного строительства» в России показал в большей степени заинтересованность респондентов развитием данного направления строительства, но выявил отсутствие у них осведомленности, за исключением базовых понятий.

Несмотря на всё вышеперечисленное, мусоросжигательным заводом Amager Bakke не был получен ни один из сертификатов экологического строительства (такие как LEED и BREEAM). Но с учётом намерения Копенгагена к 2025 году стать первым в мире городом с нейтральным выбросом углерода, негативное воздействие мусоросжигательного завода на атмосферу может существенно сократиться. В июне 2021 года на Amager Bakke была смонтирована пилотная установка по улавливанию CO₂. Она может захватывать 850 кг CO₂ в день (310 тыс. тонн в год), а последующая демонстрационная установка будет улавливать 4000 тонн в год. Это соответствует выбросам от 1185 автомобилей, проехавших 30 км в течение дня в городе [6]. Таким образом, на основе официальных данных, находящихся в открытом доступе, и ответов респондентов можно прийти к следующим выводам, отражённым в таблице 1.

Таблица 1. Преимущества и недостатки мусоросжигательного завода

№	Преимущества	Недостатки
1	Эксплуатируемая «зелёная крыша» как средство инфраструктуры, благоустройства и архитектурной выразительности	Высокая стоимость строительства и эксплуатации

№	Преимущества	Недостатки
2	Развитие системы улавливания CO ₂	Выбросы CO ₂
3	Круглосуточная работа всех систем и энергоэффективность	Невозможность работы на полную мощность летом (перепроизводство энергии, которую некуда сбывать)
4	Очистка и сбор 100 млн литров воды при конденсации	Сложность проектирования и монтажа оборудования
5	Производство электроэнергии и централизованного теплоснабжения за счёт сжигания отходов	Зачастую, нехватка ТКО страны на покрытие убытков. Поэтому отходы постоянно импортируются из других стран Европы
6	Вторичное производство шлака, полученного в процессе утилизации мусора: <ul style="list-style-type: none"> – выпуск в оборот металла (10-15 кг на каждые 200 кг шлака); – использование золы в качестве стабильного гравия для заполнения объектов дорожного строительства; – использование летучей золы и других побочных продуктов очистки дыма вместо извести для нейтрализации остатков других отраслей промышленности. 	

Такими темпами в перспективе мусоросжигательный завод Amager Bakke может не только пополнить список «зеленых» зданий, но и стать самым энергоэффективным промышленным предприятием с углеродной нейтральностью. При должном уходе – «зеленое строительство» актуально и необходимо в наше время, в том числе при реновации и реконструкции.

Библиографический список

1. Гаевская, З. А. Проблемы внедрения системы «зеленых» стандартов / З. А. Гаевская, Ю. С. Лазарева, А. Н. Лазарев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 16 (96). — С. 145-152. — URL: <https://moluch.ru/archive/96/21620/> (дата обращения: 13.12.2021).
2. Байкова А. А. Экологический подход к программе реновации жилой среды – с. 1-3.
3. Зеленое строительство: сегодня и завтра, Тускаева З. Н., Куликова Е. Н., Чукин Е. А., Тагиров Е. А. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/zelenoe-stroitelstvo-segodnya-i-zavtra>, свободный.
4. Сергей Корниенко «Зеленое строительство – инновационный и социально значимый элемент повышения устойчивости среды» 447.pdf
5. ARC, Copenhill / Amager Bakke, Copenhagen, Denmark (англ.) (недоступная ссылка). Vølund A/S (5 марта 2013). Дата обращения: 27 ноября 2019. Архивировано 17 мая 2020 года.
6. Официальный сайт завода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://a-r-c.dk/amager-bakke/>, свободный.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРИМЕРЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Евмененко А.П. студент 4 курса 16 группы ИПГС

Научный руководитель – Барбанова Т.А., к.т.н., доц.

В современном экологическом строительстве используют солнечные панели как возобновляемые источник энергии. Солнечные панели работают путем преобразования солнечного света в электричество, которое может питать дома и здания.

В настоящее время большая часть солнечных панелей при строительстве устанавливают на крыши зданий. Пример интеграции солнечных панелей в архитектуру здания на рис. 1.



Рисунок 1. Солнечная панель, интегрированная в крышу дома.

С точки зрения экологии, солнечные панели вырабатывают электричество без выброса парниковых газов и других вредных загрязняющих веществ, что делает их чистым источником энергии. Это уменьшает углеродный след здания и помогает смягчить последствия изменения климата. Кроме того, солнечные панели позволяют снизить спрос на ископаемое топливо, которое оказывает негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Международного Энергетического Агентства (МЭА), в 2020 году доля возобновляемых источников энергии, включая солнечную энергию, составила около 29% от всей мировой установленной мощности генерации электроэнергии. Это означает, что примерно 29% производства электроэнергии осуществляется с использованием возобновляемых источников.

Конкретно для солнечной энергии, МЭА сообщает, что в 2020 году установленная мощность генерации солнечной энергии увеличилась на 127 гигаватт, что составляет 22% от общего прироста мощности генерации по всем источникам. Таким образом, можно сделать вывод, что использование солнечных панелей действительно способствует уменьшению потребления

ископаемых источников энергии в энергетике, однако точный процент такого снижения может различаться в зависимости от конкретного региона и от сравниваемого временного периода. Показательная диаграмма влияния ископаемых и возобновляемых источников энергии на выбросы углекислого газа в атмосферу на рис. 2.

Использование солнечных панелей в экологическом строительстве не только способствует сохранению окружающей среды, но и может оказать положительное влияние на здоровье человека. Рассмотрим несколько аспектов влияния солнечных панелей на здоровье.

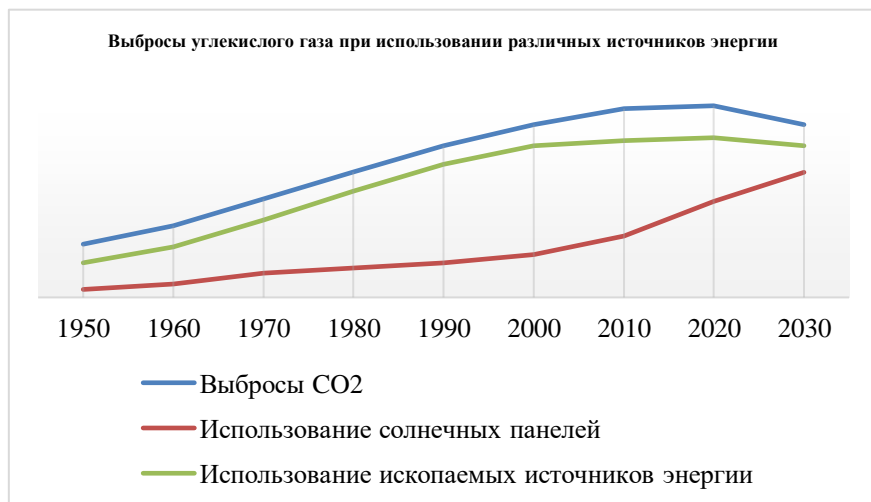


Рисунок 2. Диаграмма зависимости использования различных источников энергии на выбросы углекислого газа в атмосферу

1. Снижение выбросов вредных веществ. Использование солнечных панелей вместо традиционных источников энергии, таких как газ, нефть и уголь, может значительно снизить выбросы вредных веществ в атмосферу. Это способствует улучшению качества воздуха и уменьшению заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды.

2. Уменьшение шума. Солнечные панели не производят шума, в отличие от традиционных источников энергии, таких как электростанции на угле или газе. Это может снизить уровень стресса и улучшить качество сна.

3. Уменьшение риска инцидентов. Традиционные источники энергии могут представлять опасность для здоровья человека в случае аварий или утечек. Использование солнечных панелей не представляет такой угрозы и может уменьшить риск возникновения инцидентов.

4. Снижение тепловых выбросов. Традиционные источники энергии могут выделять большое количество тепла, что может приводить к повышенной температуре в окрестностях. Солнечные панели не выделяют

тепла и могут уменьшить тепловые выбросы, что способствует сохранению комфортных условий для жизни.

5. Улучшение качества воды. Традиционные источники энергии могут загрязнять воду, используемую для производства электроэнергии, из-за утечек и прочих инцидентов. Использование солнечных панелей не связано с такими рисками и может улучшить качество воды.

Конечно, при использовании солнечных панелей также есть некоторые недостатки, такие как некоторые химические вещества, используемые при их изготовлении.

Также солнечные панели не только экологический вид энергии, но и экономичный. Они могут существенно снизить затраты на энергию и уменьшить зависимость от традиционных источников энергии, таких как нефть и газ.

Одним из наиболее очевидных преимуществ использования солнечных панелей при экологическом строительстве является экономия денег. Солнечные панели могут помочь снизить затраты на энергию, что особенно важно для жилых домов и коммерческих зданий. Использование солнечных панелей также позволяет снизить зависимость от цен на традиционные источники энергии, что может уменьшить экономические риски в долгосрочной перспективе.

Расчет экономии, которую может сэкономить человек при использовании солнечных панелей в отличие от обычной электроэнергии, зависит от многих факторов, таких как

1. Размер установленной солнечной панели и ее эффективность.
2. Цена на электроэнергию в вашем регионе.
3. Количество солнечной энергии, которую вы можете собрать в вашей местности.
4. Размер и эффективность батарейного хранилища энергии.
5. Стоимость установки солнечной панели и батарейного хранилища.

В среднем эксперты утверждают, что солнечные панели могут сэкономить от 50% до 90% затрат на электроэнергию. Однако, это может сильно отличаться в зависимости от вышеуказанных факторов.

В любом случае, использование солнечных панелей может значительно снизить затраты на электроэнергию на длительный период времени.

Кроме экономии денег, использование солнечных панелей также может помочь сэкономить ресурсы планеты. Производство электроэнергии из традиционных источников энергии часто требует больших объемов ископаемых топлив, что может привести к истощению природных ресурсов. Солнечные панели, с другой стороны, используют энергию солнца, которая является бесконечным источником энергии.

Однако, солнечные панели также имеют свои недостатки, включая проблемы с переработкой и утилизацией.

Основной компонент солнечных панелей - это кремниевые чипы, которые содержат ряд редких металлов и других материалов, таких как

свинец, кадмий и красный фосфор. Эти материалы могут быть токсичными для здоровья человека и окружающей среды, поэтому утилизация старых солнечных панелей может быть вызовом для инженеров и экологов.

Переработка солнечных панелей в настоящее время стоит дорого, и ее технологии могут быть сложными и неэффективными. Отходы, получаемые в процессе переработки, могут быть опасными и трудно утилизироваться. Кроме того, многие старые солнечные панели отправляются на свалку, где их токсичные компоненты могут привести к загрязнению грунта и воды.

Другой проблемой с переработкой солнечных панелей является низкая стоимость вторичных ресурсов, которые получаются в процессе переработки. К примеру, кремниевые чипы, которые являются главным компонентом солнечных панелей, могут перерабатываться в полезные материалы, но их стоимость на рынке находится на низком уровне, что сдерживает инвесторов от вложения в технологии переработки солнечных панелей.

Несмотря на эти недостатки, существует ряд технологий и методов, которые используются для переработки солнечных панелей. Одним из методов является механическая переработка, которая позволяет раздробить старые солнечные панели на компоненты, которые могут быть повторно использованы. Другой метод - это химическая переработка, которая позволяет извлекать ценные материалы.

Библиографический список

1. В. Германович, А. Турилин. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. –Наука и Техника, 2015. –320 стр.
2. Сулейманов В. Н., Кацадзе Т. Л. Электрические сети и системы — Киев: НТУУ «КПИ», 2015.– 504 стр.
3. Фолькер Куашнинг, Системы возобновляемых источников энергии. – Астана: Фолиант, 2015.– 430 стр.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ 1940 ГОДА ПОСТРОЙКИ

*Володина А.А., студент 4 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., к.т.н., доц.*

В статье рассматривается проблема выбора проектных решений по замене системы отопления при капитальном ремонте. Капитальный ремонт инженерных систем, как правило, проводится по существующей схеме [1], но в некоторых случаях его можно выполнять с модернизацией систем.

В капитальном ремонте особенно остро нуждаются здания старой постройки, в которых нарушена система регламентированного ремонта. Сроки регламентированного ремонта у инженерных систем здания часто нарушаются. Таким образом, например, вместо регламентированного срока

в 40 лет, система может эксплуатироваться 83 года, к этому времени она имеет уже высокий уровень физического износа и требует полной замены.

Вопрос организации капитального ремонта системы отопления в здании 1940 года постройки представляет собой довольно сложный выбор между заменой по существующей схеме, и модернизацией системы. Не стоит забывать, что требования нормативных документов с 1940 года изменились. Поэтому перед специалистами встает сложная задача запроектировать капитальный ремонт дома так, чтобы он соответствовал действующим нормам. К тому же во время разработки проектно-сметной документации необходимо руководствоваться соображениями экономической целесообразности.

Целью данного исследования является проведение сравнительного анализа проектных решений по модернизации системы отопления здания 1940 г. постройки.

Задачи, решаемые в данной статье:

- Анализ нормативно-правовой документации.
- Изучение достоинств и недостатков двухтрубной и однотрубной системы.
- Оценка целесообразности замены однотрубной системы на двухтрубную, применительно к рассматриваемому зданию.
- Оценка актуальности модернизации системы отопления.

Анализируя нормативно-правовую документацию в сфере требований к капитальному ремонту, можно выявить несколько основных пунктов, обязательных к соблюдению. Так, не допускается ввод в эксплуатацию зданий, прошедших капитальный ремонт и не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов [2].

Согласно СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» отопительные приборы на лестничной клетке следует присоединять к отдельным ветвям или стоякам систем отопления. В 1940 году такого правила не было, и, следовательно, в многоквартирных домах отопительные приборы лестничных клеток подключены совместно с поквартирной системой отопления, что исключает возможность регулировать отопительные приборы лестничных клеток отдельно, отключать их по необходимости, например, для проведения ремонтных работ, не лишая при этом квартиры отопления, что позволяет повысить комфорт жителей и надёжность системы. Также отопительные приборы лестничных клеток должны размещаться на высоте 2,2 м от пола и не загораживать пути эвакуации. Поэтому, если в существующем здании не учтены данные правила, то целесообразно учесть их при капитальном ремонте. На рисунке 1 приведена схема сравнительного анализа модернизации и капитального ремонта инженерных систем.

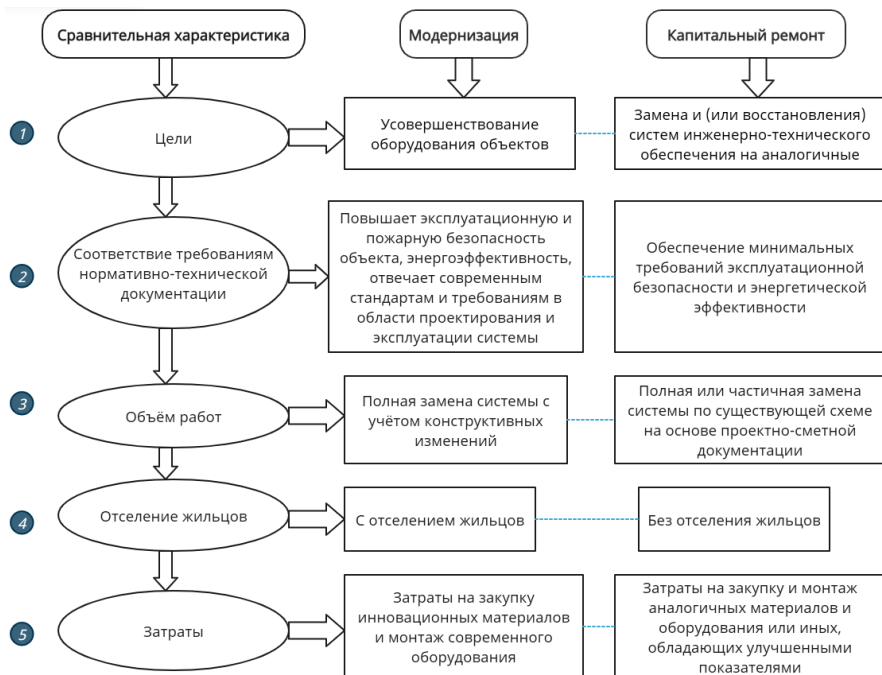


Рисунок 1. Сопоставление параметров модернизации и капитального ремонта здания

Нельзя однозначно ответить на вопрос о том, какие системы лучше использовать в многоквартирных зданиях, однотрубные или двухтрубные. Проектные решения выбираются исходя из условий конкретного объекта, его архитектурных решений, экономической целесообразности.

Если применяется верхняя разводка магистралей, то с точки зрения материалоемкости предпочтительна однотрубная система. В то же время следует учитывать, что в условиях расположения трубопроводов системы центрального отопления без заделки в несущие конструкции, часть тепловой энергии возвращается в помещение путём теплоотдачи от труб, тем самым компенсируя нагрузку прибора [3].

Для повышения энергоэффективности однотрубной системы при капитальном ремонте, можно провести модернизацию и, например, установить байпасы, обеспечивающие технологическую основу для подключения к радиатору запорно-регулирующей арматуры, например, терморегуляторов, имеющих возможность контролировать температуру каждого нагревательного элемента, а также осуществлять их отключение от системы для производства ремонтных работ. Как следствие, повышается комфорт жителей [4].

Преимущество двухтрубной системы отопления заключается в исключении возможности снижения температуры теплоносителя, так как для каждого отопительного прибора теплоноситель поступает из отдельной ветви и после прохождения через прибор сразу уходит в тепловой пункт. Таким образом, каждый отопительный прибор представляет собой источник тепловой энергии, не влияющий на качественное и количественное регулирование теплоносителя в последующих участках системы.

Преимуществом однотрубной системы является простота монтажа, естественная циркуляционная схема, отсутствие сложной автоматической балансировочной арматуры, например, MSV-I, MSV-PV на обратной и подающей линии.

Вследствие вмешательства жителей в конструкцию отопительной системы путем увеличения количества секций отопительных приборов, установкой регулирующих кранов, не предусмотренных проектом, происходит разбалансировка системы отопления. Но при капитальном ремонте системы отопления специализированная организация может рассчитать и добавить на отопительные приборы терморегуляторы, которые позволят настраивать теплоотдачу отопительных приборов индивидуально под нужды потребителя. Замена старых чугунных радиаторов на современные биметаллические также позволит сэкономить энергию [5].

Замена однотрубной системы на двухтрубную систему нецелесообразна в связи с необходимостью увеличения сечения отверстий, через которые проходят стояки, что может вызвать потенциальное уменьшение несущей способности плит перекрытия. Перед заменой необходимо выполнять поверочный расчёт конструкции.

Зачастую проведение работ по замене системы отопления осложняется нежеланием собственников предоставить доступ в свои квартиры.

Работы по ремонту системы отопления, как правило, проводятся в летний период, когда отопления помещений не требуется. Если же сроки капитального ремонта спланированы таким образом, что работы назначены на период наступления холодов, то дополнительно следует учесть следующее правило: в помещениях обязана поддерживаться нормативная температура воздуха 18°C . Для этого подрядная организация, осуществляющая капитальный ремонт, обязана контролировать температуру воздуха, используя тепловизор, термометр или иной подходящий специализированный инструмент. в неотапливаемом помещении во время проведения ремонта системы отопления, и в случае необходимости использовать временные обогреватели или другие системы отопления.

Рассмотрена проблема выбора проектных решений замены системы отопления при капитальном ремонте. Проанализированы основные нормативные документы в сфере требований к системе отопления после капитального ремонта здания. Проанализированы варианты проектных решений.

Таким образом, здания должны отвечать современным нормативным документам, в том числе требованиям энергоэффективности. Поэтому в домах старой постройки целесообразно проводить капитальный ремонт с модернизацией системы.

Библиографический список

1. Деметьева М.Е. Планирование капитального ремонта жилищного фонда // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2017. С. 809-813.
2. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2023)
3. Сокова С.Д., Деметьева М.Е. Ремонт инженерного оборудования зданий: учебное пособие. М.: МГСУ, 2010. 350 с.
4. Шайтар В. Отопление: что лучше – одна или две трубы? // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2014. № 10. С. 58–67.
5. Токарев С.А., Таратунин М.В., Таратута И.В. Модернизация систем отопления // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов II Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 15 марта 2018 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – С. 314–317.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

*Нефедов С.С., студент 4 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Деметьева М.Е., к.т.н., доц.*

Капитальный ремонт жилых зданий является неотъемлемой частью поддержания комфортных условий для жильцов и обеспечения сохранности сооружений. Современные технологии позволяют достичь высокой энергоэффективности при проведении таких ремонтных работ, что в свою очередь обеспечивает значительную экономию на коммунальных услугах [1, 2].

В статье рассматривается один из наиболее важных аспектов капитального ремонта – повышение энергоэффективности жилых зданий. Оно позволяет уменьшить затраты на отопление, освещение, вентиляцию и кондиционирование воздуха, что значительно снижает коммунальные платежи для жильцов.

Повышение энергоэффективности зданий является важной задачей в современном мире. Это связано с несколькими факторами:

– Сокращение затрат на энергопотребление. Увеличение энергоэффективности зданий позволяет сократить расходы на энергопотребление, что является особенно актуальным в условиях растущих цен на энергоресурсы.

– Снижение нагрузки на энергосистемы. Увеличение числа энергоэффективных зданий позволяет снизить нагрузку на энергосистемы, что повышает их надежность и стабильность.

– Сокращение выбросов вредных веществ. Большинство энергоресурсов производится из источников, выбрасывающих в атмосферу различные вредные вещества. Повышение энергоэффективности зданий позволяет сократить потребление энергоресурсов и соответственно снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

– Увеличение комфорта проживания. Энергоэффективные здания обеспечивают более высокий уровень комфорта проживания, так как позволяют снизить теплопотери и обеспечить более равномерную температуру в помещениях [3].

Цель исследования: рассмотреть современные технологии повышения энергоэффективности жилых зданий при капитальном ремонте.

Для решения поставленной цели в статье решены следующие задачи:

– Ознакомиться с основными принципами энергоэффективности и необходимостью повышения ее уровня при капитальном ремонте зданий.

– Рассмотреть инновационные материалы, используемые для утепления зданий, и сравнить их с традиционными материалами по энергоэффективности.

– Описать примеры современных технологий, которые могут повысить энергоэффективность жилых зданий при капитальном ремонте, и оценить их эффективность.

Повышение энергоэффективности жилых зданий при капитальном ремонте может достигаться различными способами, такими как улучшение теплоизоляции, замена окон на более энергоэффективные, установка автоматических систем управления отоплением [4]. Наибольшее внимание при этом уделяется улучшению теплоизоляции зданий, так как это наиболее эффективный способ снижения потребления топлива и снижения нагрузки на окружающую среду. Рассмотрим некоторые современные технологии утепления, которые можно использовать для этой цели.

Минеральная вата - это материал, который изготавливают из базальтовой породы. Он хорошо сохраняет тепло и не горит, что делает его безопасным для использования. Кроме того, он не подвержен гниению и не притягивает грызунов.

Пенопласт - это пеноматериал, который изготавливают из полистирола. Он легкий, прочный и дешевый, но не очень экологичен. Кроме того, он не горит, что делает его опасным в случае пожара.

Пенополиуретан - это пеноматериал, который изготавливают из полиуретана. Он отличается высокой теплоизоляцией и не горит, но довольно дорогой.

Экостройматериалы. Среди экостройматериалов можно выделить такие утеплители, как целлюлозный утеплитель, изготавливаемый из переработанной бумаги, и льняное волокно. Они экологичны и безопасны для здоровья, но имеют более низкую теплоизоляцию по сравнению с другими [5].

В последнее время на рынке появилось множество новых утеплителей, которые могут быть использованы для повышения энергоэффективности зданий при капитальном ремонте [6]. Они характеризуются высокой эффективностью и надежностью. Рассмотрим некоторые инновационные материалы утеплителей:

Супертонкие утеплители – это материалы, толщина которых не превышает 1-2 мм, но при этом они обладают высокой теплоизоляционной способностью. Они могут быть произведены из различных материалов, таких как металлические пленки, полимерные материалы и другие. Такие утеплители можно использовать внутри стеновых конструкций или при наружной отделке фасадов.

Термомодифицированный древесный уголь – это материал, полученный при обработке древесины на высоких температурах без доступа кислорода. Он обладает высокой плотностью и теплоизоляционной способностью. Также он характеризуется хорошей паропроницаемостью, что позволяет избежать образования конденсата внутри стен. Этот материал может использоваться для утепления крыш, стен и полов.

Наноутеплители – это материалы, обладающие нанометровыми размерами и высокой теплоизоляционной способностью. Они производятся из различных материалов, таких как кремний, графен, углеродные нанотрубки и другие. Наноутеплители могут использоваться как дополнительный слой теплоизоляции при утеплении стен, крыш и других элементов здания [7].

Новые материалы утеплителей, такие как супертонкие утеплители, термомодифицированный древесный уголь и наноутеплители, отличаются от современных материалов утеплителей, таких как минеральная вата, пенополистирол, пенополиуретан и эковата, по ряду параметров.

Во-первых, новые материалы обладают высокой теплоизоляционной способностью при меньшей толщине, чем традиционные материалы утеплителей. Это позволяет снизить затраты на материалы и уменьшить толщину стен здания, что особенно важно при ремонте старых зданий.

Во-вторых, некоторые новые материалы, такие как наноутеплители, обладают уникальными свойствами, которые не имеют аналогов у традиционных материалов. Например, они могут обладать не только высокой теплоизоляционной способностью, но и хорошей звукоизоляцией или противопожарной защитой [8].

В-третьих, новые материалы утеплителей, в отличие от некоторых традиционных, могут быть более экологичными и безопасными для здоровья человека и окружающей среды. Например, термомодифицированный древесный уголь получается из древесины при использовании безопасных технологий, а некоторые наноутеплители могут быть сделаны из биоразлагаемых материалов.

Однако, современные материалы утеплителей также имеют свои преимущества. Они хорошо известны и широко используются, что обеспечивает их надежность и доступность. Они также могут иметь различные свойства, такие как устойчивость к влаге или высокая прочность, что может быть важно при выборе утеплителя для конкретной задачи.

Сравнение новых материалов утеплителей и современных может быть основано на различных факторах, таких как эффективность, стоимость, удобство применения, экологическая безопасность и т.д.

Для сравнения эффективности разных материалов можно проводить специальные тесты, включая тесты на теплопроводность, влагостойкость, огнестойкость и др. Также можно анализировать отзывы пользователей, которые уже использовали эти материалы в своих проектах.

Стоимость материалов можно сравнить, проведя анализ рынка и сравнивая цены у разных поставщиков. Удобство применения можно оценить, рассматривая технические характеристики материалов и особенности их установки.

Экологическая безопасность также является важным фактором при выборе утеплителя. Для сравнения можно анализировать сертификаты и экологические характеристики материалов, а также учитывать возможность их переработки и утилизации в конце срока эксплуатации.

Таким образом, выбор новых материалов утеплителей и современных должен быть основан на различных факторах, анализ которых поможет выбрать наиболее подходящий материал для конкретного проекта.

Библиографический список

1. Лысёв В.И., Шилин А.С. Направления повышения энергоэффективности зданий и сооружений // Холодильная техника и кондиционирование. 2017. №2. 18-25 с.
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. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России // Вестник МГСУ. 2011. №3-1. 192-200 с.
4. Дементьева М.Е. Многокритериальная оптимизация при выборе рационального решения утепления фасада в процессе планирования капитального ремонта зданий. Научное обозрение. 2016. №1. С. 8-12.
5. Ливчак В.И. Реальный путь повышения энергоэффективности за счет утепления зданий // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2010. № 3. С. 62-67.

6. Дементьева М.Е., Кожевникова И.В., Соколова С.Е. Сравнение технико-экономических показателей теплоизоляционных окрасочных покрытий трубопроводов при капитальном ремонте жилищного фонда // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 4 (23). – С. 95-104.

7. Димитрюк Ю.С., Присс О.Г. Применение энергоэффективных строительных технологий при капитальном ремонте и реконструкции многоквартирных домов в Ставропольском крае // Инженерный вестник Дона. 2021. №12 (84), 366-374 с.

8. Новинки рынка утеплителей [Электронный ресурс]. – Строительный эксперт: портал для специалистов архитектурно-строительной отрасли, – Режим доступа:

<https://ardexpert.ru/article/novinki-teploizolyacii?ysclid=lms4uejw9441990044>, свободный.

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ МКД БЕЗ ОТСЕЛЕНИЯ ЖИЛЬЦОВ

*Огрызко А.Г., студент 4 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., к.т.н., доц.*

В данной статье рассматривается проблема ремонта системы отопления МКД без отселения жильцов. Часто при проведении капитального ремонта возникает сложность во взаимоотношениях жильцов и подрядной организации. Поскольку система отопления находится внутри квартиры, то возникает множество трудностей с ее заменой, основной проблемой является предоставления доступа, что подтверждает актуальность.

Целью данного исследования является обзор решений, направленных на устранение сложностей, возникающих в процессе проведения капитального ремонта системы отопления. Поставленные задачи:

- анализ нормативно-правовой документации;
- выявление наиболее частой проблемы и ее решение.

Ремонт системы отопления МКД без отселения жильцов может производиться в тех случаях, когда не требуется проводить масштабные работы, которые могут существенно повлиять на комфортное проживание жильцов. Это могут быть небольшие ремонтные работы, замена отдельных элементов системы, настройка и очистка оборудования [1]. Кроме того, такой ремонт может проводиться в случае, когда в здании есть несколько независимых систем отопления (подъезды и лестницы), которые могут быть временно выключены для проведения ремонтных работ в каждой системе по очереди. Это позволяет обеспечить тепло и комфорт в иных помещениях и частях здания во время ремонта. В любом случае, решение о том, можно ли проводить ремонт без отселения жильцов, принимается на основе тщательного анализа технического состояния системы отопления, планирования работ и консультации с профессиональными инженерами и техническими специалистами. Существует множество разных нормативных

документов, которые устанавливают нормы и правила замены системы отопления. Например, ЖК РФ, СТО НОСТРОЙ 2.33.120-2013, СП 368.1325800.2017. Все эти документы регулируют действия подрядной организации, чтобы жильцам было более-менее комфортно в доме, где проводится капитальный ремонт. Однако, несмотря на все это существует множество проблем взаимоотношений с собственниками. Ремонт систем отопления без отселения жильцов может быть проведен как на частной основе (сама управляющая компания), так и с привлечением специализированных организаций. В любом случае, перед проведением ремонта необходимо заключить договор с исполнителем работ, который должен обязательно содержать все условия и сроки проведения работ, а также гарантии на выполненные работы. Согласно действующему законодательству, для проведения ремонтных работ в квартирах многоквартирного дома необходимо получить письменное согласие всех собственников или жильцов квартир, которые будут прямо или косвенно задействованы в процессе ремонта. Это может быть оформлено в виде специального соглашения, подписанного всеми заинтересованными сторонами. Самая частая трудность – это получение доступа в квартиру жильца. Иногда это происходит по личным причинам владельцев, например, из-за ремонта. Конструктивные особенности и технические характеристики строительных элементов и инженерных систем в многоквартирных домах могут создавать сложности при проведении капитального ремонта. Иногда такие работы могут повлечь за собой нарушение целостности или безопасности имущества жильцов. В таких случаях в сметной документации должны быть учтены дополнительные соответствующие расходы на демонтаж и последующий монтаж тех конструкций, которые затрагиваются при капитальном ремонте [2]. При этом, необходимо учитывать, что в некоторых случаях представители организаций, которые занимаются обслуживанием жилищного фонда и городского коммунального хозяйства, должны иметь доступ к транзитным инженерным коммуникациям, проходящим через помещения жильцов. Такой доступ должен быть обеспечен в любое время суток [3]. Собственник должен предоставить допуск представителям подрядной организации или представителя гарантирующего поставщика в помещение для проведения проверки в указанное в извещении время. В случае, если житель не может присутствовать в квартире для проведения проверки в указанное в извещении время, он должен сообщить об этом не позднее, чем за 2 дня до указанной даты и предложить другие возможные даты и время, которые будут удобны для собственника. Однако, есть определенные условия к предложенной собственником дате. Она должна быть в интервале не ранее, чем через 2 дня после получения сообщения от жильца, и не позднее, чем через 3 дня после даты, указанной в извещении для проведения проверки. При отсутствии взаимодействия собственника с ответственными за капитальный ремонт лицами это может привести к проблемам и задержкам

в проведении ремонтных работ [4, 5]. Если собственник уверен в том, что внутридомовые инженерные системы в его квартире в хорошем состоянии и замена им не требуется, то составляется акт о невозможности замены или ремонта общедомового имущества, поскольку не предоставлен доступ к нему.

В случае если все жильцы предоставили доступ в квартиры, длительность и сроки ремонтно-строительных работ в жилом помещении регламентируются в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.33.13-2011 «Капитальный ремонт многоквартирных домов без отселения жильцов. Общие технические требования» (рис. 1).



Рисунок 1. Продолжительность проведения ремонтно-строительных работ в квартире

Ремонт отопления может быть опасным, поэтому необходимо принимать все меры безопасности. Работы должны выполняться только специалистами, имеющими соответствующую квалификацию и опыт. Важно обеспечить безопасность жильцов, особенно детей и пожилых людей. Кроме того, замена системы отопления может быть шумной и грязной, что может быть очень неудобно для собственников. Необходимо принимать меры для минимизации шума и грязи, например, устанавливать звукоизоляционные материалы и предоставлять защиту для мебели и других предметов в квартирах. Успешный ремонт системы отопления в МКД без отселения жильцов требует хорошей организации, планирования и сотрудничества между управляющей компанией, жильцами и специалистами, выполняющими работы.

Выводы:

Рассмотрена проблема ремонта системы отопления в МКД без отселения жильцов. Кроме того, проанализированы нормативно-правовые документы, применяемые при капитальном ремонте, и установлена основная проблема при замене внутридомовых инженерных систем внутри квартиры с предоставлением путей решения.

Показана актуальность проблемы взаимодействия жильцов и подрядной организации. Помимо этого, найдены способы убеждения и последствия, если этого не произойдет.

Цель исследования, заключающаяся в том, чтобы показать решение сложностей, возникающих в процессе проведения капитального ремонта, была достигнута.

Установлено, что наиболее частой проблемой при проведении замены внутридомовой инженерной системы является не предоставления допуска в квартиру собственника. Кроме того, были выявлены наиболее удачное решение для преодоления данной трудности.

Направлением дальнейшего исследования является изучение этого вопроса на практике.

Библиографический список

1. Сокова С.Д., Дементьева М.Е. Ремонт инженерного оборудования зданий: учебное пособие. М.: МГСУ, 2010. 350 с.
2. Письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 28 мая 2019 г. № 20295-ОГ/06 «Об обеспечении собственником помещения доступа к транзитным (общедомовым) инженерным коммуникациям, проходящих через помещение».
3. Постановление Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 27 сентября 2003 года N 170 «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 6 мая 2011 года N 354. «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов».
5. Дементьева М.Е. Планирование капитального ремонта жилищного фонда // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2017. С. 809-813.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ЗДАНИЯХ ЖИЛОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Журавлёва Д.А., Дадонова А.С., студенты 4 курса 13 группы ИПГС
Научный руководитель – Барabanова Т.А., к.т.н., доц.*

Технологии в современную эпоху являются неотъемлемой частью жизни человека. Они затрагивают практически все сферы жизни и помогают сделать жизнь более комфортной. Автоматизация информационных систем

актуальна во всех сферах, в том числе и в управлении жилыми домами. Она позволяет экономить электроэнергию и повышает безопасность и комфорт жизни.

Автоматические системы управления играют важную роль в предотвращении несчастных случаев и обеспечении безопасности людей. Системы управления оборудованием в зданиях обеспечивают: предотвращение утечки электричества, защиту от короткого замыкания, защиту от пожара, автономное электроснабжение, автоматическую систему пожаротушения, систему сигнализации для вызова сервисной службы.

Автоматизированная система управления «Умный дом» представляет собой набор технологий, которые соединяют и обеспечивают взаимодействие различных систем в доме, дистанционно управляя системами жизнеобеспечения и выполняя энерго- и ресурсосберегающие функции.

В любом умном доме должно быть 3 элемента: сами приборы, датчики, которые получают информацию из окружающей среды и центральный контроллер, обрабатывающий эту информацию.

Системы домашней автоматизации могут управляться автоматически или с помощью дистанционного или голосового управления.

Возможности умного дома широки, к ним относятся: освещение, климат контроль, безопасность и устройства.

С помощью системы "умный дом" можно использовать различные комбинации освещения для создания приятного настроения в любое время. Управление освещением осуществляется не только с помощью традиционных выключателей, но и дистанционно, используя мобильные приложения или голосовые помощники. К возможностям автоматизированного освещения можно отнести управление яркостью источников света, создание сценариев освещения, управление светом и теплом.

Умные дома позволяют поддерживать индивидуальные параметры микроклимата, такие как температура, влажность и углекислый газ в каждой комнате. Пульт дистанционного управления поможет подготовить квартиру или загородный дом к приезду. Управление системой отопления, напольным отоплением, системами кондиционирования и вентиляции, системой увлажнения воздуха – всё это может осуществить климат-контроль.

Система "умный дом" защищает и охраняет дом 24 часа в сутки 7 дней в неделю, контролирует инженерные системы, реагирует на нештатные ситуации и оперативно уведомляет владельца. Такая функция, как безопасность включает в себя: предотвращение утечек, видеонаблюдение, оповещение о тревоге и контроль доступа.

Что касается управления шторами, жалюзи, воротами, замками и интеллектуальными розетками – это относится к устройствам домашней автоматизации. Система позволяет интегрировать различные устройства в

общий контур "умного дома" и вовлекать эти устройства в общие сценарии и правила.

Применение автоматизированной системы управления было изучено на примере электроосвещения в малоэтажном жилом здании (рис. 1.)

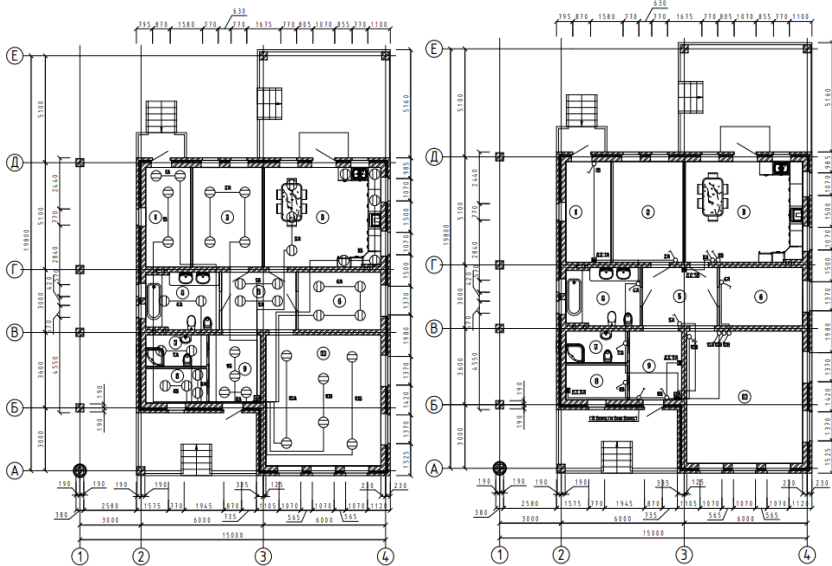


Рисунок 1. План расположения групп осветительных приборов и кабельных трасс. План размещения выключателей датчиков, исполнительных устройств автоматики

Для создания планов размещения групп освещения и кабельных трасс, а также выключателей, датчиков и исполнительных механизмов автоматизации использовалась программа Nanosad.

При разработке проекта автоматизации в первую очередь необходимо решить, откуда будет осуществляться управление той или иной зоной здания, где будут расположены точки управления и какими будут связи между ними, то есть выбрать структуру управления.

Все светильники и датчики должны быть соединены между собой и подключены к блоку управления и источнику питания. Была выполнена прокладка трасс к каждому элементу системы автоматизации, а также рассчитано количество и длина кабелей, электромонтажных конструкций и материалов.

Автоматизация обеспечивает комфортное освещение путем задания оптимального режима работы осветительной сети и дальнейшего снижения энергопотребления, что приводит к экономии электроэнергии на 15-70%, снижению эксплуатационных расходов и продлению срока службы осветительного оборудования и систем.

Библиографический список

1. Бодров С.А., Журавлёв А.В., Ерпелев А.В. Умный дом: история, принцип работы, устройства умного дома, протоколы // Сборник: технические науки: проблемы и решения. Сборник статей по материалам XLIV международной научно-практической конференции. Москва, 2021. С. 29-32.

2. Фетисов Л.В., Гарифуллин А.А. Интеллектуальное управление домом: "умный дом" // Сборник: Новая наука: современное состояние и пути развития. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Под общей редакцией А.И. Вострецова. 2019. С. 26-30.

3. Аксенов М.А., Казарновский В.А. Система "умный дом" для коттеджного дома // [Аллея науки](#). 2019. Т. 2. № 2 (29). С. 191-194.

4. Шичков Л.П., Мохова О.П. Установки электроосвещения. Проектирование и расчет // Издательство: Российский государственный аграрный заочный университет, Москва, 2008.

5. Коняев Н.В., Лузанов А.А. Новые технологии в электроосвещении // Сборник: Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции. 2008. С. 14-17.

СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ НАРУЖНОГО УТЕПЛЕНИЯ ФАСАДОВ

*Печкина Е.К., студент магистратуры 1 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.*

Из-за недостаточного контроля над добычей и неэффективного использования невозобновляемых энергоресурсов, человечество может столкнуться с мировым кризисом и значительными последствиями для окружающей среды, такими как потепление климата, болезни, загрязнение воздуха. Эти факторы являются предпосылкой развития энергосберегающих технологий, с помощью которых можно решить основные проблемы в сфере жилищно-коммунального хозяйства, снизить степень антропогенного воздействия на экологию (уменьшение «парникового эффекта»), а также сэкономить энергоресурсы в стране.

На отопление жилых зданий каждый год расходуется свыше 200 млн т условного топлива [1]. Согласно результатам энергетических обследований МКД, доля потребления энергоресурсов на отопление составляет до 70% от всей энергии, расходуемой на его эксплуатацию. По данным Росстат общая площадь жилых помещений в РФ с 2020 г. по 2021 г увеличилась на 2,9%, как следствие происходит рост потребления энергоресурсов [2].

В результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека снижаются теплофизические показатели наружных стен зданий. Их утепление является одним из основных способов уменьшения потребляемой энергии, и как следствие, сокращения расходов за отопление.

Фасадные системы утепления с наружным теплоизоляционным слоем, могут быть использованы при новом строительстве, а также при реконструкции существующих зданий без отселения людей. Наиболее популярными на данный момент в России считаются навесные вентилируемые и штукатурные фасадные системы («мокрые» фасады).

Технология устройства системы «мокрого» фасада представляет собой последовательное нанесение слоев: плиты утеплителя (вспененный пенополистирол, минераловатные плиты из базальтового волокна и др.), которые крепятся к наружной стене с помощью высокоадгезионного клеевого состава, армированный базовый штукатурный слой, защитно-декоративный штукатурный слой и другие элементы (фасадные дюбели) [1].

Среди наиболее распространенных отечественных производителей фасадных материалов и систем наружной теплоизоляции фасадов с тонким наружным штукатурным слоем можно выделить: «БИРСС», «ЛАЭС», «ТЕХНОНИКОЛЬ» и другие.

При производстве системы штукатурных фасадов применяются «мокрые» процессы, поэтому монтаж штукатурки осуществляется только в теплое время года. Производство работ по нанесению клеевых и штукатурно-декоративных составов осуществляют при среднесуточной температуре окружающей среды не ниже +5°C [3].

Для получения наружной теплоизоляции с заданными свойствами необходимо подготовить строительное основание перед креплением плит утеплителя к основанию (очистить от грязи, пыли, устранить неровности, поверхность должна быть сухой).

По сравнению с вентилируемым фасадом у теплоизоляции «мокрого» типа отсутствует воздушный зазор, который представляет угрозу с точки зрения пожарной безопасности.

Срок службы «мокрого» фасада по данным заводов-изготовителей в среднем составляет 20-25 лет.

От применения штукатурных фасадных систем увеличивается звукоизоляция здания. К примеру, индекс звукоизоляции стены из керамического кирпича толщиной 1/2 кирпича с теплоизоляционным слоем толщиной 50 мм увеличивается с 35 до 52 дБ [3].

Отечественный производитель акриловых фасадных материалов и технологий компания «ЛАЭС» представляет две теплоизоляционные фасадные системы «ЛАЭС-М» (плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем) и «ЛАЭС-П» (плиты из пенополистирола с рассечками из минераловатной плиты) [4].

Для утепления фасадов также используется теплоизоляционная сухая смесь БИРСС «Термопор», которая состоит из гранул полистирола, цемента, извести и комплекствующих химических добавок. У данного штукатурного состава коэффициент теплопроводности 0,06 Вт/(м·К). Слой толщиной 50 мм по своим теплоизоляционным характеристикам заменит кладку в полтора кирпича или полутораметровую бетонную стену. Также

преимуществом является его высокий коэффициент паропроницаемости, равный 0,11 мг/(м·ч·Па). Благодаря этому водяной пар быстро выводится наружу, не успевая конденсироваться в толще стены. Температура эксплуатации составляет от -50 до +70 °С [5].

Стены, на которые наносится смесь «Термопор», не требуют предварительного специального выравнивания. Данный материал может наноситься как ручным способом, так и механизированным. Малая плотность растворной смеси (400 ± 50 кг/м³) по сравнению с обычной штукатуркой (1500-1700 кг/м³) существенно облегчает теплоизоляционные работы.

Класс огнестойкости материала «Термопор» – НГ (негорючий). При механических повреждениях фасада во время эксплуатации возможно его легкое восстановление, когда в случае других утеплителей требуется замена всего фасада.

Штукатурные фасадные системы позволяют обновить внешний вид и сохранить архитектурную выразительность зданий, которые являются объектами культурного наследия.

В качестве мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций объекта культурного наследия федерального значения, расположенного на территории ВДНХ, «Главный фасад ресторана «Золотой колос», предусмотрена замена цементно-песчаной штукатурки по фасадам здания на «теплую» штукатурку толщиной 30 мм БИРСС «Термопор».

Состав работ по устройству навесного вентилируемого фасада (НВФ) включает в себя: монтаж подконструкций (кронштейны, направляющие профили, крепежные изделия), монтаж теплоизоляционного слоя (при необходимости), установка ветро-гидрозащитной мембраны, монтаж защитно-декоративного экрана с образованием воздушного зазора [6].

У классических вентилируемых фасадов есть ряд недостатков. В местах устройства кронштейнов образуются воздушные карманы, которые снижают эффективность системы. При монтаже утеплителя из-за механических повреждений возможно его выпадение. Во избежание обрушения облицовочного слоя одним из важных условий является расчет подконструкций, выполняемый в соответствии с ГОСТ Р 58883-2020 «Системы навесные фасадные вентилируемые. Общие правила расчета подконструкций».

Существенным преимуществом навесного фасада с воздушным зазором является его монтаж в любое время года.

Одной из инновационных отечественных фасадных теплозащитных систем является система «Термолэнд», которая основывается на принципе вентилируемых фасадов, но не относится к классическим системам НВФ, т.к. не имеет классической подконструкции. Данная система на 95% изготавливается на производственной линии.

Основание перед монтажом системы утепления фасадов «Термолэнд» не нуждается в специализированной подготовке. Ее установка по сравнению с классическими аналогами требует в 6 раз меньше крепежных элементов, тем самым снижается риск повреждения основания.

Основным элементом системы являются теплозащитная панель с вентиляционными каналами размером 20×40 мм, которая состоит из стального профилированного листа, минераловатных плит, разрезанных на ламели, и стеклокомпозита, наносимого механическим способом на внутреннюю сторону утеплителя. При этом паропроницаемость теплоизоляционных материалов составляет не менее 0,153 мг/(м·ч·Па), а теплопроводность равна 0,042 Вт/(м·К) [7]. «Ламельное» расположение панели в массиве обеспечивает повышенные прочностные характеристики. Композит выступает в качестве армирующего слоя, защищая от деформаций и дополнительно соединяя между собой ламели. Для обеспечения вентиляции панелей и в качестве противопожарной рассечки между горизонтальными рядами панелей выполняются технологические разрывы шириной 50 мм, заполняемые ламелями.

Долговечность материалов, из которых состоит система утепления фасадов «Термолэнд», составляет не менее 25 лет.

Преимуществом использования вентиляционных каналов является уменьшение площади контакта утеплителя и воздушных потоков. Также стоит отметить высокую покрываемость фасада из-за размеров плит (1000×3000 мм против 600×1000 мм), т.к. сокращается количество стыковочных швов.

Одной из важных составляющих теплотехнического расчета является коэффициент теплотехнической однородности, r . Чем он выше, тем эффективнее теплоизоляционный слой. Сравнение коэффициентов теплотехнической однородности для систем утепления приведены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты теплотехнической однородности для систем утепления

Система «Термолэнд»			Классическая система	
Способ закрепления панели	Коэффициент r , при утеплении стены толщиной:		Способ закрепления панели	Коэффициент r
	250 мм	640 мм		
3 дюбеля на 1 м ²	0,968	0,978	до 25 отверстий на 1 м ²	0,65
4 дюбеля на 1 м ²	0,955	0,966		

Утепление фасадов с применением системы «Термолэнд» успешно применяется в Москве, в различных городах Подмосковья (г.

Солнечногорск, г. Ликино-Дулево и др.), на Сахалине. Температура эксплуатации данной системы составляет от -60 до +80 °С [7].

При выборе системы наружной теплоизоляции фасадов зданий стоит учитывать множество факторов: степень энергоэффективности, сезонность и скорость выполнения работ по монтажу, долговечность материалов, безопасность системы, экономическую составляющую и другие.

По результатам сравнения отечественных инновационных систем наружного утепления фасадов можно сделать вывод, у каждой системы есть свои достоинства и недостатки. Так у системы «Термолэнд» отсутствует сезонность, не требуется специальная подготовка стен [8]. Штукатурные фасадные системы универсальны и надежны, могут применяться при реконструкции памятников архитектуры, но при этом требуют подготовки основания. Исходя из этого, в каждом конкретном случае система наружного утепления фасадов выбирается индивидуально.

Библиографический список

1. Зарубина Л. П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 416 с.
2. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>, свободный.
3. Сайт производителя систем и строительных материалов «ТЕХНОНИКОЛЬ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tn.ru/>, свободный.
4. Сайт производителя акриловых систем утепления фасадов «ЛАС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.laes-samara.ru/>, свободный.
5. Сайт производителя сухих смесей «БИРСС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.birss.ru/>, свободный.
6. СТО НОСТРОЙ 2.14.67-2012 «Навесные фасадные системы с воздушным зазором. Работы по устройству. Общие требования к производству и контролю работ».
7. Сайт ООО «РегионТрейд». Фасадная теплозащитная система «Термолэнд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://regiontrade.ru/>, свободный.
8. Бабаян А.Д., Король О.А. Проблемы при капитальном ремонте фасадов // Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах, 2019. Том 6. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41707204>.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МКД В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ

*Косачев Д.А., студент магистратуры 1 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король О.А., к.т.н, доц.*

«Зеленое строительство» (экологическое строительство) – это строительство с использованием экологически чистых и энергосберегающих материалов и технологий. [1]

Актуальность внедрения «зеленого строительства» заключается в реализации важных характеристик жилья [2]:

- экологичности;
- экономичности;
- энергоэффективности;
- комфортной и устойчивой среды для проживания человека.

К задачам экологического строительства можно отнести:

- уменьшение негативного воздействия строительных работ на окружающую среду и здоровье людей;
- снижение потерь энергии;
- рациональное использование затрат на постройку и содержание домов;
- переход на применение восстанавливаемых источников энергии (солнечной и ветровой энергии, а также геотермальной системы отопления) и материалов.

Данные задачи достигаются путем использования экологически чистых строительных материалов, применением возобновляемых источников энергии, устройства «зеленой» крыши, вторичного использования воды и энергосберегающих технологий.

При проектировании, строительстве и эксплуатации зданий с использованием технологий «зеленого строительства» используется нормативная документация:

- ГОСТ Р 70346-2022 «Зеленые стандарты». Здания многоквартирные жилые «зеленые». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации»;
- СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания»;
- СТО НОСТРОЙ 2.35.68–2012 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Учет региональных особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания»

Наиболее благоприятными условиями для развития и распространения технологий «зеленого строительства» обладают южные районы Российской Федерации. Это связано с тем, что температурно-влажностные и ветровые условия данной местности положительно способствуют развитию экологического строительства.

Внедрение «зеленых» стандартов позволит снизить потери тепловой энергии, а также электрической более чем на 50%, снизить потребление воды на 40%, понизить затраты на коммунальные услуги более чем на 15%, уменьшить загрязнение окружающей среды, улучшить экологическую обстановку, а также поспособствует применению современных архитектурных решений [3].

К технологиям «зеленого строительства» позволяющим снизить затраты электроэнергии можно отнести: замену светильников на энергосберегающие, а также устройство датчиков движения. Не смотря на большую стоимость, эксплуатация данного оборудования помогает

экономить порядка 70-80% электроэнергии расходуемой на освещение здания.

Применение материалов для отделки фасадов, а также внутренних помещений здания, полученных при вторичной переработке строительных отходов (металла, стекла, бетона и т.д.) и использование современных, наиболее безопасными для здоровья человека утеплителей (из стекловаты, пенополиуретана, хлопка и т.д.) позволяет снизить энергопотребление на 40%.

Главной чертой экологического строительства является использование альтернативных источников энергии. К таким источникам относится солнечная энергия. Применение солнечных батарей несмотря на свою дороговизну и зависимость от погодных условий и времени суток позволяют получить энергию в несколько раз дешевле энергии получаемой традиционными источниками. Основными плюсами применения данной технологии является [4]:

- отсутствие пагубного влияния на окружающую среду и здоровье человека;
- сохранение природных ресурсов;
- автономность;
- увеличение долговечности кровли.

В России применение солнечной энергии не приобрело массового применения, но среди всех регионов, благодаря высокой солнечной радиации особенно выделяется Краснодарский край. В таких крупных городах как Краснодар, Анапа, Сочи и Черноморск в дома на стадии проектирования, строительства и эксплуатации постепенно начали внедряться солнечные батареи для получения энергии, вырабатываемой альтернативными источниками.

Для зданий, построенных по технологии «зеленое строительство», характерно использование водных ресурсов повторно, а также использование дождевой воды.

Повторное использование водных ресурсов подразумевает под собой отвод сточных вод, их очистка в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами (очисткой 1-го, 2-го и 3-го уровней, нитрификацию, а также финишную дезинфекцию) и подачу ее в дом для дальнейшего использования.

Сбор дождевой воды происходит на крыше здания или специальном устройстве, от куда после фильтрации по специальным трубам она стекает в специальные резервуары (баки) для сбора воды, которые могут быть как надземные, так и подземные. При длительном отсутствии осадков емкости заполняют водопроводной водой. Подача воды в санитарное помещение дома может осуществляться как естественным путем, так и при помощи использования насоса [5].

Переработанную воду используют для:

- системы орошения;
- системы слива туалетов и санузлов;
- водоснабжения отопительных сетей, а также сетей кондиционирования воздуха.

Один из способов уменьшения энергозатрат – использование геотермального отопления (использование энергии Земли). На глубине более 3-х метров происходит размещения инженерной системы для сбора тепла почвы, которая в последствии будет передаваться в контур отопления дома. Данная схема позволяет летом работать как кондиционер, а зимой, как источник отопления. Разница температур грунта используется, для повышения эффективности и снижению эксплуатационных расходов системы обогрева и охлаждения [1].

Наиболее современным и популярным решением при экологическом строительстве является устройство «зеленой» кровли. Данная конструкция представлена кровлей, которая частично или полностью покрыта растительностью. Слои конструкции представлены: железобетонной плитой покрытия, слоя водоизоляционного покрытия, теплоизоляцией, разделительного слоя из геотекстиля, дренажного, а также фильтрующего слоя, почвенного и растительного слоя [1].

Существует несколько различных вариантов устройства кровли:

1. «зеленые» кровли сплошного озеленения;
2. «зеленые» кровли модульного озеленения.

Пассивный эффект охлаждения вблизи энергоэффективных кровельных покрытий с построенных по данной технологии, приводит к уменьшению до 37 % тепловой энергии здания [6].

К преимуществам данного типа кровли относят:

- снижение загрязнения воздуха;
- повышение долговечности кровельных материалов;
- улучшение шумоизоляции;
- уменьшение теплопотерь в холодный период более чем на 35%.

К недостаткам можно отнести:

- большие затраты при строительстве и эксплуатации;
- сложность обслуживания и ремонта крыши;
- высокие нагрузки;
- возможность применения только на угле ската от 5 до 30 градусов.

Особенной чертой зданий с «зеленой» кровлей является разделение стоков и компостирование органических отходов.

В настоящее время, в связи с ухудшением экологической обстановки, наибольшее развитие получает «зеленое строительство». В России данная технология приобрела не такое широкое распространение как в Европе. Но несмотря на это, ведутся работы по внедрению экологического строительства. Наиболее благоприятными условиями для развития являются южные районы России в связи с что температурно-влажностные и ветровые

условия данной территории положительно влияние на развитие данной технологии. Применение «зеленого строительства» не смотря на дороговизну, позволит снизить загрязнение окружающей среды, уменьшить пагубное влияние на здоровье человека, а также снизить расходы на коммунальные услуги.

Библиографический список

1. Тухарели В.Д. Экологическое строительство как инновационный подход в строительной индустрии/ Тухарели В.Д., Тухарели А.В., Ли Ю.В.// Инженерный вестник Дона. 2018. № 3 (50). С. 128.
2. СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 "Зеленое строительство".
3. Попова Е.Д. Анализ нормативных требований по проектированию и строительству "зеленых" зданий/ Попова Е.Д., Меняйлов В.С.// Студенческая наука: современные реалии. Сборник материалов Международной студенческой научно-практической конференции. Редколлегия: О.Н. Широков [и др.]. 2017. С. 118-122.
4. Шеина С.Г. Применение энергоэффективных и зеленых технологий при строительстве многоэтажного жилого дома/ Шеина С.Г., Белаш В.В., Дементеев Д.С., Калиткин А.П.// Инженерный вестник Дона. 2021. № 5 (77). С. 88-96.
5. Король Е.А. Сравнительная технологичность устройства кровельных покрытий с системами озеленения/ Король Е.А., Шушунова Н.С.//Строительство: наука и образование. 2020. Т. 10. № 1. С. 4.
6. Сотникова О.А. Повторное использование дождевой воды / Сотникова О.А., Бровкина И.С. //Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2013. № 1 (10). С. 67-71.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ САМОВОСТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ БЕТОНА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Маношин А.А., студент 4 курса 13 группы ИПГС
Научный руководитель – Барбанова Т.А., к.т.н., доц.*

В настоящее время бетон является основным строительным материалом, используемым при строительстве зданий и сооружений различного назначения. По мнению многих специалистов, из-за его низкой стоимости, долговечности, повышенной прочности на сжатие, тепловой массы и универсальности, он останется таковым на многие годы.

Мировой объем производства бетонов в настоящее время составляет около десяти миллиардов кубометров в год. В связи с этим одной из важнейших задач современной строительной отрасли являются разработка и внедрение ресурсосберегающих и экологических технологий, предусматривающих получение долговечных бетонов и строительных изделий на их основе.

Бетон, в свою очередь, имеет низкое растягивающее и высокое сжимающее напряжения, поэтому образование трещин в его структуре

неизбежно. При образовании трещин срок службы бетонного каркаса может сократиться. Для ремонта трещин существуют различные методы, но они являются чрезвычайно дорогостоящими и трудоемкими. Тем не менее, серьезное беспокойство вызывает уязвимость зданий к разрушению из-за постоянных трещин в процессе эксплуатации, возникающих в результате постоянной нагрузки, усадки при высыхании, ползучести и неравномерного распределения температуры. Эти трещины открывают пути для проникновения агрессивных химикатов и жидкостей, что приводит к повреждению встроенной армирующей стали или цементного состава.

Так, ученые Политехнического института Дальневосточного федерального университета (ДВФУ) во Владивостоке вместе с коллегами из России, Индии и Саудовской Аравии разработали бетон, способный за счет работы бактерий самостоятельно заделывать трещины и восстанавливать прочность.

Они выяснили, что осаждение карбоната кальция (CaCO_3) в результате метаболизма определенных микроорганизмов является новым методом, который поможет «самозалечивать» трещины и улучшать свойства бетона при неблагоприятных атмосферных, химических и физических воздействиях.

В этом исследовании изучались развитие и влияние бактерий *Bacillus cohnii* на заживление трещин, восстановление прочности на сжатие после предварительного растрескивания, сорбционную способность, водопоглощение и микроструктуру бетона.

Для этого данную бактерию культивировали на агаровой подложке, как показано на рисунке 1а.



(a)



(b)

Рисунок 1. (a) Агаровая подложка; (b) Среда Лурия-Бертани (LB)

Бульонную среду Лурия-Бертани (LB) готовили и стерилизовали для выведения бактериальной культуры среды. Среда Лурия-Бертани (LB), инокулированная бактериями, показана на рисунке 1б. Стерилизацию бульонной среды Лурия-Бертани (LB) проводили при 121°C в течение одного часа перед инокуляцией. После инокуляции его выдерживали в шейкере не менее 24 часов для усиления роста бактерий.

Среду для культивирования бактерий переносили в пробирки объемом 50 мл для выделения бактериальных клеток из среды. Также, для выделения бактериальных клеток каждую пробирку перемешивали в центрифуге при 10000 об/мин в течение 10 мин. Далее осадочную жидкость удаляли, а бактериальные клетки (пеллеты) собирали для ресуспендирования в физиологическом растворе (NaCl, 9 г/л). Требуемую концентрацию 105 клеток/мл доводили путем проверки с помощью калориметра. К бактериям добавляли соответствующий питательный субстрат. В этом исследовании нитрат кальция использовали в качестве источника кальция, мочевины в качестве источника азота и дрожжевой экстракт в качестве питательной среды для бактериальных клеток, подвергающихся бактериальной активности. Для питательного раствора питательные субстраты, такие как нитрат кальция, мочевина и дрожжевой экстракт, впоследствии смешивали, чтобы избежать осаждения. Концентрации нитрата кальция, мочевины и дрожжевого экстракта составляли 2%, 2% и 0,2% по массе цемента соответственно. Бактериальный раствор (5%) и питательный раствор (95%) смешивали для создания заживляющего вещества. Приготовленное заживляющее вещество добавлялся в бетон при замесе вместо воды.

Впоследствии, после застывания, бетон испытывали на сжатие прессом, и когда в нем появились трещины, бактерии активизировались. С помощью следующих двух методов отвердевания подготовленных образцов бетона, результаты которых можно увидеть на рис. 2, осуществляли процесс «заживления» бетона: цикл «мокрый-сухой» (W-D) и цикл «полностью мокрый» (F-W). В мокро-сухом цикле отлитые образцы погружались в воду на 24 ч, а затем выдерживались при комнатной температуре в течение 24 ч, что считалось одним циклом; этот процесс повторяли в течение 28 дней. При полном же мокром отвердевании образцы погружали в воду на 28 дней. Тем не менее, воду для «лечения» меняли каждые 24 часа, чтобы облегчить снабжение кислородом, необходимым для активности бактерий по осаждению карбоната кальция (CaCO_3). Результаты показали, что заживление поверхности, путем кристаллизования под воздействием воды, на 90% и 88% было замечено в полностью влажных и полностью сухих образцах соответственно с предварительным растрескиванием через 28 дней, а трещины размером от 0,2 до 0,6 мм были ликвидированы.

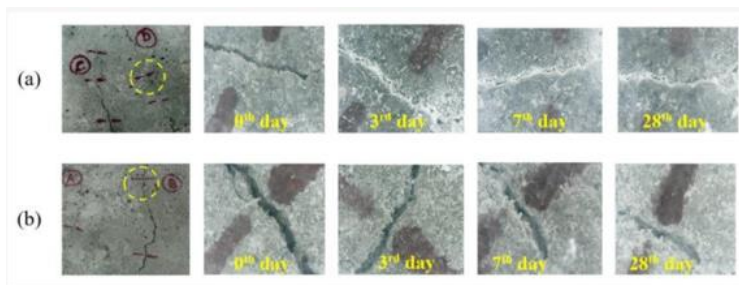


Рисунок 2. (а) «Мокрый-сухой» цикл (W-D); (б) «Полностью мокрый» цикл (F-W)

Таким образом, можно убедиться в том, что использование самовосстанавливающегося бетона, сокращает трудоемкость и затраты на ремонт здания, продлевает срок его службы, а также, снижается выброс углерода при производстве, что благоприятно сказывается на окружающую среду. Поэтому необходимо развивать данную технологию, чтобы применять более совершенные материалы, сокращающие стоимость и трудоемкость ремонтных процедур, и повышающие экологическую безопасность.

Библиографический список

1. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. М.: АО "НИЦ "Строительство" - НИИЖБ им. А. А. Гвоздева, 2018.
2. Кульский Л.А., Душкин С.С. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. – Санкт-Петербург, 2013.
3. Сайт MPDI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/>, свободный.
4. Сайт РИА Новости [Электронный ресурс]. – М.: МИА «Россия сегодня», – Режим доступа: <https://ria.ru/>, свободный.
5. Сайт Дальневосточный Федеральный Университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/>, свободный.

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

Панькин М.В., Кулакова Е.А., студенты магистратуры 1 курса 6 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – **Барабанова Т.А.,** к.т.н., доц.

Основная цель капитального ремонта – приведение качества многоквартирных домов (МКД) в соответствие с действующими требованиями путем замены и восстановления отдельных частей или целых конструкций и оборудования в связи с их физическим износом и разрушением.

Для выбора многоквартирного дома, который подлежит капитальному ремонту необходимо обращать внимание на следующие условия отбора:

- продолжительность эксплуатации инженерных систем и их конструктивных элементов;
- оценка технического состояния инженерных систем и конструктивных элементов.

В процессе капитального ремонта производится ремонт, частичная или полная замена внутридомовых инженерных систем, таких как электроснабжение; теплоснабжение; газоснабжение; водоснабжения и водоотведения.

А также замена или ремонт лифтового оборудования, лифтовых шахт, кровли, подвала, фасада и фундамента.

Объектные сметные расчеты демонстрируют, что важными работами, которые выполняются в капитальном ремонте многоквартирного дома являются: строительно-монтажные по восстановлению несущей способности фундамента, стен, перекрытий, а также работы по ремонту кровли, замене или ремонту магистралей и стояков ХВС и ГВС, теплоснабжения – то есть все, что касается безопасности здания. Следует обратить внимание на то, что благодаря федеральному закону № 417-ФЗ был сокращен список работ обязательных для выполнения: утепление фасадной части здания, обустройство выходов на кровлю, переоборудование неветилируемой крыши, монтажные мероприятия по установке счетчиков общего пользования.

Внедрение энергосберегающих мероприятий

Большинство многоквартирных домов, которые были построены до 1995 года имеют степень физического и морального износа около 50 %. Исходя из данной информации можно сделать вывод о том, что энергопотребление большинства этих домов значительно превышает потребление энергии подобных зданий, которые возводятся с применением новых требований и инновационных технологий по энергосбережению. Вследствие этого на данный момент уделяется колоссальное количество времени и внимания техническим, организационным и законодательным мероприятиям, которые позволяют значительно увеличить энергоэффективность многоквартирных жилых зданий типовых серий застройки.

В список ключевых мероприятий по энергосбережению входят:

- заделка и улучшение герметизации межпанельных швов, трещин и ликвидация мостиков холода;
- уплотнение наружных входных дверей в подъездах с установкой доводчиков;
- устройство радиаторных экранов теплоотражения;
- устройство дополнительных секций тамбуров входных групп;

- теплоизоляция внутридомовых инженерных систем горячего и холодного водоснабжения;
- монтаж балансировочных клапанов на вертикальных стояках СО;
- монтаж терморегулирующих головок на радиаторах и конвекторах;
- настройка частоты вращения для приводов насосного оборудования в трубопроводах систем горячего водоснабжения;
- замена ламп освещения в МОП в многоквартирном доме и автоматики систем управления тепловой энергией.

Как капитальный ремонт повышает энергоэффективность здания (табл.1).

Таблица 1. Экономия электроэнергии за счет модернизации системы освещения МОП МКД

МКД	Удельное потребление электроэнергии, кВт•ч/м ²	
	Модернизированная система освещения	Не модернизированная система освещения
серия П-44	0,41	0,74
серия П-18	0,65	1,38
серия 1-515	0,66	1,21

Значительность этого вопроса в разы увеличивается ввиду повышения требований к энергетической эффективности зданий, которые установлены на государственном уровне. На основе действующей документации были утверждены следующие правила энергетической эффективности и класса энергетической эффективности многоквартирного дома план мероприятий, требования энергетической эффективности на стадиях проектирования, строительства, эксплуатации и проведении капитального ремонта зданий, стросний, сооружений для уменьшения платежной нагрузки на население за коммунальные услуги.

Значение суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию, ГВС, а также электрической энергии на общедомовые нужды в многоквартирном доме высотой более 12 этажей составляет 163,5 кВт•ч/м², включая 62 кВт•ч/м² в год на СО и вентиляцию. Это на 60–70 % превышает значения, прописанные в нормативной документации.

Для капитального ремонта и нового строительства многоквартирных домов, действуют единые нормы и требования по энергоэффективности зданий. В отличие от нового строительства, документация на проведение капремонта не проходит госэкспертизу, а сами работы выведены из зоны ответственности органов стройнадзора. Региональный оператор отвечает перед собственниками за результаты своей деятельности в размере внесенных взносов на капремонт.

Вопросы, требующие решения

Принятие решений о применении для многоквартирного дома тех или иных наборов, повышающих энергоэффективность технических решений должно быть реализовано на основе рассмотрения стоимости жизненного цикла набора решений на временном отрезке в 30 лет с учетом увеличения тарифов на энергоресурсы и инфляционные процессы. При этом чистый дисконтированный доход от применяемого пакета решений должен включать:

- потребительскую составляющую (оказание эффекта на жильцов МКД от экономии энергоресурсов),
- муниципальную составляющую – экономию бюджетных средств и дотаций в осуществление муниципальной инфраструктуры (создание, ремонт и содержание генерирующих мощностей, тепло и электросетей, дотирование тарифов на энергоресурсы и т.д.)

Главным условием выполняемых требований к энергетической эффективности капитально отремонтированного МКД должно быть выполнение нормативных требований по удельному энергопотреблению. Поэлементные требования вторичны и должны контролироваться только в исключительных ситуациях, при отсутствии технической возможности реализации при капитальном ремонте необходимых технических решений.

Крайне необходимо организовать существенный контроль показателей энергоэффективности МКД, как при строительстве новых зданий, так и при капремонте. На сегодняшний день данная проблема является основной и от ее решения будет зависеть успех гос. политики. В ином случае большие средства, выделяемые государством и частными инвесторами в энергосбережение, окажутся попросту нерационально вложены. Возводимые МКД довольно часто имеют отличия от проектных решений, технологии устройства теплоизоляции в реальных условиях строительной площадки нарушаются, и в итоге мы получаем дома с повышенным энергопотреблением ресурсов.

Крайне важно узаконить правила и условия возврата денежных средств в рамках энергосервисных контрактов в долгосрочной перспективе. В настоящее время договор на энергосервисную деятельность, осуществляемый в рамках договора подряда, не гарантирует своевременного возврата средств за счет полученной экономии. Необходимо разъяснить последовательность применения статьи 72 Бюджетного кодекса Российской Федерации в части заключения энергосервисного договора в бюджетной сфере на срок, который превышает срок действия лимитов бюджетных обязательств.

Необходимо в установленном порядке утвердить методики определения базового уровня потребления ресурсов. Имеется в виду, что в показаниях счетчиков фиксируется существующее положение, зачастую не соответствующее нормативным требованиям.

В части повышения качества капремонта необходимо произвести следующее:

- внести изменения в порядок закупки, утвержденный мэрией, в части требования допуска к выполнению работ только организаций, имеющих собственную аккредитованную производственно-техническую базу, деловую репутацию, имеющих регистрацию в Москве;
- допускать к торгам только продукцию, прошедшую сертификационные и верификационные процедуры от производителей данных товаров. Приобретение продукции посредством электронных торгов поощряется авансом в размере до 30 процентов стоимости контракта для оплаты предприятиям-поставщикам.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 4 ноября 2022 г. № 417-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О гражданской обороне» и статьи 1 и 14 Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. СП 50.13330.2012 Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
3. Баттаев Ш.А., Атабиева М.М., Джанкулаев А.А. В сборнике: ПЕРСПЕКТИВА - 2020. Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. В 5 томах. 2020. С. 276-280. Энергоэффективность зданий и сооружений. Методы повышения энергоэффективности.
4. Табунщиков Ю.А., Ливчак В.И., Гагарин В.Г., Шилкин Н.В., Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий.
5. Самарин О.Д. Оптимизация комплекса энергосберегающих технических решений и теплотехнической безопасности при проектировании зданий, 2012.
6. Анисимова Р.Э., Латвина О.В. В сборнике: Наука и образование: история и современность. Электронный сборник материалов 72–74 внутривузовских научно-практических конференций. Министерство науки и высшего образования РФ; Филиал Южно-Уральского государственного университета в г. Нижневартовске. 2021. С. 131-136. Энергоэффективность жилых зданий. Способы решения энергоэффективностей.

СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ВНЕДРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ В ДАННОЙ ОБЛАСТИ

Пашин А.И., Беланов Ю.А., студенты магистратуры 1 курса б группы ИИЭСМ

Научный руководитель - Барабанова Т.А. к.т.н., доц.

На сегодняшний день, в связи со сложившейся ситуацией в мире остро стоит вопрос замены большинства импортных строительных материалов на

отечественные. В данной работе мы разберем наиболее распространённые технологии, которые используются в других странах, и сравним их с нашими, рассмотрим возможные решения данной проблемы, и внедрения экологичности в строительной отрасли нашей страны.

Самовосстанавливающийся бетон.

Самый популярный материал на стройке — это бетон. Он имеет большую прочность и возможность выдерживать огромные нагрузки. Климатические условия, такие как ветер, дождь, снег оказывают непосредственно неблагоприятное воздействие на монолитные конструкции, что приводит к их разрушению. В прошлом эта проблема казалась нерешаемой. Однако ученым из Голландии удалось разработать новую технологию, благодаря которой бетон имеет способность к самовосстановлению.

В соединении бетона добавляют молочнокислый кальций, после в него вводят бактерии, которые используют употребляют его в пищу. Посредством переработки кальция в известняк, эти микроорганизмы имеют возможность заделывать трещины. В настоящее время разработка не получила широкого распространения, однако, в ближайшем будущем она способна вытеснить применяемый ныне бетон, что поспособствует уменьшению числа ремонтных работ.

В нашей стране данной разработкой занялся Политехнический институт Дальневосточного федерального университета (ДВФУ) совместно с партнерами со всех уголков России.

В процессе производства базовой бетонной смеси научные деятели применяли концентрат на водной основе, включающий в себя бактерии *Bacillus cohnii*, которые смогли выжить в порах затвердевшего цементного камня. Застывший бетон тестировали на сжатие прессом, а после наблюдали, как микроорганизмы устранили данные трещины, воссоздав прочность бетона.

Самовосстанавливающийся бетон достаточно актуален в строительстве в сейсмических зонах, где в конструкции здания способны появляться большое количество мелких трещин, а также на территориях с большим числом осадков и высокой влажностью – в частности Дальний Восток России.

Смарт-стекло

Смарт-стекло – это стекло с меняющейся прозрачностью. Оно заполняет нашу повседневную жизнь. Ключевая польза от данного новшества это - экономия энергии, защита от у/ф-излучения, уменьшение шума, безопасность в эксплуатации и так далее. Данное стекло может использоваться в роле элемента декорирования и устройства приватности пространства.

У нас умное стекло начали использовать в 2009 году, и постепенно стало применяться как в офисных зданиях для обеспечения конфиденциальности совещаний, так и в частных домах, люди в которых

могут позволить себе следить за каждым нововведением дизайна и архитектуры. На данный момент холдинг «СмартЭлектроГласс» создает единственное в Российской Федерации производство «умных» стекол по своей уникальной технологии на базе наноцентр «Дубна». Оно по многим показателям обгоняет зарубежные аналоги.

Светопрозрачный бетон

Светопрозрачный бетон – бетон, через который пропускают оптоволоконные нити, способные впускать свет при этом выдерживающие довольно высокие нагрузки.

Прозрачность весьма относительна. По степени пропуска света его сложно сопоставить со стеклом. Однако, применение блоков для возведения стен или перегородок, может в большей мере снизить количество используемой электроэнергии, пропуская внутрь помещения естественное освещение.

В нашу страну прозрачные блоки из бетона начали поступать в 2012 году. И в России его использование весьма ограничено. Ввоз его из-за границы обходится довольно дорого. Стоимость блока весом 10 кг составляет около 500 евро без учета логистики и таможенной пошлины. Отечественных заимствований этому материалу до недавнего времени не было, но сейчас появился бетон торговой марки Lumicon, не уступающий импортным аналогам в свойствах, но при этом его стоимость снизилась в 2 раза.

Стеклопанельная черепица

Стеклопанельная черепица выпускается двух позиций:

- стеклопанельная, по виду идентичная традиционной черепице;
 - солнечная, предназначенная для использования энергии солнца в качестве электричества.
- По формату и размерам стеклопанельная черепица является полной копией глиняной (керамической), отличие лишь в том, что она состоит из прочного, закаленного стекла.

Благодаря такой стеклопанельной крыше освещенность внутреннего пространства здания увеличивается. Еще положительный момент в том, что прозрачной может быть не вся крыша, а лишь часть кровли в виде «окна».

Еще одно преимущество прозрачной стеклопанельной черепицы — это солнечный свет, который проходит через стекло, нагревая поверхность под крышей (как в теплице). Кроме дополнительного освещения помещение от этого способа еще и обогревается.

Есть несколько способов использования солнечного тепла. Один из них предусматривает расположение под стеклопанельной кровлей воздушных каналов, окрашенных с внутренней части в черный цвет. Холодный воздух, проходящий под солнцем по воздуховодам, поступает в помещение более прогретым отдающим тепло зданию.

Стеклопанельная кровля не боится неблагоприятных погодных условий. Эксплуатация стеклопанельной кровли способна служить от 40 лет и более.

Имея данные новшества, современные материалы дают понимание того, как новые технологии служат и реально снижают количество потребления электрической и тепловой энергии. Еще один важный момент, что нельзя забывать о процессе производства экологических материалов и внедрять современные технологии производства, благодаря которым уменьшается нагрузка на экологию окружающей среды.

Библиографический список

1. Сайт Дальневосточный федеральный университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/>, свободный.
2. СП 14.13330.2018. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*
3. Сайт Правительство Московской Области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mosreg.ru/>, свободный.
4. ГОСТ 17.0.0.01-76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения».

ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

*Блинова О.С., студент магистратуры 2 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Барабанова Т.А., к.т.н., доц.*

Все введенные в эксплуатацию объекты строительства должны быть надежными, безопасными, обеспечивать комфорт людей и отвечать определенным требованиям [1]. В процессе эксплуатации, с течением времени, увеличивается процент физически и морально устаревших зданий и сооружений. На данный момент в России более 70 % зданий и сооружений с высоким физическим износом. Для того, чтобы улучшить данную ситуацию, необходимо отслеживать современные тенденции и технологии в сфере технической эксплуатации зданий и сооружений. Одной из самых быстро развивающихся технологий является информационное моделирование.

Сегодня в отрасль строительства все больше и больше внедряются цифровые технологии, и помимо привычных всем проектов создается цифровая модель здания [1]. С 2022 года ТИМ стало обязательным пунктом для выполнения государственных заказов, была разработана обширная нормативная база для внедрения данных технологий [2].

Использование данных технологий помогает повысить качество проекта, грамотно спрогнозировать время проектирования, время строительных работ. Цифровая копия объекта может быть использована для успешной реализации соответствующих социальных и инфраструктурных проектов.

В будущем цифровые технологии будут еще больше внедряться в повседневную жизнь строителей и строительного производства, станет внедряться такая технология, как IoT – интернета вещей. Существует множество потенциальных применений для объектов Интернета вещей. Сегодня сфера Интернета вещей охватывает широкий спектр “умных” электронных приборов и потребительских устройств, включая лампочки, часы, телевизоры, термостаты, холодильники, колонки, системы безопасности, розетки, диффузоры эфирных масел – список можно продолжать и дальше. Многими из этих объектов Интернета вещей можно управлять с помощью голосовых концентраторов или одним движением пальца на вашем телефоне или планшете. Интернет вещей проник в мир строительства, отрасль, которая, как известно, медленно внедряет технологии. Данная технология позволяет собирать и анализировать данные об объектах [4,5].

Применяется подобная методика и в строительной сфере: данные технологии (датчики и измерители), связанные в общей системе, отслеживающей и анализирующей все изменения, происходящие в данный момент времени. Такого рода аспект дает возможность изменить не только подход к проектированию, но также ускорить производство, а в добавок и снизить финансовые затраты на проектирование. Однозначно, одной из главных частей в проектировании строительного объекта является компьютерное проектирование (САПР), представленных в виде технических, программных и прочих инструментов для компьютеризации проектной деятельности [6].

Особо остро стоит вопрос контроля за возведением зданий. Сегодня большие корпорации активно пользуются такими технологиями, как дроны, GPS устройства и различные сканеры для того, чтобы придерживаться изначально заложенных сроков, скорости строительного производства и поддержки заявленного качества. Цифровые технологии также помогают отследить процесс работы рабочих, находящихся на строительной площадке [7]. Данное цифровое оборудование активно используется застройщиками, благодаря чему имеется возможность полностью оцифровать процесс строительства, собрать данные в единую систему, чем автоматически увеличить уровень контроля за строительным производством [8-10].

Безусловно, данные технологии в течение последних десятилетий активно находят применение в процессе строительства, особое внимание следует уделить беспилотным летательным аппаратам (БПЛА, дроны). Ранее не было рентабельности в их активном использовании, так как требовалась установка весьма дорогостоящего оборудования – лидаров, что влекло за собой особое внимание к требованиям к грузоподъемности, а, в итоге, заметно уменьшало время полета аппарата, что не позволяло собрать за раз необходимое количество точек для загрузки в облако [11].

На примере объекта палаты Мазепы был проведен анализ внедрения цифровых технологий при реконструкции [10-11]. Результаты представлены в таблице 1:

Таблица 1. Оценка эффективности при применении BIM-моделирования

Операционная	Финансовая
Степень интеграции: Оценка того, насколько хорошо различные компоненты BIM-системы взаимодействуют друг с другом, является важным показателем эффективности. Интеграция гарантирует, что все данные являются актуальными, доступными и полезными для принятия решений.	Данная операция помогает сократить сроки проектирования, уменьшить количество коллизий и, таким образом, сократить затраты на финансирование на проектирование и изменения в проекте
Качество данных: Высококачественные данные могут помочь сократить время, необходимое для проектирования и сборки проектов, а также оптимизировать процессы на протяжении всего жизненного цикла проекта.	Рост индекса рентабельности (15-20%).
Экономия времени: BIM предоставляет мощные инструменты для анализа и визуализации сложных систем и проектов, обеспечивая значительную экономию времени по сравнению с традиционными методами.	Сокращение сроков проектирования, сокращение финансирования
Повышение производительности: BIM повышает производительность, позволяя дизайнерам и инженерам более эффективно сотрудничать, сокращать ошибки ручного ввода и повышать точность.	Сокращение сроков Окупаемости инвестиционно-строительного проекта (15-17%).
Экономия средств: BIM помогает снизить затраты на создание информации о здании и управление ею за счет сокращения избыточных усилий и устранения необходимости в ручных процессах.	Сокращение расходов на Печать, упаковку, копирование, отправку, получение.

По результатам проведенного анализа всех факторов экономического и неэкономического характера можно с уверенностью говорить о том, что применение цифровых технологий при реконструкции объектов культурно-исторического значения превращает годы собранных данных в прогнозы и позволяет подрядчикам выделяться и быть более конкурентоспособными. Интеллектуальные приложения, датчики на объекте помогают повысить производительность и безопасность. Они могут создавать отчеты, которые сообщают вам, сколько работы было выполнено, и предсказывают предполагаемое время завершения.

Применяемые алгоритмы сообщают обо всех ошибках, возникающих на строительной площадке, поскольку он способен распознавать различные

здания по их форме, размеру и местоположению. Большинство технологий интегрированы друг с другом, чтобы лучше понять процесс. Интеллектуальное оборудование, такое как дроны и транспортные средства, отправляет цифровые изображения, которые затем сравниваются с BIM, 3D-моделями и т. Д. Это помогает избежать любых недостатков в проекте. объема и качества строительства, а также значительную экономию ресурсов времени и средств на всех этапах жизненного цикла здания и сооружения.

Таким образом, применение технологий информационного моделирования зданий при реконструкции объектов культурно-исторического наследия является актуальным направлением и предполагает решение таких проблем, как:

- Более высокие затраты на строительство - компании, которые не используют технологии, будут бороться с неэффективными процессами, более высокими затратами из-за отходов и более медленными цепочками поставок.

- Плохое качество таланта - немногие молодые сотрудники будут привлечены к компаниям с дефицитом технологий. В отрасли, которая уже борется за привлечение талантов, низкотехнологичные компании не будут желательным вариантом для трудоустройства по сравнению с другими дальновидными компаниями.

- Уверенность клиентов - цепочка поставок, проблемы с планированием и задержки проекта будут продолжать расстраивать клиентов. Кроме того, фирмы, которые могут продемонстрировать свои технологические платформы, будут привлекать более качественные проекты и клиентов.

- Экологическое соответствие - Технология будет играть ключевую роль в повышении экологичности строительства. По мере того, как нормативные акты и рыночные ожидания становятся более строгими, технологическим строительным компаниям будет легче адаптироваться для поддержания соответствия.

Библиографический список

1. Цифровизация строительной отрасли: место России в мировых тенденциях на примере контроля строительства [Электронный ресурс]. — URL: <https://sapr.ru/article/25580>

2. Сайфеддин Д., Булгаков А.Г., Круглова Т.Н. Нейросетевая система отслеживания местоположения динамического агента на базеквадрокоптера // Инженерный вестник Дона. – 2014. № 1(28). С. 72.

3. Bulgakov, A., Sayfeddine, D., Bock, T. and Awny Fares. Generation of Orthomosaic Model for Construction Site using Unmanned Aerial Vehicle. 2020 Proceedings of the 37th ISARC, Kitakyshu, Japan, pp. 900-904. DOI: 10.22260/ISARC2020/0124

4. Wen Der Yu, Hsien Kuan Chang and Alexey Bulgakov. An Image Recognition-based Distance Measurement Technique for Real-time Locating of Construction Workers.

2nd IEEE International Conference on Architecture, Construction, Environment and Hydraulics 2020.

5. Цифровые технологии в строительстве [Электронный ресурс]. — URL: <https://asninfo.ru/techmats/127-tsifrovyye-tekhnologii-v-stroitelstve>

6. Устойчивое строительство и городской дизайн: учеб. пособие / науч. ред. и сост. А.Л. Гельфонд, В.Т. Ерофеев, А.А. Ямашкин. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – 348с.

7. A.M. Spryskov, D.S. Privorotsky, E.V. Privorotsky, N.A. Yashina, Proceedings of the Samara scientific center of RAS, 4-1 (2016)

8. E. Nezhnikova, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 90, 012162 (2017)

9. Dronov, D. S., Kimetova, N. R., & Tkachenkova, V. P. (2017). Problems of BIM-technologies implementation in Russia. Synergy of Sciences, 10, 529-549.

10. Castro-Lacouture, D., Süer, G. A., Gonzalez-Joaqui, J., & Yate, J. K. (2009). Construction Project Scheduling with Time, Cost, and Material Restrictions Using Fuzzy Mathematical Models and Critical Path Method. Journal of Construction Engineering and Management, 135(10).

11. Gonzalez, J. S. (2007). Using Fuzzy Mathematical Models for Construction Project Scheduling with Time, Cost, and Material Restriction [Master's thesis]. https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=ohiou1180987976&disposition=inline

ВНЕДРЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОСТРОЕННЫХ ЭКОЗДАНИЙ

Симаков А.А., Волохова Е.В., студенты бакалавриата 4 курса 19, 20 групп ИИГС

Научный руководитель – Барабанова Т.А., к.т.н., доц.

Рассмотрим на каком этапе развития находятся технические системы, информационные и нанотехнологии, а также, где они применяются и каким спросом пользуются. Данная тема очень актуальна из-за того, что процент применения новых технологий очень мал. Поэтому страдает природа по причине того, что потребление природных ресурсов находится на таком же высоком уровне. Для того, чтобы добиться снижения потребления этих самых ресурсов необходимо обратить особое внимание на эти новые технологии, а именно «зеленые». Данные методы помогут решить огромное количество проблем в сфере экологии, которые остаются главным вопросом нашей темы. Именно они помогут уменьшить количество отходов, увеличить энергоэффективность. Если мы обратим внимание на энергоэффективность, то заметим: в этой сфере улучшений можно добиться за счет изменения архитектурного дизайна зданий с помощью улучшения теплоизоляции, что, в свою очередь, приведет к снижению затрат на отопление и, как следствие, увеличению энергоэффективности здания, так как отопление - это одна из самых энергозатратных технических систем.

В последнее время часто встает вопрос о повсеместной урбанизации, которая негативно сказывается на экологии. Она сопровождается огромным

количеством вредных факторов. Таких, как вредные выбросы и потребление большого количества природных ресурсов. Если мы попробуем проанализировать нынешнюю обстановку в сфере потребления ресурсов большими индустриальными городами и большими высотными или производственными зданиями, то несложно заметить, что примерно половину запасов энергии потребляют как раз те самые большие города из-за нехватки применения новых зеленых технологий. Помимо того, что они расходуют ресурсы они же накладывают большой отпечаток на экологической составляющей данной проблемы. Посредством того, что происходит большой выброс углекислого газа, потребление в больших количествах питьевой воды и конечно производство твердых отходов, которые к сожалению, никак не используются повторно.

В некоторых странах мы можем увидеть большое количество примеров применения зеленых технологий. Рассмотрим различные решения их применений на нескольких объектах.

- Эмпайр Стайт Билдинг:

После того, как была проведена масштабная реконструкция, это здание стало одним из ярких представителей среди эко-зданий. Оно прошло сертификацию по стандарту LEED, а также некоторые помещения получили награду LEED Platinum. Этого удалось достичь после того, как стеклопакеты были заменены на новые, которые были сделаны с использованием новой технологии. Она помогала улучшить отражение солнечного тепла. Коэффициент отражения был увеличен в два раза, что помогает экономить большое количество энергии и материальных средств хозяина здания.

- Комплекс Кристалл (The Crystal):

Применение солнечных батарей положительно повлияло на потребление ресурсов данным объектом. За счет накопления энергии в батареях, можно было её направить на обогрев здания тем самым снизить зависимость от городской сети и снизить потребление ресурсов, а также на другие нужды здания. В подземных помещениях были установлены специальные насосы, которые в зимний период накапливали тепло, а в летний выводили его наружу. Дополнительно была предусмотрена вентиляция, которая автоматически понимала, когда нужно открываться или закрываться для сокращения времени работы кондиционерных установок.

- Китайский центр исследований состояния окружающей среды Sino-Italian Ecological and Energy-Efficient Building:

У проектировщиков была идея построить здание с минимальной зависимостью от городских сетей, что позволило ему работать автономно и бесперебойно. Этого получилось достичь после установки солнечных батарей и собственных газовых двигателей, которые и вырабатывали большую часть энергии. В таблице представлено процентное соотношение потребляемых ресурсов мировыми державами.

Таблица 1. Потребляемые ресурсы

Ресурс	Количество
Нефть	33,1%
Уголь	27%
Природный газ	24,2%
Гидроэлектроэнергия	6,4%
Возобновляемая энергия	5%
Атомная энергия	4,3%

Крупнейшие источники возобновляемой энергии - ветряные, солнечные, геотермальные и биотопливные станции.

При этом доля возобновляемых источников энергии в 2018 году составляла 4,5%, и она выросла за счет сокращения использования угля - наметившегося тренда в Европе (табл.2).

Таблица 2. Возобновляемые источники энергии

Страна	Количество
Европа	9,8%
ЕС	11%
Португалия	17%
Бразилия	16,3%
Финляндия	16,2%
Германия	16,1%
Швеция	16,1%
США	6,2%
Азия	4,2%

Индустриальные страны, как и все другие, тоже заинтересованы выбросами в атмосферу и стараются развивать зеленое направление.

Если посмотреть, на каких местах расположены страны в процентном соотношении по количеству произведенной зеленой энергии, то первое место - это Китай: 23% от мировой зеленой энергии, хотя и для самой страны — это мало (4,7%).

Особенностью России является то, что больше половины энергии производят из природного газа, что, конечно, лучше угля 12,2% и нефти 22 %.

Из всей представленной информации, можно сделать вывод: в Российской Федерации зеленые технологии начинают распространяться недостаточно широко. Они внедряются потихоньку малыми шагами и по большей степени в крупных городах. Несмотря на это мы предполагаем, что в скором будущем данные технологии будут набирать обороты в применении. Так как всё чаще появляются вопросы в сфере экологии, конечно, нужно будет находить способ быстрее найти ответ. Это и даст шаг к распространению зеленых технологий и нововведениям в этой сфере.

Библиографический список

1. Ради Дома Про". Интервью с Александром Ремизовым, Совет по "зеленому" строительству. <https://radidomapro.tilda.ws/>
2. В.В. Клочков, С.В. Ратнер «Управление развитием (зеленых) технологий: экономические аспекты» Москва ИПУ РАН 2013
3. А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов, П.В. Макаров «Экология и строительное производство» Нижний Новгород ННГАСУ 2012
4. Авалбаев, Г. А. Экологические проблемы промышленности строительных материалов / Г. А. Авалбаев, Б. О. Эргашев, С. Ю. Бобомуратова, Салима Сагдуллаева. Молодой учёный №11 (115) июнь-1 2016 г.
5. Кабакова Анна Евгеньевна, Кельчевская Наталья Рэмовна. «Тенденции в развитии экостроительства в россии и мире».

**Секция «Реновация застроенных территорий, зданий
и сооружений»**

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКИХ КВАРТАЛОВ

*Войтова А.А., Ключникова А.А., студенты 3 курса 22 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Петросян Р.С., преподаватель*

Главной идеей реконструкции является создание новых открытых и комфортных городских пространств из уже существующих. В ходе ее реализации особое внимание уделяется территориям с квартальным принципом застройки. За счет четкого планирования таких пространств повышается доступность социальной и транспортной инфраструктуры, улучшается городская среда, повышается уровень благоустройства и озеленения территории. Благодаря этому появляются районы с четкой структурой, что, в свою очередь, позволяет эффективно использовать территорию города. Однако, градостроительное проектирование направлено не только на создание функционально-полноценной жизнедеятельности, но и эстетически значимой среды. В данном случае возникает задача формирования целостной архитектурно-художественной композиции городской застройки.

Городские кварталы представляют собой пространства внутри уличного рисунка города, которое разделено на земельные участки для строительства зданий. Этот элемент был сформирован в соответствии со взглядами на городской дизайн и его ожиданиями на протяжении веков (рис.1).



Рисунок 1. Исторически сложившаяся квартальная застройка

Важным этапом реконструкции городских кварталов является определение композиционного варианта. Подбор таких вариантов осуществляется в соответствии со следующими требованиями: обеспечение интеграции в существующую среду и оптимизации существующих пространств; создание цельного архитектурного образа; обеспечение

комфортными городскими пространствами с удобно расположенными объектами социально-транспортной инфраструктуры и продуманной стратегией озеленения, что, в свою очередь, позволит сформировать качественные открытые пространства и безбарьерную доступную среду.

Помимо данных общих требований, есть показатели, по которым композиционные варианты отличаются друг от друга, предоставляя обширные области сравнения и выбора наиболее подходящего из них для реконструкции.

Выбор архитектурно-пространственных приёмов реконструкции квартала проходит с учетом внешних факторов, определяющих вид и тип застройки: визуальный, инсоляционный, поведенческий факторы, градостроительный фактор (наличие существующей и размещение новой застройки), технико-экономический фактор (площадь, рельеф местности, баланс застройки). Только при внимательности к данным факторам композиция застройки будет подчинена современным ритмам жизни. Наиболее известные и популярные типы архитектурно-пространственной композиции застройки: периметральная (замкнутого и полузамкнутого типов), прототипом которой можно назвать традиционный городской квартал; точечная, формируемая из домов-«башен» повышенной этажности; сетчатая, которую редко применяют в России из-за строгости нормативов; строчная и ленточная, чаще всего применяемые для небольших по размерам территорий, застройки.



а. Периметральная замкнутая



б. Периметральная полузамкнутая



в. Точечная



г. Сетчатая



д. Строчная



е. Ленточная

Рисунок 2. Архитектурно-пространственные типы застройки

И если симметричность, масштабность и ритм застройки задаются именно устоявшимися правилами застройки, то колористическое решение — цветовую схему — подбирает каждое архитектурно-строительное бюро уже в зависимости от типа застройки и того, какое настроение, контраст, какие точки выразительности требует реконструируемый квартал.

При правильном выборе материалов, цветовой гаммы, размещении акцентов каждому объекту квартальной застройки можно придать свою индивидуальность, а кварталу в целом — создать необходимый для проживания в нём комфорт. Зонирование внутри квартала также можно осуществлять при помощи выделения территорий определенными цветами. Помимо этого цветовая схема может отражать особенности региона расположения объекта строительства, напоминая своей колористикой, например: северное сияние, живописный берег реки, поле с васильками, листву на деревьях, и так далее.

Достаточное внимание и качественное обеспечение материально-технической базой и кадрами такой сферы как производство строительных материалов, в целях предоставления строительным компаниям необходимых качественных материалов, позволит уже в наши дни добиться задания квартальной застройке аутентичной цветовой гаммы, нетипичной и не присущей для объектов старой застройки.

При реконструкции квартальной застройки необходимо уделять внимание не только практичности и удобству расположения, но и выбору цветов при оформлении фасадов и других элементов зданий и сооружений — не существует формы без цвета. Поскольку целостная композиция застройки складывается как из гармоничного, так и из хаотичного сочетания архитектуры и цвета, следует поддерживать их баланс. Тем самым каждому зданию возможно задать ту необходимую индивидуальность, которая будет закладывать оригинальность всего квартала, а за ним — и более крупных

градостроительных образований, которые формируют город и его неповторимые характер и колорит (рис. 3, 4).



Рисунок 3. Пример сбалансированного оформления образовательного учреждения



Рисунок 4. Пример интеграции застройки в сложившуюся экосистему

Также стоит помнить, что немаловажная роль цветовых акцентов — взаимосвязь с окружающей средой, связь человек-природа, которую нельзя нарушать. Гармонию и комфорт, которые современный человек часто теряет в динамичном ритме городской жизни, он может восполнить находясь в городском пространстве, построенном как на гибкости планировочной структуры и многофункциональности пространств, так и на балансе формы и цвета.

Библиографический список

1. Яргина З.Н. Эстетика города // З.Н. Яргина – М.: Стройиздат, 1991 –385с.
2. Калабин А.В. Виды жилой застройки: современное состояние // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. №4 (35), сс. 50-58.

3. Джандарова Х.М., Смахота Л.А. Роль цветового решения гражданских зданий в формировании городской среды // Молодой исследователь Дона. 2017. №6 (9), сс. 32-36.

4. Типы городских кварталов: разные способы заселения города [Электронный ресурс]. – Decor Design, – Режим доступа: <https://decor.design/tipy-gorodskih-kvartalov-raznye-sposoby-zaseleniya-goroda/>, свободный

ПОНЯТИЕ ПРОЕКТА РЕНОВАЦИИ В СФЕРЕ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ И РАЗВИТИЯ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Грошева Е. А., студент 4 курса 21 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Кустикова Ю. О., к.т.н., доц.

Поскольку каждому жителю нашей страны требуются комфортные условия для проживания в том или ином городе, необходимо решать проблему, которая сейчас является самой важной в Жилищно-коммунальной сфере – это износ жилого фонда жилья. Так как происходит урбанизация, расширение городов, есть необходимость улучшения и увеличения площади места жительства для людей, либо же строительство новых, современных и комфортных домов [1-3]. Капитальный ремонт далеко не во всех случаях может помочь, ведь есть такая категория зданий, которая идет только под снос, ведь дом может находиться в аварийном состоянии [4].

Целью статьи является рассмотрение удовлетворённости граждан программой реновации, как комфортного развития городской среды.

Для начала рассмотрим, что же такое реновация, и какие методы она в себя включает. Реновация в переводе с латинского — значит обновление («renovatio»). Реновация – это процесс улучшения без разрушения структуры, то есть капитальный ремонт, реставрация, реконструкция, иначе преобразование пространства в комфортную городскую среду для жизни горожан. Если говорить совсем простыми словами, то переселение жителей в связи со сносом их домов.

Для того, чтобы понять насколько жители нашей страны знакомы с данным понятием, и как они относятся к программе реновации, проанализируем опрос населения.

Участниками обще регионального опроса «Отношение россиян к московской реновации» стали 1500 респондентов из 53 субъектов Российской Федерации, 104 населенных пункта, в возрасте от 18 лет и старше. Статистическая погрешность данных не превышает 3,6%. Необходимо отметить, что про программу реновации в Москве услышали впервые чуть больше четверти опрошенных – 27%, а затрудняются ответить лишь 1%. Остальные знают, либо что-то слышали – 44% и 28% соответственно. На вопрос про отношение к данной реновации респонденты ответили следующим образом: более половины относятся положительно – 66%, отрицательно – 12%, а затрудняются ответить чуть меньше четверти –

22%. Также был задан открытый вопрос 990 респондентам, которые ответили, что относятся положительно. Из них 23% считают, что «это улучшит жилищные условия людей», 14% - что «люди получают новое жилье», 10% - «люди не должны жить в устаревших, ветхих домах», 8% - что «это хорошо, правильно в целом, это проявление заботы о людях», по 3% - «хотелось бы, чтобы и у нас так было» и «это улучшает облик города», 2% - «в новых домах можно разместить больше людей», по 1% - «я, мои родные живем в пятиэтажках» и «другое». Затрудняются ответить на этот вопрос 6%. Похожий вопрос был задан гражданам в количестве 180 человек с разницей в отрицательном отношении к реновации. «Эту программу надо начинать не с Москвы» - так ответило 4% опрошенных, «нужно сносить аварийное и ветхое жилье, а не дома, еще пригодные для проживания» - 2%, «программа не учитывает интересов жильцов, их желания, нарушает права граждан», «бюджетные средства должны расходоваться на решение более важных проблем», «эта программа увеличивает возможности для воровства, коррупции», «людям будет предоставлено неравноценное жилье», «это афера, обман москвичей» и «другое» ответили по 1%. Затрудняются ответить на этот вопрос 1% опрошенных граждан. Около четверти опрошенных, а это 430 человек не отвечали на предыдущие два вопроса.

Исходя из полученных данных, можно сказать, что лишь малая часть относится к реновации отрицательно. Данные жители боятся, что они будут обмануты или их мнение нигде не будет фигурировать. Проблема с коррупцией сейчас также является достаточно важной, однако, государство старается с ней бороться и делает систему ЖКХ и сферу жилищного фонда «прозрачной» [5].

Респондентам были заданы еще два вопроса. Первый «Как вы думаете, где проблема ветхого и аварийного жилья более актуальна: в Москве или в вашем городе (поселке, селе)? Или она одинаково актуальна и в Москве, и в вашем городе (поселке, селе)?». Были получены такие данные: жители городов 1 млн и более разделились практически поровну, первая половина (49%) полагает, что в их городе проблема ветхого и аварийного жилья более актуальна население в целом считает, вторая половина (41%) считает, что проблема одинаково актуальна и в Москве, и в их городе (поселке, селе), 3% полагают, что в Москве, а 6% затрудняются ответить; жители городов от 250 тысяч до 1 млн также разделились во мнении, тех кто считает, что проблема более актуальна в их городе, на 1% меньше, чем опрошенных жителей городов 1 млн и более, то есть 48%, одинаково актуальна – 34%, в Москве – 10%, а затрудняются ответить 8%; с жителями городов от 50 до 250 тысяч ситуация с ответом «в Москве» и «затрудняюсь ответить» противоположная – 8% и 10% соответственно, «в нашем городе» - 46%, за ответ «одинаково» проголосовали 36%; жители городов менее 50 тысяч, поселков городского типа (ПГТ), в большей степени считают, что проблема актуальна одинаково (42%), чуть меньшее количество полагает, что в их городе (39%), 12% думают, что «в Москве», и 7% затрудняются ответить; жители же сёл: 36%

считают, что в их городе проблема более актуальна, 38%, что проблема одинаково имеет вес и в их городе, и в Москве, по 13% либо «в Москве», либо затрудняются ответить. Население в целом же полагает, что в их городе проблема аварийного жилья более актуальна (39%), что одинаково актуальна и в Москве, и в их городе (35%), и по 9% думают, что в Москве либо же затрудняются ответить. Если обобщить причины недовольства московских горожан по мнению других субъектов РФ, то можно выделить следующие ответы населения: 14% - «не хотят менять район проживания», по 10% - «опасаются предоставления худшего, неравноценного, более дешевого жилья» и «людям дороги их дом, привычное место жительства», 8% - «опасаются обмана», 4% - «устраивает комфортность домов, в которых живут», 3% - «москвичи избалованы, заелись», по 2% - «недавно делали ремонт в своей квартире», «не нравится качество новых домов», «нужно сохранять архитектурный облик города» и «другое», по 1% - «хотят большего», «есть разные причины для недовольства», «в программе реновации много неясного для людей», «переезд – это излишние заботы, затраты».

Исходя из полученных ответов, большая часть населения полагает, что в их городе проблема ветхого жилья распространена больше, чем в Москве, однако, они склонны верить, что в их представлении программа реновации должна проходить без особых проблем, они смотрят на нее с объективной точки зрения, не предполагая никаких трудностей, как меньшая доля опрошенного населения. Несмотря на то, что данные не предполагают таких выводов, можно говорить о рисках в проведении данной программы, которые присутствуют в строительстве абсолютно всегда.

Можно сказать, что анализировать отношение граждан к реновации - это очень интересно и увлекательно. Однако методы в России могут нравиться далеко не всем, в таком случае будет работать принцип большинства [6].

Библиографический список

1. Маркович А.Р. Реновация застроенных территорий. Сборник: Экономические проблемы в архитектуре, градостроительстве и инвестиционно-строительной деятельности. Современное состояние и вызовы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции членов РААСН, профессорско-преподавательского состава, молодых ученых СПбГАСУ и специалистов инвестиционно-строительной сферы. 2019. С. 99-104.

2. Сабына Е.Н., Сабына М.Н. Реновация как форма улучшения городского пространства // Интерактивная наука. 2018. № 11 (33). С. 54–56.

3. Дементьева М.Е. Планирование капитального ремонта жилищного фонда // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2017. С. 809–813.

4. Аналитический альманах. Еженедельная газета. Московский стандарт реновации жилья. Создание комфортной городской среды. С.1-100.

5. Челоненко А.Г., Грошева Е.А. Проблемы взаимодействия организаций ЖКХ с потребителями в современной России // Сборнике докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института фундаментального образования НИУ МГСУ за 2020-2021 учебный год. 2021 г. С. 85-89.

6. Дементьева М.Е., Демьянко М.Ю. Анализ проблем согласования проектов реконструкции жилых зданий на территории Московской области. Безопасность строительного фонда России // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. №1. с. 200.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ В СФЕРЕ ЖКХ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ РЕНОВАЦИИ

*Богатырева Е.В., Злобина Е.С., студенты 4 курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., к.т.н., доц.*

Использование переработанных материалов в строительстве стало предметом интереса из-за потенциальной возможности сокращения отходов и содействия устойчивому развитию. Для решения этой проблемы в последние годы значительное внимание уделяется использованию вторичных материалов в строительстве. В сфере жилищно-коммунального хозяйства растет потребность в реконструкции и модернизации городских территорий, что открывает возможность для включения вторичных материалов в строительные проекты. Однако целесообразность использования вторичных материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве нуждается в дальнейшем изучении.

Определение отходов в соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" и его последующими изменениями относится к материалам, образующимся в результате работы и подлежащим утилизации и переработке в соответствии с законодательством Российской Федерации [5]. Эти изменения в законодательстве создают возможность для развития нового сектора экономики - переработки промышленных отходов, который охватывает как природоохранную деятельность, так и жилищно-коммунальное хозяйство.

В рамках программы реновации жилого фонда, направленной на снос старых жилых домов и переселение жителей в новые здания, в жилищно-коммунальном хозяйстве возрастет потребность в перерабатываемых материалах. Таким образом, актуально рассмотреть возможность использования отходов, образующихся при демонтаже зданий, в рамках программы реновации жилья, которая работает на основе принципов экологического менеджмента.

Под вторичными материалами понимаются материалы, которые ранее использовались и перерабатывались для повторного применения в другой области. Использование переработанных материалов в строительстве позволяет сократить количество отходов, сохранить природные ресурсы и снизить выбросы углекислого газа. Оно также может обеспечить экономические выгоды, такие как экономия затрат на материалы и снижение расходов на утилизацию отходов. Переработанные материалы, обычно используемые в строительстве, включают переработанный бетон, сталь и пластик.

Материалы, получаемые в результате демонтажа зданий, различаются по составу: бетон и железобетон составляют от 50% до 80%, в меньших долях - камень, кирпич, отходы древесины, металлы, пластмасса, стекло, гипс и другие отходы [1,4]. Эти материалы являются относительно недорогим и полезным сырьем для создания вторичных материалов, которые могут применяться в строительстве. Следовательно, крайне важно определить оптимальный метод переработки отработанных материалов. На рисунке 1 представлены способы обращения с отходами.

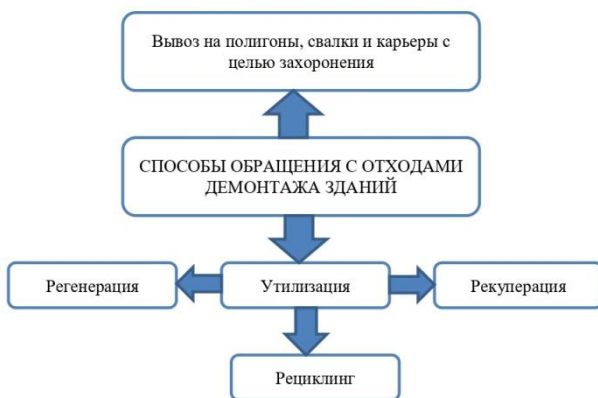


Рисунок 1. Способы обращения с отходами при демонтаже зданий [7]

Рециклинг, который предполагает использование отходов в качестве вторичных ресурсов или источников энергии, является жизнеспособным вариантом. Переработку можно разделить на три типа: повторное использование, регенерация и восстановление. Хотя 95% отходов от демонтажа зданий относятся к IV и V классам опасности, ожидаемый рост объемов производства отходов может усугубить экологическую и санитарно-эпидемиологическую ситуацию [3,5,6].

Внедрение инновационных экологически чистых технологий переработки отходов строительного демонтажа приведет к снижению

производственных затрат и росту экономических выгод, способствуя построению более устойчивого будущего.

Данное исследование показывает, что использование переработанных материалов в жилищном строительстве может иметь значительные экологические и экономические преимущества. Однако для более широкого применения вторичных материалов в строительстве необходимо решить проблемы и устранить барьеры, связанные с их использованием.

Вывоз отходов демонтажа на свалки и их захоронение не является экологически и экономически обоснованным методом. Переработка отходов является лучшим вариантом, поскольку она экологически безопасна и помогает утилизировать материалы, образующиеся в процессе демонтажа зданий. Такой подход позволяет предотвратить неблагоприятное воздействие на окружающую среду, сохранить природные ресурсы и капитал, а также снизить затраты на строительство. Переработанные материалы также могут быть использованы для производства строительных материалов, что приводит к значительной экономии энергии и затрат. Например, производство щебня из переработанного бетона потребляет в восемь раз меньше топлива, чем его производство из природных источников, а использование переработанного щебня снижает стоимость производства бетона на 25% [2,3,7].

Использование переработанных материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве может иметь ряд преимуществ, включая сокращение отходов, сохранение природных ресурсов и снижение выбросов углерода. Однако могут быть и некоторые недостатки, такие как повышенная стоимость, технические проблемы и ограниченная доступность высококачественных переработанных материалов.

В ряде стран существуют политика и нормативные акты, которые поощряют или требуют использования переработанных материалов в строительстве. Например, в 2017 году в Китае был издан Технический кодекс по применению вторичных заполнителей в бетоне, призванный способствовать использованию вторичных заполнителей в бетоне.

Использование вторичного сырья, полученного из отходов демонтажа зданий, снижает вред окружающей среде и повышает экономическую эффективность. Разработка и внедрение новых экологически чистых технологий демонтажа зданий и переработки отходов снижает производственные затраты и повышает экономическую выгоду.

Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку более прочных и структурно надежных материалов из вторичного сырья, а также на разработку политики и нормативных актов, стимулирующих использование материалов из вторичного сырья в строительстве. Исследования также должны изучить потенциальную экономию затрат и долгосрочные преимущества использования переработанных материалов в строительстве.

Библиографический список

1. Башева Т. С. Проблема отходов строительства и сноса в контексте экологической безопасности государства / Т. С. Башева // Актуальные проблемы экологии и охраны. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2016. – С. 81–87.
2. Головин Н. Г. Проблема утилизации железобетона и поиск эффективных путей ее решения / Н. Г. Головин, Л. А. Алимов, В. В. Воронин // Вестник МГСУ. – 2011. – № 2-1. – С. 65–71.
3. Кикава О. Ш. Переработка строительных отходов / О. Ш. Кикава, И. А. Соломин. – М.: СигналЪ, 2000. – 256 с.
4. Киселева С. П. Эколого-инновационное развитие: энтропийный подход / С. П. Киселева // Молодой ученый. – 2014. – № 2(61). – С. 449–459.
5. Луканин В. Н. Промышленно-транспортная экология / В. Н. Луканин, Ю. В. Трофименко. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с. – ISBN 5-06-003957-9.
6. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ Об отходах производства и потребления (с изменениями на 19 декабря 2022 года) (редакция, действующая с 1 марта 2023 года) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (дата обращения: 06.03.2023).
7. Зимин Е.В. Эколого-экономическая целесообразность использования материалов вторичной переработки в сфере ЖКХ в рамках программы реновации. Вестник университета № 7-8, 2017. С.22-27.

ТЕХНОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ КВАРТАЛА, ПОДЛЕЖАЩЕГО РЕНОВАЦИИ

Первухин В.К., Щукин И.Е., студенты магистратуры 1 курса б группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Берлинов М.В., д.т.н., проф.

В современном мире технологии играют огромную роль во многих областях, включая архитектуру и строительство. Одной из таких технологий является информационное моделирование (BIM), которое позволяет создавать точные 3D-модели объектов, используемые для улучшения планирования и координации работ, повышения эффективности процесса ремонта и экономической выгоды. В России технология BIM широко применяется при реновации и реконструкции объектов.

Процесс реновации квартала или микрорайона – сложная и ответственная задача, требующая тщательного планирования и выполнения. В проектах реновации участвует широкий круг заинтересованных сторон, включая общественных деятелей, застройщиков, подрядчиков, архитекторов, инженеров и местных жителей. Чтобы обеспечить успех проекта реновации, важно иметь четкое представление о текущих условиях квартала, а также о желаемых результатах проекта.

Технология информационного моделирования (BIM) — это метод создания трехмерных цифровых моделей, позволяющих смоделировать все элементы объекта и все процессы, связанные с его жизненным циклом, начиная от проектирования до эксплуатации и ремонта. В отличие от традиционных методов проектирования, где каждый участник работает со своей частью проекта, в технологии BIM все участники работают в одном информационном пространстве, обмениваясь данными и взаимодействуя друг с другом на всех этапах проекта[1].

Одной из главных особенностей технологии BIM является то, что она позволяет создавать цифровые модели зданий с высокой степенью детализации и точности, включая не только геометрические параметры, но и информацию о материалах, конструкциях, системах и оборудовании, используемых в здании. Это позволяет архитекторам, инженерам и другим участникам проекта более точно планировать и координировать свои работы, избегая ошибок и конфликтов, которые могут возникнуть на стадии строительства или эксплуатации здания.

Технология информационного моделирования позволяет заинтересованным сторонам визуализировать предлагаемые изменения квартала до начала строительства. Эта визуализация может помочь выявить потенциальные проблемы и внести изменения в проект до начала строительства. Визуализация также может использоваться для информирования местных жителей о предлагаемых изменениях, что может помочь улучшить взаимодействие и поддержку сообщества[2].

Первый этап реновации заключается в создании 3D-модели квартала, включающей все здания и элементы инфраструктуры, такие как дороги, тротуары, зеленые насаждения и другие объекты. Для создания модели используются данные аэрофотосъемки, лазерного сканирования и топографических изысканий[3].

Созданная модель позволяет провести более точное планирование реновации, включая улучшение благоустройства территории, замену коммуникаций, а также перепланировку и реконструкцию зданий. В процессе работы могут быть выявлены и устранены технические проблемы, которые не были замечены на стадии проектирования[4].

Кроме того, технология BIM позволяет оценивать влияние реновации на окружающую среду, учитывая такие факторы, как ветровые нагрузки, солнечное освещение и энергопотребление.

Применение технологии BIM при реновации квартала имеет ряд преимуществ, включая:

- 1) Точность и детализация.

Технология BIM позволяет создавать точные и детальные 3D-модели зданий и территории, что упрощает планирование и проведение работ и минимизирует возможность ошибок.

- 2) Оптимизация расходов.

Благодаря возможности проведения виртуальных экспериментов и анализа эффективности различных решений, технология BIM позволяет оптимизировать расходы на реновацию квартала и снизить возможные риски.

3) Ускорение процесса реновации.

Создание 3D-модели квартала позволяет более точно определить объемы работ и продумать их последовательность, что в свою очередь ускоряет процесс реновации.

4) Увеличение комфорта жизни.

При использовании технологии BIM возможно учитывать факторы, влияющие на комфорт жизни людей, такие как качество воздуха в здании и его освещенность. Это позволяет создавать более комфортные условия для проживания и работы в реновированном квартале.

5) Экологичность. Оценка влияния реновации на окружающую среду и возможность проведения виртуальных экспериментов помогают создавать более экологичные и устойчивые решения при реновации квартала.

Хотя технология информационного моделирования предлагает множество преимуществ, существуют также некоторые проблемы и ограничения в ее использовании. К ним относятся:

1) Расходы.

Внедрение технологии информационного моделирования может быть дорогостоящим, особенно для небольших проектов реконструкции. Стоимость программного обеспечения, оборудования и обучения может стать серьезным препятствием для внедрения.

2) Сложность.

Технология информационного моделирования представляет собой сложный процесс, требующий специальных навыков и подготовки. Сложность технологии может стать препятствием для ее принятия некоторыми заинтересованными сторонами, особенно теми, кто не знаком с этой технологией[5].

3) Совместимость.

Технология информационного моделирования может быть совместима не со всеми программными и аппаратными платформами. Это может создать проблемы для заинтересованных сторон, которым необходимо обмениваться информацией на разных платформах.

Технология информационного моделирования BIM – это инновационный инструмент, который позволяет создавать точные и детальные 3D-модели зданий и территорий, а также проводить анализы и виртуальные эксперименты, что помогает оптимизировать процесс реновации квартала и улучшать комфорт жизни людей в нем.

В России уже существуют успешные примеры применения технологии BIM при реновации кварталов и зданий, таких как реновация Тверской улицы в Москве и реконструкция Большого театра. Однако, для того чтобы масштабно использовать эту технологию в российских условиях,

необходимо решить ряд организационных и технических вопросов, таких как повышение квалификации кадров и внедрение единой стандартизации для создания 3D-моделей.

Библиографический список

1. Талапов В.В. Основы BIM: ведение в информационное моделирование зданий. –М.: ДМКПресс,2011.–392с.
2. Барабанова Т.А. Использование современных информационных технологий для формирования проектно-технологической документации [Текст] // Сб. тр. Международной научной конференции «Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке и образовании». – М.:МГСУ, 2011 – с.664-666.
3. Пустовгар А. П., Жунжун Ч., Вэньсэн Ю., Адамцевич А. О. Применение BIM-технологий при реставрации зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 6. С. 42-48. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.06.42-48
4. Гук Т.Н., Фролова Ю.В., Семенкова Е.В., Арсеньева Е.В. (Москомархитектура), Садков Д.В., Морина М.Р., Жибуртович О.Л., Климов П.В., Янычева И.И., Шонина Е. Г., Кулаков А.С., Одинцов А.А., Сидоренко О.И., Стребков А.В.(ГБУ «ГлавАПУ») Благоустройство в реновации. Подходы и проблемы.
5. Петров К.С., Кузьмина В.А., Федорова К.В. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии). Инженерный вестник Дона. №2 (2017).

РЕНОВАЦИЯ ЖИЛОЙ СРЕДЫ И ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Кучеренко В.А., Палян Р.К., студенты магистратуры 1 курса б группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Берлинов М.В., д.т.н., профессор

Реновация жилой среды является одной из важнейших задач в современной России. Необходимость обновления жилищного фонда вызвана как техническим износом, так и социальными изменениями, в частности, увеличением числа многодетных семей и мигрантов.

Реновация жилой среды – это комплексное обновление жилых зданий и сооружений, направленное на улучшение их качества и повышение комфортности проживания. Эта задача актуальна не только для крупных городов России, но и для Северных регионов страны [1].

По данным Росстата, в северных регионах России на 1 января 2020 года было зарегистрировано более 5 миллионов квадратных метров жилья,

нуждающегося в реновации. Большинство из них находится в Коми, Мурманской области и Якутии.

Целью реновации является улучшение качества жизни граждан и обновление жилищного фонда.

Основными целями реновации жилой среды являются:

- Обеспечение комфортных условий для проживания населения.
- Улучшение качества жилищного фонда.
- Сохранение исторического наследия.

Основными задачами реновации жилой среды являются:

- Капитальный ремонт и модернизация жилых домов.
- Создание новых комфортных условий для проживания населения.
- Развитие инфраструктуры и благоустройства территории.

Основная проблема Северных регионов – высокая стоимость жилья и сложность его доступности. Устаревшие жилые дома требуют капитального ремонта и модернизации, что влечет за собой дополнительные затраты и сложности в реализации этих проектов. Более того, условия жизни в этих регионах часто не соответствуют современным стандартам, что снижает уровень жизни людей и затрудняет привлечение инвестиций в регион [2].

Для решения задачи реновации жилой среды в Северных регионах России необходим комплексный подход, включающий в себя следующие направления:

- Развитие инфраструктуры. Для повышения доступности жилья необходимо создание инфраструктуры, обеспечивающей комфорт и безопасность жизни населения. Это включает в себя развитие транспортной инфраструктуры, общественного транспорта, муниципального хозяйства и т.д.

- Создание условий для привлечения инвестиций. Привлечение инвестиций – один из главных способов решения проблемы реновации жилой среды в Северных регионах России. Для этого необходимо проводить мероприятия по улучшению инвестиционного климата, развитию бизнес-среды и содействию инвесторам.

- Разработка программ реновации жилой среды. Важный момент в решении задачи реновации жилой среды – разработка программ и проектов, учитывающих специфику региона и потребности населения. Это позволит оптимизировать расходы и достичь наилучших результатов в реализации проектов [3].

Организация производства работ в Северных регионах России имеет свои особенности, связанные прежде всего с трудными климатическими условиями и сложностью доставки материалов. Зимнее строительство сопряжено с рядом сложностей, таких как ограниченное время работы,

затраты на подогрев и защиту строительных материалов, а также повышенные затраты на транспортировку.

Существует несколько подходов к организации производства работ в Северных регионах России:

– Применение современных технологий и материалов. Современные технологии и материалы позволяют уменьшить затраты на отопление строительных объектов, а также повысить их энергоэффективность. Примерами могут служить применение термопанелей, утеплителей, теплоизоляционных шторм и т.д.

– Организация локального производства. Локальное производство строительных материалов позволяет снизить затраты на их доставку и ускорить процесс строительства. Например, изготовление рядовых элементов на месте сокращает время на их доставку до объекта и снижает стоимость работ.

– Использование мобильных застройщиков. Мобильные застройщики – это специальные конструкции, позволяющие быстро и эффективно организовать строительство в любых условиях. Они оснащены всем необходимым оборудованием, которое позволяет решить все сложности, связанные с трудным климатом и ограниченными ресурсами [4].

Реновация жилой среды и формирование новых подходов к организации производства работ в Северных регионах России – важные задачи, решение которых требует комплексного анализа и применения инновационных подходов. Однако их решение позволит не только улучшить условия жизни людей, но и стимулировать развитие экономики региона и привлечение инвестиций [5, 6, 7].

Таким образом, реновация жилой среды и формирование новых подходов к организации производства работ является важной задачей для повышения качества жизни в северных регионах России. Внедрение новых технологий и подходов должно основываться на учете особенностей местности и потребностей населения, чтобы обеспечить эффективный и качественный результат.

Библиографический список

1. Олейник П. П., Мааруф А. Л. И. Строительное производство // Строительное производство. Учредители: ООО" Национальный образовательный центр". – №. 2. – 2022 – С. 21-25.
2. Киселёв Т., Киселёва О., Успенская О. Организация комфортной среды проживания на севере Красноярского края //Проект Байкал. – 2020. – Т. 17. – №. 63. – С. 80-85.
3. Ростовская А. А., Швецова А. Д. Архитектурно-планировочные аспекты проблем крупного северного города в XXI веке //Наука, образование и экспериментальное проектирование. – 2022. – №. 1. – С. 101-103.
4. Хаджаев Р. М. Сущность и экономические аспекты реновации в формировании современной селитебной застройки //Бюллетень науки и практики. – 2021. – Т. 7. – №. 1. – С. 330-334.

5. Быкова Ю. О., Кузьменкова В. Д. Эффективность реновации в строительной отрасли Российской Федерации // Вестник ГГУ. – 2021. – № 3. – С. 61-78.

6. Теличенко, В. И. Реновация - создание современной городской среды / В. И. Теличенко // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15, № 1. – С. 11.

7. Кирюшенко, А. А. Современные методы реновации в России / А. А. Кирюшенко // . – 2020. – № 2-2(64). – С. 45-47.

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕНОВАЦИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Коньков Д.А., Хаиров Т.З., студенты магистратуры 1 курса 6 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Кустикова Ю.О., к.т.н., доц.

Система пожарной защиты представляет собой целый комплекс мер и технического обеспечения, направленного на защиту населения и собственности от воздействия опасности пожара и ограничение последствий его воздействия.

Способы защиты людей и имущества от пожара:

– Применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара;

– Применение основных строительных конструкций, соответствующих нормам пределов огнестойкости и классам пожарной опасности зданий и сооружений, описанных в СНИП («Строительных нормах и правилах РФ»).

– Применение отделок, облицовок и средств огнезащиты строительных конструкций на путях эвакуации с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев.

– Применение огнезащитных составов и строительных материалов для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций.

– Устройство безопасных эвакуационных путей;

– Устройство систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей;

– Применение систем коллективной защиты и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;

– Применение первичных средств пожаротушения.

– Применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения.

Важнейшая часть противопожарной системы – применение строительных конструкций, имеющих соответствующие установленным нормам пределы огнестойкости и пожарной опасности. Это можно назвать первым уровнем защиты здания от пожара.

Огнестойкость

Уровень огнестойкости относится к самым главным параметрам, влияющим на пожаробезопасность зданий и сооружений. Огнестойкость определяется временем, которое здание способно сопротивляться огню, не повреждаясь и не деформируясь. Именно от этого показателя зависит скорость распространения пожара по зданию.

Всего существуют 5 степеней огнестойкости: с I по V, где I – самая высокая (несгораемый объект).

Степень огнестойкости здания зависит от предела огнестойкости несущих и ограждающих строительных конструкций – фундамента, наружных и внутренних стен, колонн, пилонов, стен лестничных клеток, лифтовых шахт, междуэтажных перекрытий покрытий кровли и др. Для каждой из этих строительных конструкций устанавливается предел огнестойкости в минутах до наступления одного из этих состояний:

R - потеря несущей способности;

E - потеря целостности;

I - потеря теплоизолирующей способности.

Класс пожарной опасности

Этот показатель применяется как к конструкциям в целом, так и к строительным материалам.

Класс конструктивной пожарной опасности (C0, C1, C2, C3 – от самого высокого до самого низкого) характеризует способность строительных конструкций здания (наружных и внутренних стен, перегородок, лестничных маршей и площадок и т.д.) противостоять распространению огня и формировать опасные для жизни людей факторы.

Классы пожарной опасности строительных материалов определяются в зависимости от сочетания нескольких категорий стойкости – В – воспламеняемости; Г – горючести; Д – дымообразования; Т - токсичности продуктов термического разложения и РП – способности распространять пламя (только для напольных покрытий). Пожарная опасность материалов классифицируется по шкале от КМ0 до КМ5, где КМ0 - материалы, не представляющие пожарную опасность.

Абсолютной стойкостью к огню обладает минеральное сырье – песок, гравий, гранит, мел, известняк. Негорючими свойствами и высокой огнеупорностью обладают природный камень, кирпич, бетонные смеси, материалы из стекла. Практически не горят пено- и газобетонные материалы. При действии открытого огня стены из таких плит выдержат, не разрушаясь и не выделяя дыма и токсичных газов, как минимум 180 минут. К негорючим отделочным материалам относят и гипсокартон. И, хотя гипсокартонное полотно выдерживает контакт с огнем не более 20 минут (далее начинает разрушаться), оно не образует дыма, не выделяет ядовитые вещества, не дает распространяться пламени по поверхности. Керамическая

плитка, которой часто облицовывают фасады новостроек, вообще не горит, защищает поверхность, не отравляет ядами при нагревании.

Технические средства защиты от пожара

Финальный уровень противопожарной защиты – оборудование дома специальными средствами защиты от пожара: от устройства пожарного водопровода до применения электронных систем оповещения жильцов и современных дымоуловителей. СП предписывают установку в жилых многоквартирных зданиях автоматической пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией, лифтами для транспортирования пожарных подразделений, а также средствами спасения людей. Эта степень защиты также должна быть отражена в специальной документации. Проект не будет принят, если к нему не прилагается инструкция по эксплуатации квартир и помещений дома, в которой, в частности, содержатся правила содержания и технического обслуживания систем противопожарной защиты и план эвакуации при пожаре.

Какие документы изменились?

С 1 марта 2023 года вступает в силу постановление Правительства РФ от 24.10.2022 № 1885, которое изменяет правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденные постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (далее — Правила). Основной пласт изменений начнет действовать с 1 марта 2023 года, кроме пункта 29 изменений — он вступает в силу 1 марта 2024 года.

Рассмотрим подробнее наиболее значимые изменения и разберем алгоритм составления инструкций с учетом этих изменений.

Новый пункт 2.1

Отдельного и пристального внимания заслуживает добавление нового пункта 2.1 Правил: «Руководитель организации обеспечивает эксплуатацию зданий, сооружений в соответствии с требованиями Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ „Технический регламент о требованиях пожарной безопасности“ и (или) проектной документации».

Здесь стоит обратить особое внимание на часть 4 статьи 4 указанного ФЗ. Формулировка в нем означает, что если объект построен до вступления в силу Технического регламента о требованиях пожарной безопасности и положения регламента ужесточают требования, по которым этот объект был построен, то при обеспечении пожарной безопасности могут применяться ранее действовавшие нормы.

Библиографический список

1. ФЗ-123 от 22.07.2008 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
2. ПП-1479 от 16.09.2020г. "Правила противопожарного режима в Российской Федерации".

3. СП-476.1325800.2020г. "Территории городских и сельских поселений. Правила планировки, застройки и благоустройства жилых микрорайонов".

4. Огнестойкость строительных конструкций. Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф., Фролов А.Ю. –М.: ЗАО “Спецтехника”, 2001

5. Сборник типовых инструкций по охране труда. Михайлова В.Л., Жданова З.П., Пуляев И.П. –М.: 1978

6. Реновация городской застройки: учебно-методическое пособие / В.Ф. Касьянов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра жилищно-коммунального комплекса. — Электрон. дан. и прогр. (3,6 Мб). — Москва : Издательство МИСИ — МГСУ, 2019.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕЛЕННЫХ КРОВЕЛЬ ПРИ РЕНОВАЦИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

*Кравченко К.Ю., студент магистратуры 1 курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Берлинов М.В., д.т.н., проф.*

С 2017 года в Москве реализуется программа реновации многоквартирных домов первого этапа индустриального домостроения. Программа, принятая на срок до 2032 года, призвана обновить жилищный фонд и предотвратить рост массового появления аварийного жилья в столице [1]. В рамках реновации взамен морально устаревших и исчерпавших, в основном, свой ресурс зданий, возводятся многоквартирные дома высокого класса энергетической эффективности с использованием современных строительных материалов и технологий; также проводятся работы по благоустройству территорий и обновлению инфраструктуры с целью формирования современного архитектурного облика столицы. Энергоэффективность возводимых зданий достигается путём применения современных, экологичных строительных материалов и снижения выбросов углекислого газа (CO₂) [2]. Как заявлено на официальном портале московской программы реновации, разрабатываемые проекты ориентированы не только на сохранение, но и на улучшение экологической обстановки, поддержание местных природных особенностей и цельности сложившейся экосистемы [3].

В наши дни значительная часть энергоресурсов расходуется на поддержание комфортного проживания жителей в городах [4]. Несмотря на то, что московская программа реновации включает сохранение и приумножение зеленых насаждений, тем не менее, с ростом населения и повышением энергопотребления в столице возрастает негативное влияние на экологию; все более значимыми становятся проблемы повышения эффективности потребления энергетических ресурсов и внедрения «зеленых» технологий.

Актуальность развития технологий так называемого «зеленого строительства» в России подтверждается также положениями, изложенными в Распоряжении Правительства РФ от 18.11.2020 № 3024-р, и определяющими задачи «...развития инвестиционной деятельности и привлечения внебюджетных средств в проекты устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации».

«Зеленые» технологии в последние годы активно внедряются в строительную отрасль, широкое распространение получили системы «зеленых» эксплуатируемых кровель. На сегодняшний день уже имеется богатый опыт проектирования, возведения и эксплуатации таких кровельных систем. Озеленение крыш зданий успешно реализуется в рамках стратегий развития крупных мегаполисов Европы и Азии. В частности, в Китае реализуется масштабная государственная программа по адаптации к глобальным изменениям климата, в состав которой входит развитие технологий озеленения кровель. Программа реализуется в 13 городах, в числе которых Пекин и Шанхай, а аналогичные технологии уже применяются в крупных 30 городах Китая [5].

В России озеленение кровель еще не получило широкого распространения, однако, опираясь на зарубежный опыт, можно уже сейчас оценить целесообразность и потенциальный эффект применения данной технологии при реновации городских территорий.

«Зеленая» кровля представляет собой насаждения многолетних растений на крыше здания, высаженных в питательной среде, расположенной поверх гидроизоляционной мембраны, а также слоя теплоизоляции и дренажа. Классификация зеленых кровель выстраивается на основании глубины питательного слоя. Экстенсивные кровли с небольшим слоем субстрата позволяют высадить газон. Полу-интенсивный тип отличается более глубоким питательным слоем и подходит для высаживания кустарников. На интенсивных кровлях возможно высаживать даже деревья, благодаря довольно глубокому слою субстрата [5]. Для озеленения кровель подбираются неприхотливые и устойчивые растения, приспособленные к местному климату. Как и в городских парках, растения можно высаживать сезонно.

Также следует отметить, что «зеленая» кровля не только приносит пользу экологии города, но и отвечает требованиям энергетической эффективности, благодаря применению современных теплоизоляционных материалов в ее основании. В 2006 году в Торонтском университете было проведено исследование, в ходе которого сравнили показатели энергоэффективности при использовании двух альтернативных вариантов по замене инверсионной кровли здания. Первый вариант заключался в покрытии гравийного слоя крыши высокопрочным лакокрасочным составом с высокой светоотражающей способностью, а второй – в устройстве «зеленой» кровли. По результатам исследования расчетные расходы на вентиляцию у зеленой кровли меньше, чем у стандартной (инверсионной) и

«белой». Вместе с тем уровень теплопроводности озеленённой кровли оказался ниже, чем у стандартной [6]. Из этого следует, что здания с «зеленой» кровлей обладают более высокой энергетической эффективностью.

Опыт возведения кровель с озеленением в зарубежных странах показывает, что стоимость возведения «зеленой» кровли значительно превышает стоимость рулонных кровель. Однако, при должном обслуживании срок её службы превосходит срок службы традиционных кровельных систем, поскольку ремонт рулонной кровли требуется проводить гораздо чаще, чем работы по ремонту озелененной крыши. Таким образом, «зеленая» кровля способна принести большую экономическую выгоду при долгосрочной эксплуатации.

Крупное исследование по оценке экономической эффективности применения «зеленых» кровель было проведено в 2017 году городскими властями Гамбурга. Результаты этого исследования показывают, что, чем раньше и чем более последовательно начать внедрение технологии «зеленой» кровли при планировании городского строительства, тем больше эффект инвестиций. Показатели данного исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение стоимости кровельных систем за 40 лет

Стоимость	"Зеленая" кровля	Рулонная кровля
Строительство	75 €/м ²	25 €/м ²
Обслуживание	24 €/м ²	10 €/м ²
Ремонт	-	110 €/м ²
Итого:	99 €/м ²	145 €/м ²

Эти цифры свидетельствуют о том, что озелененная кровля в долгосрочной перспективе, при непрерывной эксплуатации ее конструкций, экономически более выгодна, чем традиционная кровля [7]. Вместе с тем, увеличивается ценность объекта недвижимости.

Применение технологии «зеленой» кровли в крупных городах также позволяет улучшить качества воздуха за счет снижения уровня концентрации оксида азота (NO₂) и оксида серы (SO₂). Увеличение площади зеленых насаждений в условиях плотной городской застройки способствует снижению температуры воздуха за счет уменьшения интенсивности воздействия прямой солнечной радиации [8]. Озеленённые кровли позволяют создать новые рекреационные зоны отдыха для жителей. Кроме того, «зеленая» кровля повышает уровень шумоизоляции, что особенно актуально для зданий, расположенных вблизи автомагистралей, аэропортов и прочих источников шума [9].

Таким образом, технологии «зеленых» кровель позволяют значительно повысить потенциальный эффект реновации городской территории. Повсеместное озеленение крыш зданий позволит заметно преобразить облик современных городов и улучшить экологическую ситуацию во всем мире.

Библиографический список

1. О программе. — Текст : электронный // Фонд реновации : [сайт]. — URL: <https://fr.mos.ru/o-programme> (дата обращения: 20.02.2023).
2. Бенуж, А. А. Влияние озеленения кровли на энергоэффективность здания / А. А. Бенуж, А. В. Богачев // Academia. Архитектура и строительство. — 2021. — № 2. — С. 117-122.
3. Кварталы реновации — Текст : электронный // Фонд реновации : [сайт]. — URL: <https://fr.mos.ru/o-novyh-domah-i-kvartirah/kvartaly-renovatsii> (дата обращения: 21.02.2023).
4. Желтова, Е.В. Анализ критериев энергоэффективности при проектировании зданий / Желтова Е.В. // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. – 2019. – С. 17–19.
5. Зачем Москве зеленые кровли. — Текст : электронный // URL: <https://media.strelka-kb.com/green-roof?ysclid=leocavkd5s353375314#types> (дата обращения: 20.02.2023).
6. Comparative Life Cycle Assessment of Standard and Green Roofs / Susana Saiz, Christopher Kennedy, Brad Bass, Kim Pressnail // Environ. Sci. Technol. – 2006. – № 40. – P. 4312–4316.
7. Зелёные крыши Гамбурга. Опыт строительства, обзор и обоснование [Электронный ресурс] // Зелёная стрела. Международный центр ландшафтного искусства. Официальный сайт. – Режим доступа: <https://zstrela.ru/projects/magazine/sections/dizayn-sada/zelyonye-kryshi-gamburgaekonomicheskoe-obosnovanie> (дата обращения 12.02.2023).
8. Benuzh, A. Implementation of Sustainable Technology of Green Roofs for Renovation in Moscow / A. Benuzh, I. Mochalov // Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – № 753. – P. 1–9.
9. Саид А.Н. Зеленая кровля - особенности проектирования и преимущества эксплуатации / Саид А. Н., Логинова П. А., Леонова А. Н. // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. №5. – С. 247-253.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА БРИГАДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ФАСАДА

*Антониади В.Д., аспирант 1 года обучения кафедры ЖКК
Научный руководитель – Король Е.А., д.т.н., профессор*

В условиях современного мира для воспроизводства жилищного фонда все больше используется капитальный ремонт многоквартирных жилых домов, а не строительство новых объектов. Это объясняется меньшими затратами, а также тем, что для строительства нового жилья необходимы свободные площадки, наличие которых ограничено в мегаполисе. Необходимо отметить, что на фасад многоквартирного жилого дома возлагаются не только эстетические, но и функциональные задачи, что требует особого внимания в проведении капитального ремонта.

Актуальность темы исследования заключается в выборе рационального состава комплексной бригады для проведения работ по капитальному

ремонту фасадов, что позволит повысить технологичность производства работ. Такую бригаду составляют рабочие разных профессий и разрядов численностью до 50 человек, занятых выполнением комплекса работ, связанных единством конечной продукции [1-2].

Для определения рационального состава комплексной бригады для выполнения работ при проведении капитального ремонта фасадов, необходимо определить перечень работ, рассчитать трудоемкость и продолжительность работ. С учетом совмещения работ на объекте подбирается наиболее рациональный состав бригады.

Для исследования был выбран 17-ти этажный панельный жилой дом. На объекте исследования проводятся следующие виды работ:

- огрунтовка поверхностей грунт-шпатлевкой;
- улучшенная штукатурка по сетке стен без устройства каркаса цементно-известковым раствором;
- окраска фасадов с подготовкой поверхности;
- герметизация стыков открытого типа наружных стеновых панелей мастикой;
- нанесение на фасад цветной штукатурки.

На основе комплекса работ, подлежащих выполнению рассматриваемой комплексной бригадой, трудозатрат и продолжительности составляем сводную ведомость затрат труда по профессиям и разрядам, представленную в таблице 1.

Таблица 1. Сводная ведомость затрат труда по профессиям и разрядам

№ п/п	Профессия	Трудозатраты по калькуляции чел.-дн./% от общих трудозатрат	В том числе по разрядам					
			I	II	III	IV	V	VI
1	Штукатур	$\frac{833,04}{92,2}$		256,5/ 28,39	165,4/ 18,3		302,2 4/33,4 5	108,9/ 12,05
2	Монтажник	$\frac{36,06}{4}$				36,06/ 4		
3	Маляр	$\frac{34,18}{3,79}$			17,09/ 1,89	17,09/ 1,89		
	Итого	903,3/100						

По данным ведомости видно, что наиболее трудоемкими в общем комплексе работ являются штукатурки, в то время как маляры выполняют наименьший процент работ от общих трудозатрат. Анализируя возможность совмещения профессий, можно сделать вывод о том, что в связи с незначительным процентом трудозатрат от общего объема работ маляры не будут полностью загружены в течение рабочего дня. Рационально будет поручить выполнение их работ другим профессиям. Таким образом, малярные работы на фасаде поручаются штукатуркам.

Далее по формуле 1 определяем количество рабочих в комплексной бригаде по профессиям и разрядам:

$$N_i = \frac{Q_i}{T \cdot k_i} \quad (1),$$

где N_i – это количество рабочих для выполнения i -го объема работ; Q_i – это трудозатраты на выполнение i -го объема работ; T – продолжительность выполнения комплекса работ; k_i – коэффициент перевыполнения норм выработки для i -й профессии.

С учетом совмещения работ определяем наиболее рациональный состав бригады для выполнения комплекса работ по капитальному ремонту фасада, данные представляем в виде состава комплексной бригады (таблица 2).

Таблица 2. Состав комплексной бригады

№ п/п	Профессия	Трудозатраты по калькуляции чел.-дн./% от общих трудозатрат	В том числе по разрядам					
			I	II	III	IV	V	VI
1	Штукатур	833,04/92,2 2		4 чел.	3 чел.	1 чел.	2 чел.	2 чел.
2	Монтажник	70,26/7,78			1 чел.	1 чел.	1 чел.	
	Итого	903,3/100						

Таким образом, происходит сокращение количества рабочих на 15%, что позволяет рационально использовать рабочее время при проведении капитального ремонта [3-4].

Библиографический список

- СП 368.1325800.2017 «Здания жилые. Правила проектирования капитального ремонта».
- ВСН 41-85 (р). Инструкция по разработке проектов организации и проектов производства работ по капитальному ремонту жилых зданий.
- Олейник П.П., Бродский В.И. Особенности организации строительного производства при реконструкции зданий и сооружений / Технология и организация строительного производства, 2013 г., №4, с. 40-45.
- Ратомская В.С., Зенов В.С., Романенков А.Н., Лапидус А.А. Использование комплексных бригад с целью оптимизации сроков строительства и ввода в эксплуатацию многоэтажных жилых домов / Московский экономический журнал №7, 2019.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ РЕНОВАЦИИ

Козак М. А. студент 4 курса 17 группы ИПГС

Научный руководитель — Желнинский В. А., ст. преподаватель

В наше время исследование характеристик зданий зависит от реновационных процессов в жилищной сфере как фундамент благоприятной, кондиционной жилой среды для населения. Нарушение системы происходящих ремонтов жилищного фонда, а также, вследствие ограниченных оплат реновационных процессов в данной сфере усугубили нарастание износа жилых домов, а также каких-либо зданий общественного назначения, вроде медицинских учреждений, образовательных учреждений и т. д. Кроме того, все это является последствиями неправильной эксплуатации зданий, или же ошибок при проектировании или строительстве.

Время не жалеет никого и ничего, в том числе как раз здания и сооружения, эксплуатируемые населением постоянно, следовательно, как и любая техника здания изнашиваются, требуют определенный уход, в ходе которого может потребоваться ремонт или же реконструкция. И как раз при обследовании зданий обращают внимание на характеристики зданий, в том числе и эксплуатационные, и технические. За счет этих параметров делается вывод о состоянии зданий и сооружений, и уже принимаются решения о том, что же необходимо сделать для повышения срока службы здания, для обеспечения комфортной жизни населения. В данном случае рассмотрим реновацию, которая представляет собой определенный процесс реконструкции здания, восстановления качества продукции без значительных изменений целостности этих зданий, при этом в финансовом плане означающее, что за данные мероприятия платит Государство, нежели население.

Важное, на что стоит обратить внимание, это на причины ухудшения качества конструкций. Существуют множество причин, по которым здание может быть вообще классифицировано как аварийное. Вот некоторые из них:

1. Нарушение технологии возведения зданий.
2. Плохое качество строительных конструкций, изготовленных на заводе, а также по месту требования (нарушение характеристик, ухудшение параметров бетона).
3. Погрешности при проектировании (в основном, ошибки в расчетах).
4. Неверная эксплуатация зданий (плохое качество службы ухода за зданиями; пренебрежение дефектами; попадание атмосферных осадков внутрь различных помещений, либо же, например, на кровлю).
5. Не соответствие проектным условиям грунта и оснований
6. Внезапные случаи в виде различных природных катаклизмов.
7. Влияние ближайших построек зданий или сооружений; воздействие и нагрузка от работающих машин.

Прежде всего стоит обратить внимание на признаки, вследствие которых может ухудшиться качество зданий и сооружений. Их существуют целое множество, однако, стоит выделить некоторые из них:

- Промерзание и выпучивание грунта, изменение химико-минералогического состава грунта основания;
- Присутствуют раковины, выбоины.
- Трещины в бетоне от коррозии арматуры.
- В некоторых метсах разрушено антикоррозионное покрытие. На отдельных участках коррозия отдельными пятнами.

К таким замечаниям относятся характеристики, при которых без какого-либо инструментального вмешательства или же, можно сказать, невооруженным глазом можно понять, что состояние зданий и сооружений неудовлетворительное. Здания и сооружения, которые стоит подвергнуть реновации как раз таковыми и являются, то бишь их характеристики абсолютно не соответствуют нормам и требованиям. К таким можно отнести:

- Пучение при ошибочном устройстве фундамента.
- Ухудшение прочности различных кладочных конструкций.
- Дефекты бетона а также некоторых частей конструкции из дипломов, при которых явна заметна арматура.
- Оголение всей арматуры. Коррозия металлических элементов. Ухудшение прочности бетона.
- Отслоение и выветривание кладки, сколы на плитах фасада. Отклонение стен и фундаментов по высоте.
- Коррозия с изменением характеристик расчетного сечения и несущих элементов. Расстройство стыков со взаимным смещением опор.

Кроме того, при обследовании зданий можно обратить внимание и на общее описание состояния зданий и сооружений. То есть, отдельно конструкции также рассматривают, но при общем описании обращают внимание на самые значительные дефекты здания или же нарушения. При этом существуют категории состояний:

- I – полностью пригодное.
- II – ограниченно пригодное.
- III – непригодное.
- IV – предаварийное.
- V – аварийное.

Также значительную роль играют внешние признаки отдельных жилых или производственных помещений.

Подводя черту, можно сделать вывод о состояниях зданий и сооружений, подлежащих реновации благодаря категориям технического состояния. Категории:

- Пригодное (исправное) состояние. Не присутствуют видимые повреждения. Достигаются все требования действующих норм и проектной документации. Необходимости в ремонтных работах нет.
- Ограниченно пригодное (работоспособное) состояние. Несущая способность конструкций достигнута, требования норм по предельным состояниям II группы и долговечности могут быть ошибочны, но

обеспечиваются нормальные условия эксплуатации. Требуется устранение мелких повреждений.

– непригодное, ограниченно работоспособное состояние. Существующие нарушения говорят о снижении несущей способности. Для продолжения нормальной эксплуатации требуется ремонт по устранению различных напряжений.

– неудовлетворительное состояние. Существующие нарушения говорят о непригодности к эксплуатации конструкций. Требуется капитальный ремонт с усилением конструкций. До проведения усиления необходимо ограничение действующих нагрузок. Эксплуатация возможна только после ремонта и усиления.

– аварийное состояние. Существующие нарушения свидетельствуют о возможности обрушения конструкций. Требуется немедленная разгрузка конструкций и устройство временных креплений, стоек, подпорок, ограждений опасной зоны. Ремонт проводится с заменой аварийных конструкций.

Библиографический список:

1. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам / ЦНИИПромзданий. М., 2001.
2. Кутуков В.Н. Реконструкция зданий: учебник для строительных вузов / В.Н. Кутуков. М.: Высш.шк., 1981.
3. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий / ОАО «ЦНИИ Промзданий». М., 2004.
4. Мальганов А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий / А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. Томск: Изд-во Томск. 1992. 456 с.
5. Гроздов В.Г. Усиление строительных конструкций / В.Г. Гроздов. СПб.: Изд. дом, 2002

ESG РЕНОВАЦИЯ В РОССИИ

*Савин И.Ю., студент 4 курса 17 группы ИПГС
Научный руководитель — Желнинский В. А., ст. преподаватель*

В настоящее время экологичное и экономичное строительство становится все более популярным в России. Это связано с тем, что люди все больше осознают важность сохранения окружающей среды и экономии ресурсов. В этой статье мы рассмотрим основные принципы и преимущества экологичного и экономичного строительства.

Основные принципы экологичного строительства в России:

1. Использование природных материалов. Это включает в себя использование древесины, камня, глины, глиняного кирпича, соломы и прочих материалов, которые можно получить из природы без его разрушения.

2. Энергосбережение. В экологичном строительстве используются технологии, которые позволяют снизить расход энергии на отопление и освещение зданий. К примеру, использование энергосберегающих ламп и системы солнечных батарей.

3. Утилизация отходов. В экологичном строительстве используются технологии, которые позволяют перерабатывать отходы строительства и демонтажа зданий. Это позволяет снизить количество строительного мусора и сократить загрязнение окружающей среды.

Преимущества экологичного и экономичного строительства в России

1. Экологичность. Экологичное строительство позволяет снизить загрязнение окружающей среды и сохранить природные ресурсы. Это важно для сохранения здоровья людей и биоразнообразия.

2. Экономичность. Экономичное строительство позволяет снизить расходы на отопление и освещение зданий. Это позволяет снизить затраты на содержание зданий и улучшить экономическую эффективность проектов.

3. Качество. Экологичное строительство позволяет получить высококачественные и долговечные здания. Это связано с тем, что при использовании природных материалов и энергосберегающих технологий снижается вероятность возникновения проблем с конструкциями и системами зданий.

Именно поэтому хотелось бы предложить ESG реновацию для современной реконструкции, для того, чтобы экономить материалы и ресурсы, а так же улучшать качество реконструкции за счет уменьшения вреда экологии окружающей среды.

Обновление ESG набирает обороты во всем мире, поскольку все больше компаний и частных лиц осознают важность экологически устойчивых и социально ответственных методов. ESG расшифровывается как «Экологический, социальный и управленческий», а реновация ESG относится к процессу обновления здания с учетом этих принципов. В этой статье мы обсудим преимущества ремонта ESG и предложим несколько советов о том, как реализовать эти методы в ваших собственных проектах ремонта.

Почему обновление ESG важно?

Экологическая устойчивость имеет важное значение в связи с растущей угрозой изменения климата. Здания несут ответственность за значительную часть выбросов парниковых газов, и реконструкция ESG направлена на снижение этого воздействия. Внедряя энергоэффективные системы, используя экологичные материалы и сокращая количество отходов, реконструкция ESG помогает уменьшить углеродный след зданий.

Социальная ответственность — еще один важный аспект обновления ESG. Создание безопасных и удобных пространств, способствующих благополучию и продуктивности, жизненно важно для жителей здания. Обновление ESG учитывает потребности сообщества и способствует социальной справедливости.

Наконец, управление играет роль в обновлении ESG, поскольку оно предполагает ответственное управление ресурсами и финансами. Внедряя прозрачные и этичные методы, обновление ESG гарантирует, что процесс обновления проводится ответственным образом.

Советы по внедрению практики реновации ESG.

1. Проведите энергоаудит. Перед началом проекта реконструкции проведите энергоаудит, чтобы определить энергопотребление вашего здания. Этот аудит определит области, в которых вы можете провести энергоэффективную модернизацию, например, заменить старые системы HVAC, установить лучшую изоляцию и модернизировать освещение.

2. Используйте экологически чистые материалы. Выбирайте экологически безопасные строительные материалы, такие как бамбук или переработанные материалы. Кроме того, рассмотрите возможность использования материалов местного производства для снижения выбросов при транспортировке.

3. Сократите количество отходов. В процессе ремонта стремитесь сократить количество отходов за счет вторичной переработки и повторного использования материалов. Рассмотрите возможность использования вторичного сырья для проекта реконструкции, например, переработанной древесины.

4. Учитывайте потребности сообщества — обновление ESG должно учитывать потребности сообщества. Это может включать в себя реализацию таких функций, как общественные сады, места для хранения велосипедов или общественные места, которые способствуют социальному взаимодействию.

5. Внедрите прозрачные и этичные методы. Убедитесь, что ваш проект реконструкции осуществляется прозрачным и этичным образом, следуя передовым методам строительства, таким как надлежащая утилизация опасных отходов и выплата справедливой заработной платы рабочим.

Заключение:

Реновация ESG — это мощный инструмент для снижения воздействия зданий на окружающую среду, продвижения социальной справедливости и ответственного ведения бизнеса. Внедряя методы ESG в свои проекты реконструкции, вы можете создавать экологически устойчивые, социально ответственные и финансово обоснованные пространства. Советы, представленные в этой статье, являются лишь отправной точкой, а возможности обновления ESG безграничны.

Библиографический список

1. Сайт организаторов ESG реновации [Электронный ресурс]. -режим доступа: <https://esg-renovation.strelka-kb.com/>, свободный;
2. СП 502.1325800.2021. Инженерно-экологические изыскания для строительства;

3. Большеротов А.Л. Оценка экологической безопасности строительства Учебное пособие. — Москва: МГСУ, 2013.

РЕНОВАЦИЯ ШКОЛ

Молоткова П.А., студент 4 курса 17 группы ИИЭС

Научный руководитель – Желнинский В.А., ст. преподаватель

Нынешние знания и умения школьников определяют современные пути проектирования школ. Исходя из этого, в пространстве начальных классов требуется обеспечить актуальные представления об окружающей среде и социуме.

Главным фактором развития образования и совершенствования учебных заведений является уровень образования. Школьная среда занимает немаловажное место в обучении и здоровье ребят, проводящих в школах более, чем 85% своего времени. Следовательно, на сегодняшний день есть вопрос разработки и поддержания позитивной школьной среды для удачной учёбы без негативного воздействия на здоровье детей, включая и физические, и психические аспекты.

Пространство средних классов отвечает за обеспечение навыков работы с лабораторным и цифровым оборудованием, грамотности (финансовая, предпринимательская) знаний о нынешнем технологическом развитии для того, чтобы решать жизненные задачи, умений программировать и анализировать данные, навыков коллаборации, креативности, критического мышления.

Пространство старших классов отвечает за обеспечение навыков успешной сдачи Единого Государственного Экзамена с целью поступить в университет, знаний о новых результатах в современной науке, знаний в исследовательской и проектной отраслях. Также выпускник должен осознанно выбирать будущую профессию.

Можно с уверенностью утверждать, что для того, чтобы нынешние знания старшеклассника развивались, необходимо формировать объёмно-планировочное решение учебных заведений с помощью 5 ключевых признаков: доступная и гостеприимная школа, комфортная, удобная, трансформируемая школа, технологичная школа, бережливая школа, прозрачная школа.

Реновация является одним из наиболее эффективных вариантов улучшения образовательного пространства, а также позволяет повысить уровень успеваемости у обучающихся. Приведённые ниже примеры наглядно демонстрируют положительные результаты реновации:

Школа № 1560, г. Москва (рис. 1).

В результате успешного проекта реновации теперь в данном учебном заведении появилась возможность создания современного стильного

образовательного пространства, прибавления новых форматов уроков, проведения занятий в специализированных классах (благодаря трансформируемой мебели, например, перегородкам и специальному оборудованию).



Рисунок 1. Школа № 1560.

МОУ СОШ № 82, г. Новосибирск (рис. 2).

Здание было построено в 1938 году и на момент начала реновации находилось в аварийном состоянии. Сегодня это школа с улучшенным дизайном, вмещающая в себя 2 спортивных зала, специально оборудованные кабинеты химии, информатики, физики, биологии, лингафонные кабинеты. Также теперь в данном учреждении появилась возможность обучения детей-колясочников и слабослышащих школьников.



Рисунок 2. МОУ СОШ № 82

Общеобразовательная школа Hiidenkivi, Финляндия (рис. 3).

Ранее это был завод по производству асбеста, теперь – яркое современное школьное здание со светлым интерьером. Облицовка фасада учреждения выполнена цементными панелями разных цветов, а также

кирпичом. В качестве внутренней отделки используются панели из алюминия и стекла. Коридор школы является одновременно и местом проведения занятий, и зоной отдыха, благодаря трансформируемому пространству.



Рисунок 3. Школа Hiidenkivi.

Школа Gymnasium, Дания (рис. 4).

В данной школе детям доступно обучение в пространствах формата «open space», которые можно с лёгкостью преобразовывать благодаря передвижным стенам и гибким конструкциям. Многофункциональность в помещениях позволяет пространству не пустовать.



Рисунок 4. Школа Gymnasium

Данные примеры наглядно демонстрируют, что включение хорошего интерьера классов и дизайна школы через реновацию здания в девелоперских проектах даёт множество преимуществ, таких как: открытые конструкции, добавление новых форматов занятий, возможности обучения детей с ограниченными возможностями, внедрение новых технологий,

использование многофункционального пространства и появление нового подхода к обучению.

Исходя из всего вышеперечисленного, можно утверждать, что реновация школ позволяет кардинально преобразовывать пространство учебных зданий, способствует улучшению качества образовательного процесса, а также повышает качество и даёт толчок к дальнейшему развитию уровня образования.

Библиографический список

1. Реновация. Крупномасштабный городской проект рассредоточенного строительства / Под редакцией И.Л. Киевского. – М.: ООО «Русская школа», 2018. – 194 с., ил.
2. Реновация как способ адаптации объектов индустриального наследия в структуре современного города // Лисина Т.С., Гнутова И.И. - Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 2-4. – С. 59-62;
3. Проектирование развивающей образовательной среды школы. Рубцов В. В., Ивошина Т. Г.— М., Изд-во МГППУ. 2002. — с. 272.
4. School Buildings: Construction and Design Manual / Natascha Meuser/ - 2014. – с. 392.
5. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий: (учебное пособие) / С. Б. Сборщиков [и др.]. - Москва: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2007. - 189, с.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА БРИГАДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА КРОВЛИ

*Антониади Д.Д., аспирант 1 года обучения кафедры ЖКК
Научный руководитель – Король Е.А., д.т.н., профессор*

В современном мире все большей популярностью пользуется понятие «капитальный ремонт» для воспроизводства жилищного фонда многоквартирных жилых домов в отличии от строительства новых объектов. Это в первую очередь связано с меньшими затратами и отсутствием свободных участков для новой застройки. Кровли многоквартирных жилых домов требуют особого внимания в проведении капитального ремонта, ведь кровельное покрытие защищает здание от атмосферных осадков.

Актуальность темы исследования заключается в выборе рационального состава комплексной бригады для проведения работ по капитальному ремонту кровли, что позволит повысить технологичность производства работ. Такую бригаду составляют рабочие разных профессий и разрядов численностью до 50 человек, занятых выполнением комплекса работ, связанных единством конечной продукции [1-2].

Для определения рационального состава комплексной бригады для выполнения работ при проведении капитального ремонта фасадов, необходимо определить перечень работ, рассчитать трудоемкость и

продолжительность работ. С учетом совмещения работ на объекте подбирается наиболее рациональный состав бригады.

Для проведения исследования был выбран 17-ти этажный панельный жилой дом. На объекте исследования проводятся следующие виды работ:

- Разборка покрытий кровли из рулонных материалов;
- Разборка цементно-песчаной стяжки;
- Очистка от строительного мусора;
- Армирование подстилающих слоев и набетонок;
- Устройство выравнивающих стяжек цементно-песчаных;
- Устройство примыканий рулонных и мастичных кровель к стенам и парапетам высотой более 600 мм с одним фартуком;
- Устройство рулонного покрытия в два слоя из наплавливаемых битумно-полимерных гидроизоляционных материалов.

На основе комплекса работ, подлежащих выполнению рассматриваемой комплексной бригадой, трудозатрат и продолжительности составляем сводную ведомость затрат труда по профессиям и разрядам, представленную в таблице 1.

Таблица 1. Сводная ведомость затрат труда по профессиям и разрядам

№ п/п	Профессия	Трудозатраты по калькуляции чел.-дн./ % от общих трудозатрат	В том числе по разрядам					
			I	II	III	IV	V	VI
1	Бетонщик	$\frac{164,79}{33,66}$			$\frac{164,79}{33,66}$			
2	Изолировщик	$\frac{87,39}{17,85}$	$\frac{43,7}{8,93}$	$\frac{43,7}{8,93}$				
3	Кровельщик	$\frac{237,42}{48,49}$		$\frac{89,09}{37,52}$		$\frac{63,54}{26,76}$	$\frac{84,79}{35,71}$	
	Итого	489,6/100						

Кровельщики являются наиболее трудоемкими в общем комплексе работ, по данным ведомости видно, что, в то время как изолировщики выполняют наименьший процент работ от общих трудозатрат. Анализируя возможность совмещения профессий, можно сделать вывод о том, что в связи с наименьшим процентом трудозатрат от общего объема работ изолировщики не будут полностью загружены в течение рабочего дня. Рационально будет поручить выполнение их работ другим профессиям. Таким образом, изолировочные работы на фасаде поручаются кровельщикам.

Далее по формуле 1 определяем количество рабочих в комплексной бригаде по профессиям и разрядам:

$$N_i = \frac{Q_i}{T * k_i} \quad (1),$$

где N_i – это количество рабочих для выполнения i -го объема работ; Q_i – это трудозатраты на выполнение i -го объема работ; T – продолжительность выполнения комплекса работ; k_i – коэффициент перевыполнения норм выработки для i -й профессии.

С учетом совмещения работ определяем наиболее рациональный состав бригады для выполнения комплекса работ по капитальному ремонту кровли, данные представляем в виде состава комплексной бригады (таблица 2).

Таблица 2. Состав комплексной бригады

№ п/п	Профессия	Трудозатраты по калькуляции чел.-дн./% от общих трудозатрат	В том числе по разрядам					
			I	II	III	IV	V	VI
1	Кровельщик	384,81/66,34		3 чел.		2 чел.	2 чел.	
2	Бетонщик	164,79/33,66			5 чел.			
	Итого	489,6/100						

Таким образом, происходит сокращение количества рабочих на 15%, что позволяет рационально использовать рабочее время при проведении капитального ремонта [3-4].

Библиографический список

1. СП 368.1325800.2017 «Здания жилые. Правила проектирования капитального ремонта».
2. ВСН 41-85 (р). Инструкция по разработке проектов организации и проектов производства работ по капитальному ремонту жилых зданий.
3. Олейник П.П., Бродский В.И. Особенности организации строительного производства при реконструкции зданий и сооружений / Технология и организация строительного производства, 2013 г., №4, с. 40-45.
4. Ратомская В.С., Зенов В.С., Романенков А.Н., Лапидус А.А. Использование комплексных бригад с целью оптимизации сроков строительства и ввода в эксплуатацию многоэтажных жилых домов / Московский экономический журнал №7, 2019.

РЕНОВАЦИЯ ОБЪЕКТОВ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ АРХИТЕКТУРНО-ИСТОРИЧЕСКУЮ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНУЮ ЦЕННОСТЬ

*Амплеенков А.В, Коловская А.И студенты 3 курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель - Петросян Р.С, преподаватель*

Все страны мира имеют уникальные традиционные объекты, несущие архитектурно-историческую ценность и отражающие культуру поколений. С течением времени все неизбежно меняется, появляются новые строительные, конструктивные и планировочные решения. Архитектурно-художественные проекты становятся более незаурядными, параллельно

этому происходит неминуемый процесс физического износа конструктивных элементов здания. Тенденция на реновацию объектов строительства протекает в большинстве стран, в каждой из которых она имеет разный вектор развития, зависящий от первоначальной задачи и состояния объекта. Но стремление сохранить культурное наследие, выраженное в виде сохранения памятников культуры, имеющих архитектурно-историческую ценность, объединяет всех. Так из поколения в поколение прослеживается тенденция познания прошлого через окружающий мир, например, через искусство, книги или архитектуру. Достоверные знания о преемственности разных культур можно познать через архитектурный облик зданий и сооружений, обращая внимание на фасады зданий. Фасад здания является не просто отражением опыта прошлых лет, но и несет в себе историческую и нравственную ценность, поэтому так важно правильно сохранить фрагменты прошлого, модернизируя их под современные тенденции, объединяя старое и новое, монументальное и прогрессивное. Таким образом, важно уделить особое внимание различным методам, которые используют страны в ходе программы реновации объектов культурного наследия, для совершенствования и развития в данной сфере.

Сегодня, реновация является неизбежным процессом, но не каждый объект попадет под эту программу, особое внимание уделяется объектам, имеющим высокую культурную ценность. Статус историко-архитектурной ценности получает не каждое здание, сохранившееся спустя поколения. Застройку или отельное здание исследуют на двух уровнях: планировочной структуры территории и здания-памятника. Первое понятие подразумевает существование человека в прошлых эпохах, с целью обнаружения существования человека в прошлых эпохах. Здание-памятник в свою очередь может нести за собой историю человека, связанного с ним.

Германия. ХафенСити - современный и непохожий на другие район в центральной части Гамбурга. Архитектура местности связана с изначально заданной портовой функцией. Уникальность территории подчеркивает проектное решение проблемы с наводнением местных территорий - застройка города происходила на высоте 7,5 метром над уровнем моря. С развитием морских грузоперевозок портовая часть города перестала удовлетворять потребности данного ремесла. В связи с чем встал вопрос о ревитализации местности.

Архитектурные решения, принимаемые при проектирование территории подразумевали интеграцию уже устоявшейся топографии местности, рассекающих сушу морских каналов и исторически заданный функциональный смысл, а также футуристического стиля, включающего в себя многие современные идеи. Примером охраны исторической культуры ХафенСити стало решение проектировщиков связать в единое ландшафтное целое уже органично ассоциирующиеся с местностью старые портовые краны и модернизированные под современный стандарт жилые и коммерческие здания. Немаловажную роль при ревитализации территории,

параллельно протекающую с процессом урбанизации, играет экологическая составляющая. Гамбургские ученые проделали колоссальную работу над расчетами о снижении вредных выбросов в атмосферу за счет озеленения крыш зданий и рационального благоустройства бывшего порта, что позволило повысить качество жизни населения в условиях бывшей промышленной застройки.

Россия Калининград. Кирха памяти королевы Луизы была построена в 1899-1901 годах. Здание церкви было повреждено в ходе войны, поэтому не функционировало до 1976. В начале шестидесятых годов планировался её снос, но архитектор Юрий Ваганов разработал проект реконструкции здания церкви, который предполагал изменение функционального назначения здания бывшей кирхи в здание Калининградского областного театра кукол. В 1976 году кирха вновь открыла свои двери. В 2022 году было принято решение провести реконструкцию исторического объекта с учетом использования уникальных стройматериалов нынешнего времени. В ходе исследования было выяснено, что изначально кровля была отделана сланцем, а уже в 1876 году медью, привезенной из Чили. Идея реконструкции здания сланцем была сразу же отброшена, так как пришлось бы проводить дополнительное усиление стен и стропильной системы, что меняло бы изначальный фасад здания. Проектом проработаны несколько вариантов кровельного покрытия в соответствии с историческими исследованиями, в том числе с применением кровельной меди 0,8 мм. Ввиду дороговизны меди и большого объема кровельных работ, было принято и согласовано в рабочем порядке решение по использованию современных листов кровельной жести графитового цвета, соответствующим всем современным стандартам и нормам, с укладкой в фальц. Фасад кирхе прекрасить в серо-коричневый (светлый) цвет. Декоративную отделку углов и деталей в контрастный светлый руст. Таким образом, реновация Кирхи Королевы Луизы – это совокупность современных технологий и материалов, обоснованными экономически выгодными решениями.

Испания. Санпедор. Монастырь Сан-Франческо был основан в испанском городке в начале 18 века францисканскими священниками и проработал всего 35 лет. Последующие годы здание лишь теряло свои конструкционные показатели, поэтому в 2000 году было принято решение оставить только здание церкви, которое уже находилось в непригодном состоянии. Архитектором был назначен Дэвид Клосес, оригинальный проект реконструкции которого дерзко соединил в себе старое и новое.

Реновация полуразрушенного здания церкви Сан-Франческо началась в 2003 году и продолжалась почти 10 лет. Благодаря проделанной работе здание получило новый культурный центр со многофункциональными помещениями, некоторые из которых были вынесены наружу, не нарушая первоначальный вид здания. Благодаря необычной реконструкции, старая церковь стала достопримечательностью небольшого каталонского городка Санпедор. Главный вход в здание, абстрактная лестница, сочетает в себе

контрасты стекла, металла и старинного кирпича. Для сохранения первоначального архитектурного решения, новое оборудование и подсобные помещения, необходимые для обслуживания культурного центра, были вынесены наружу. Эти пристройки из бетона почти незаметны с фасадной стороны, поэтому не меняют первоначанный вид церкви. Индивидуальность зданию добавляют световые люки, сквозь которые лучи солнца попадают внутрь, погружая в былое. В ходе реконструкции необходимо было укрепить вековые стены монастыря, оставив отголоски прошлого в виде небольших трещин и сколов. Кроме того, внутри здания были установлены новые лестницы и пандусы, которые создают необычный спиральный маршрут, что делает осмотр церкви особенным, открывая иные ракурсы и углы просмотра.

Главной задачей было сохранить историческое наследие здания путем четкого и решительного внедрения новых ценностей, которые отражают современные тенденции развития общества в социально-культурной сфере.

Таким образом, на основе анализа теории о различии между подходами к методам реновации объектов архитектурно-исторического и культурного наследия были получены следующие выводы. В разных странах могут быть отличные друг от друга цели и задачи реинкарнации памятников культуры. Создание экологически благоприятного пространства на территории ранее существовавшей промышленной зоны, экономически обоснованная замена конструктивных элементов здания, внедрение новых социально-духовных ценностей - одни из множества вариаций решаемых проблем. Но проводя параллель между всем разнообразием подходов, основополагающим фактором к реновации объектов архитектурно-исторического и культурного наследия является сохранение уже существующего облика здания. Для культурного развития общества это является особенно актуально, ведь не только человек формирует окружающую среду, но и она формирует человека.

Библиографический список

1. Лавров В.В. Актуальные проблемы охраны и использования объектов природного и культурного наследия [Текст]: учебное пособие для магистратуры // В.В. Лавров. Санкт-Петербург: СанктПетербургский юридический институт (филиал) Академии Генеральной прокуратуры Российской Федерации, 2016. 64 с.
2. Качество жилых зданий А. Я. Пылаев, А. А. Пыдаева, В. А. Долятовский, Л. В. Карасева 2017 г. Стр.87
3. Инфраструктура ХафенСити [Электронный ресурс] URL: <https://www.hafencity.com/en/urban-development/infrastructure>
4. Умная ревитализация [Электронный ресурс] URL: <https://www.tohology.com/travel-stories/travellers-blogs/revitalizaciya-hafensity-v-gamburge-developerskij-proekt/>
5. Венецианская биеннале 2014 [Электронный ресурс] URL: <https://davidcloses.cat/2014/06/28/biennale-di-venezia-2014/>

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ПРИ ДЕМОНТАЖЕ ЗДАНИЙ И СОРУЖЕНИЙ

Холявина П.С., студент 4 курса 21 группы ИИЭСМ

Научный руководитель - Антоиади В.Д., преподаватель.

В настоящее время в г. Москва в соответствии с Законом РФ [1] производится реновация жилищного фонда, насчитывающая более 5 тыс. домов. Критерием выбора зданий являются их моральный и физический износ. Из сформированного списка зданий с моральным износом, неудовлетворяющим архитектурным и технико-экономическим показателям, был произведён учет физического износа. По итогам которого здания с износом менее 60% подверглись санации, остальные же подлежали реновации (демонтажу с последующей застройкой на освободившейся территории).

Для этих целей в Москве используется «умный» метод демонтажа, основанный на первичном демонтаже материалов внутренней отделки, элементов из дерева, таких как дверные и оконные блоки, напольный настил. Производится демонтаж составных элементов, например, стекол, дверей, с возможностью их повторного использования по методике рециклинга. Дальнейший демонтаж здания подразумевает разрушение несущих конструкций, железобетонных или кирпичных, с помощью экскаватора, со складированием внутри пространства здания, что является достоинством данного метода, позволяющим в условиях плотной городской застройки, предотвратить влияния шумового и динамического воздействия на близлежащие здания и сооружения, оседание пыли на окружающей территории.

Однако существенным недостатком этой технологии является низкий потенциал повторного использования материалов, образующихся при сносе. Большую часть побочного продукта при демонтаже зданий составляет дробленый железобетон, требующий отделений армирующих элементов от бетона, при котором арматура, идет на переплавку, а бетонная дробленка, не обеспечивает заданных показателей по однородности в достаточном объёме. Поэтому ее невозможно использовать повторно для капитального строительства, но данный материал может применяться при сооружении дорожного основания.

Технология умного демонтажа предпочтительнее многих методов, используемых ранее, однако, неоднородность материала по физико-механическим показателям, и повышенных трудозатратах для повторного использования, является фактором, требующим их захоронения на мусорных полигонах, и изготовления новых конструкций, производство

которых пагубно влияет на экологию. Строительство является отраслью, значительно увеличивающей углеродный след человека в природе. Так в результате производства цемента, при обжиге известняка, одного из компонентов цементного клинкера, выделяется углекислый газ, общий объём которого занимает 8% от мирового углеродного следа человека. В условиях современно развивающегося общества, важно снижать ежегодно увеличивающиеся выбросы углекислого газа, которые пагубно влияют на жизнедеятельность человека, и качество его жизни. Таким образом снижение производственных объёмов по выпуску цемента, является актуальной задачей сопоставимой с национальным проектом «Экология».

Одним из методов решения данной задачи, является повторное использование материалов полученных при сносе зданий и сооружений по технологии поэлементной разборки с использованием современной техники. Рассмотрим внедрение технологии замкнутого цикла в процесс демонтажа зданий и сооружений.

Данная технология сопоставима с технологией умного демонтажа на начальной стадии, включающей разборку отделочных материалов, для повторного использования. Ключевым этапом, обладающим несопоставимым преимуществом, являются последующие работы, включающие поэтапный демонтаж несущих железобетонных конструкций, с использованием средств малой механизации: режущих инструментов с использованием алмазных деструктивных элементов. Данный способ позволяет получить, полностью готовые для повторного использования унифицированные составляющие, такие, как плиты перекрытий, лестничные марши, межкомнатные перегородки. Прочностные показатели, данных элементов в зависимости от эксплуатации могут быть, различны. Однако, при закономерном наборе прочности (28 суток) прочность конструкции в течении 50 лет превышает проектную прочность, что позволяет повторно использовать данные элементы при возведении новых зданий и сооружений. Вопрос разнородности, решается методом неразрушающего контроля, позволяющем разделить структурные элементы для последующего использования. Существенным преимуществом данного метода, является снижение трудозатрат за счет отказа от трудоемкого процесса отделения, армирующих элементов от бетонного основания. Это предотвращает складирование отходов на мусорных полигонах, сокращает производство вяжущих веществ, таких как цемент.

На основании проведенного анализа была выявлена эффективность мероприятий по демонтажу зданий с применением технологии поэлементной разборки с помощью современной техники. Так, например, в Канаде, при демонтаже сооружения, эффективность данного метода, позволила получить экономическую выгоду, что несвойственно энерго-ресурсно затратному процессу демонтажа зданий и сооружений. Использование отходов сноса как вторичных материальных ресурсов при

строительстве новых объектов ориентировочно позволит снизить стоимость строительства от 20 до 30%.

Таким образом, можно сделать вывод, что технологии замкнутого цикла демонтажа с поэлементной разборкой зданий является перспективной, позволяет минимизировать количество выпускаемых вяжущих веществ, при производстве которых выделяется значительное количество углекислого газа, а так же сократить объёмы отходов утилизируемых на мусорных полигонах, что является актуальным вопросом во всемирном масштабе.

Библиографический список

1. Закон РФ «О статусе столицы Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части установления особенностей регулирования отдельных правоотношений в целях реновации жилищного фонда в субъекте Российской Федерации — городе федерального значения Москве. (в редакции от 14 июня 2017)

2. Фахратов М.А., Сулейманов Х.А., Болотин О.А. Особенности бетонирования и демонтажа зданий в рамках поэлементной системы // Инновации и инвестиции. 2018. № 4. С. 341–344.

3. ВСН 39-83(р) Инструкция по повторному использованию изделий, оборудования и материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве

4. Дрожжин Р.А. Реновация городских территорий // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России : тр. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Новокузнецк, 18–20 октября 2016 г. Новокузнецк, 2016. С. 307–310.

5. СП 325.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации

6. Золотухин С.Н., Лобосок А.С. Повторное использование строительных материалов и отходов производства в малоэтажном строительстве. 2011.

7. Башева Т.С., Шейх А.А., Гаркушина М.П. Анализ и оценка существующих методов обращения с отходами строительства и демонтажа зданий // Инновации в строительстве. – 2017. – С. 37–43.

8. Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов А.Ф. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования. М. : Изд-во АСВ, 2004.

Секция «Механизация строительства»

ДИРИЖАБЛИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Голубева О.А., Мерзлякова П.О. студенты 3 курса б3 группы ИПГС
Научный руководитель – Дроздов А.Н., канд. техн. наук, доц.*

Когда-то дирижабли были основным видом воздушного транспорта. Именно их в первой половине 20-го века часто использовали для пассажирских перевозок. Впрочем, с течением времени их стали вытеснять самолёты. Однако сейчас мы вновь начинаем задумываться о возвращении в нашу жизнь этих воздушных гигантов.

В современном мире используют гибридные дирижабли, это усовершенствованная модель, исключая ошибки классических дирижаблей, удовлетворяющая повышенным требованиям безопасности и совмещающий в себе свойства самолета, дирижабля вертолета и даже корабля. Действует же он по стандартному принципу: использование подъемную силу газа, плотность которого ниже плотности воздуха, однако сейчас используют гелий, что более безопасно, чем водород. И следует отметить, что такие дирижабли при отказе двигателей и выходе из строя систем управления будут, как корабли, «плыть» по небу. Даже при серьезном повреждении оболочки он будет терять плавучесть очень медленно, что обеспечит мягкую посадку.

Отметим следующие преимущества дирижаблей в сравнении с другими средствами передвижения по воздуху:

- их использование более экологично по сравнению с вертолетами большой грузоподъемности и самолетами;
- экономичность в эксплуатации: аэродинамические летательные затрачивают примерно две трети двигателей для поддержания своего веса в воздухе. Дирижабль же может находиться в воздухе практически «бесплатно» за счёт подъёмной силы газа;
- практически неограниченную грузоподъемность;
- более высокая надёжность и безопасность, чем у самолётов и вертолётов;
- дешевизна перевозок, особенно крупногабаритных и массивных грузов;
- размеры внутренних помещений могут быть очень велики;
- большая длительность нахождения в воздухе;
- не требуется взлётно-посадочная полосы (но зато требуется причальная мачта) – более того, он может вообще не приземляться, а при отсутствии ветра просто «зависнуть» над землёй. Они могут сесть на любую ровную поверхность, включая воду;
- из-за больших размеров гибридные дирижабли меньше подвержены турбулентности по сравнению с традиционными пассажирскими самолетами;

- дирижабли оснащены современной авионикой, средствами управления полетом и навигационными системами, которые позволяют совершать грузоперевозки в беспилотном режиме;

- развитие внеаэродромных летательных аппаратов сокращает необходимость строительства дорожной сети в отдаленных и труднодоступных районах;

- гибридные дирижабли бесшумны по сравнению с вертолетами и обычными самолетами;

- длительность нахождения в воздухе может измеряться неделями.

К недостаткам использования дирижаблей можно отнести следующее:

- относительно малая скорость по сравнению с самолётами и вертолётами, низкая маневренность - в первую очередь из-за высокого аэродинамического сопротивления при полёте;

- сложность приземления;

- очень большие размеры требуемых ангаров/эллингов, сложность хранения и обслуживания на земле;

- зависимость от погодных условий;

- относительно высокая стоимость обслуживания дирижабля, особенно больших размеров.

По конструкции современные дирижабли, как и аппараты XX века можно разделить на три основных типа: мягкие, полужесткие и жесткие.

Наиболее надежными, технологичными, ремонтпригодными и, следовательно, перспективными являются дирижабли жёсткого типа, схема которого представлена на рис. 1. Они характеризуются постоянством внешней формы, обеспеченной жёстким каркасом из поперечных (шпангоуты) и продольных (лонжероны, стрингеры) связанных между собой расчалками силовых элементов и обшивки. Несущий газ, как правило, содержится в отдельных газовых баллонах, находящихся внутри корпуса. Оболочку корпусов жестких дирижаблей нового поколения необходимо изготавливать из полимерных композиционных материалов, воспринимающую определённую часть действующих на дирижабль нагрузок.

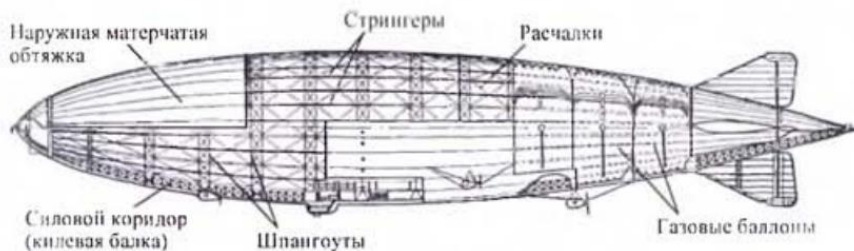


Рисунок 1. Конструктивная схема дирижабля R-101

Аэростатическая подъёмная сила газа передаётся на каркас посредством сети, охватывающей газовые баллоны. Каждый баллон снабжен автоматическим предохранительным клапаном. Имеются также маневровые газовые клапаны. Непосредственно к каркасу крепятся гондолы, двигатели, хвостовое оперение с рулями высоты и направления и другие жесткие элементы.

Считается, что дирижабли прекрасно подойдут для бездорожных грузовых перевозок. Обладая, как уже ранее было сказано, высокой грузоподъемностью, дирижабли называют тяжеловозами, именно поэтому они могли быть полезны в доставке особо тяжелых грузов с районами с малоразвитой инфраструктурой, а также для перевозки грузов на большие расстояния. Дирижабль, считаясь так же ближнемагистральным механизмом, может передавать грузы еще и на ближние расстояния, что было бы незаменимо на строительных площадках.

Ранее, для перевозки тяжестей, применялись жесткие дирижабли, на смену которым пришли гибридные. Впервые такие дирижабли были описаны в книге Джона Макфи «Дирижабль. Дельтовидное семечко тыквы» и испытан в 1971 году.

Такой тип сочетает в себе два типа летательных объектов, основанных на технологии тяжелее воздуха, например, вертолеты и самолеты, и легче воздуха, то есть в них скрещиваются основные свойства воздухоплавательного и авиационного транспорта. Это более мощное устройство, поэтому такие дирижабли выгоднее использовать в особо тяжелых условиях, также гибридные дирижабли обладают динамической грузоподъемностью, соответственно, им легче совершать дальние полеты. То есть, при использовании гибридных дирижаблей мы получаем хорошую скорость с хорошей грузоподъемностью. Большую часть подъемной силы судно получает за счет аэродинамической подъемной силы.

Долгое время ученые пытались воплотить в жизнь задумку о создании такого воздушного судна, соединив в нем все возможные преимущества, но не все попытки увенчались успехом. Так, например, в 1966 экспериментальный американский гибридный дирижабль Aereon III показал свое несоответствие поставленным требованиям, не справившись с боковым ветром.

Но были удачные эксперименты. Уральскими учеными был создан уникальный гибридный аппарат получивший имя "БАРС" (безаэродромный с аэростатической разгрузкой самолет). Дирижабль работает за счет гелия, а вертикальную тягу обеспечивает мощный двигатель. Такой механизм способен достигать скорости до 300 км/ч.

Как мы видим, определенные типы дирижаблей были бы очень полезны в строительстве, выполняя роль грузоподъемных машин. Мы решили поразмыслить, как же можно усовершенствовать дирижабль, чтобы такая машина действительно было полезна и незаменима в строительстве. В первую очередь мы пришли к выводу, что наиболее пригодным дирижабль

будет при перевозке больших объемов грунтов. Как раз в строительстве одними из самых массовых, трудоемких и тяжелых являются земляные. Производительность ручного труда в данном случае в 20-30 раз ниже механизированного, поэтому применение различных машин является неотъемлемой частью процесса переработки грунта.

Отделение грунта от массива – важнейшая операция земляных работ. Для данных целей самыми распространёнными машинами являются гидравлические одноковшовые экскаваторы, выполняющие около 50% всего объёма землеройных работ. В основном рабочим органом является обратная лопата, однако в специфических случаях применяется грейфер для отрывки узких глубоких котлованов, траншей, колодцев, при разработке грунта ниже уровня грунтовых вод [1].

Схема работы и устройства механизма представлена на рис. 2. Каждая челюсть 1 в одной точке шарнирно соединена с рамой 5 и во второй – через тягу 2 с ползуном 4. Максимальная мощность гидросистемы требуется в положении, когда ковш находится в раскрытом состоянии перед заполнением ковша [2].

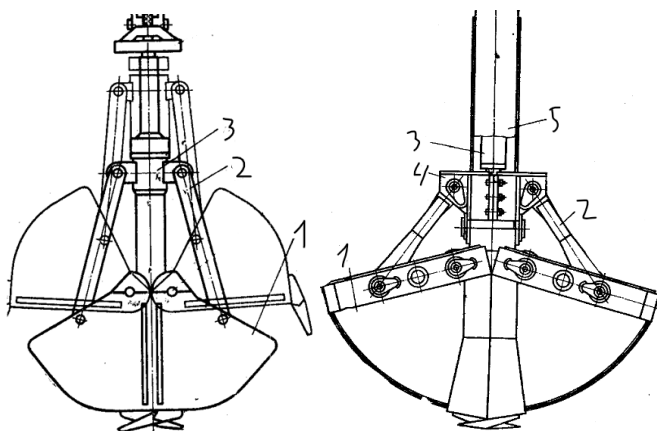


Рисунок 2. Механизм подвески и привода ковша грейфера

Главными недостатками любой гидравлической системы являются её дороговизна и прихотливость в эксплуатации, однако высокая энергоёмкость делает её более конкурентоспособной и эффективной по сравнению с канатной, где в случае с грейфером давление на грунт при врезании зависит только от массы ковша. Нашей задачей было уменьшение размера гидроцилиндра в стойке с грейфером, чтобы снизить затраты на оборудование.

Американские учёные провели интересное исследование, сделав из мёртвых пауков роботизированные захваты. Они способны поднимать крошечные предметы за счёт реконструирования гидравлической системы, контролирующей суставы. Это происходит благодаря отсутствию у пауков

антагонических мышц. Таким образом, без внешнего вмешательства лапки мёртвого паука поджаты, а при подаче давления разгибаются одновременно в разные стороны, делая из него механизм, похожий на захват [3].

По большому счёту масса груза, которую способен поднять некробот, завязана на максимальную нагрузку от мышц-сгибателей. Сильно увеличить её каким-либо образом не представляется возможным, так как она ограничена строением паука.

Применяя данные исследования учёных к грейферному захвату, мы упираемся в механизм, которым должен сжимать между собой челюсти ковша, причём постоянно, но при разработке грунта установить что-либо ниже уровня верхнего пояса представляется невозможным, а постоянная сила требует много ресурсов. Однако можно использовать данный принцип захвата в противоположную сторону, осуществляя сжатие не с помощью постоянно действующей нагрузки, а применяя переменный гидропривод.

Механизм привода ковша изображён на рис. 3. Тяги 1 представляют собой четырёх шарнирную конструкцию. В них всегда находится рабочая жидкость АМГ-10 (ГОСТ 6794-2017) с рабочими температурами от -60°C до $+55^{\circ}\text{C}$ [4]. Челюсти закрываются с помощью гидроцилиндра 3, который увеличивает давление на жидкость, выпрямляющей тяги до из прямого положения. Открытие ковша осуществляется благодаря гибкому тросу 2, способному поднимать массу одной челюсти за счёт внутренних сил упругости.

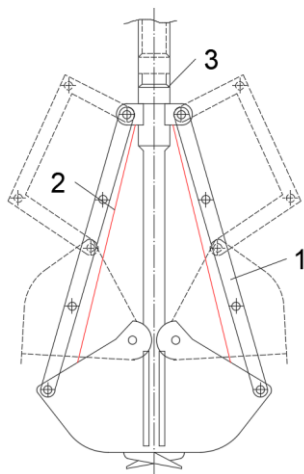


Рисунок 3. Альтернативный гидравлический привод грейфера

Размер гидроцилиндра, нагнетающего давление, зависит только от свойств рабочей жидкости, а не от размера челюстей ковша, как в первом случае. Поэтому при определённых расчётах есть возможность уменьшить

ход гидравлического цилиндра, и соответственно удешевить конструкцию грейфера.

В настоящее время перед инженерами встали задачи не только повышения эффективности работы машин, но и их экологичным. В строительстве большинство машин используют двигатели внутреннего сгорания, не только потребляющие не возобновляемые полезные ископаемые, но и производящие много вредных выбросов в атмосферу. В то же время требуется большая мощность этих двигателей для выполнения соответствующих задач.

Воздушный транспорт в строительстве применяется в основном для транспортировки материалов с одного склада на другой (самолёты), для монтажа массивных конструкций (вертолёты), когда невозможно применить кран. Однако есть ещё и дирижабли, которые гораздо экологичнее перечисленных выше аппаратов. Их применение ограничено размерами, соответственно наиболее логично использовать их на открытой местности.

Применение альтернативного гидравлического ковша для забора с телескопическим механизмом и транспортировки грунта одновременно с дирижаблем сможет быстро выполнять такую непростую задачу, как копание и отвал грунта на отдалённых территориях России, где использование наземного транспорта ограничено.

И так выглядела бы наша модель дирижабля, она представлена на рис. 4 и состоит из 1 – пункт управления, 2 – телескопический механизм, 3 – грейферный ковш, 4 – подъемные барабаны, 5 – кузов для грунта, 6 – двигатель.

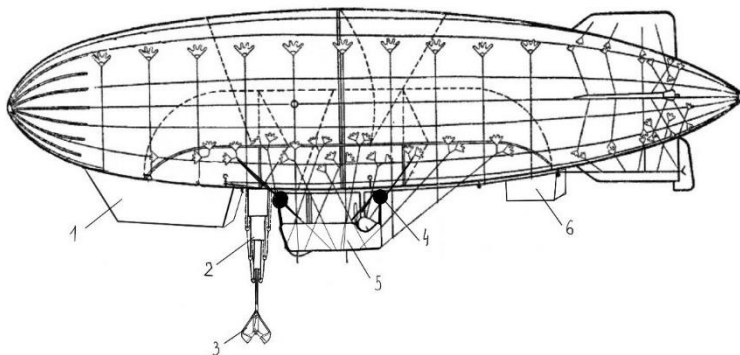


Рисунок 4. Усовершенствованная модель дирижабля

Библиографический список

1. Ершов М.Н., Лapidус А.А., Теличенко В.И. Технологические процессы в строительстве. Книга 2. Технологические процессы переработки грунта: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2016, с. 41-56.

2. Беркман И.Л. Одноковшовые гидравлические экскаваторы. Учебное пособие для проф.-техн. учеб. заведений и подгот. рабочих на производстве. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1973, с. 52-60.

3. Te Faye Yap, Zhen Liu, Anoop Rajappan, Trevor J. Shimokusu, and Daniel J. Preston. Necrobotics: Biotic Materials as Ready-to-Use Actuators. - Adv. Sci., 2022, 9, 2201174.

4. ГОСТ 6794-2017 «Масло АМГ-10. Технические условия», п. 3.2.

5. Кривошеин А.Д. Всё о дирижаблях современного поколения // Журнал «АВОК» №4, 2018, с. 124-141.

6. В. А. Ольденборген. Дирижаблестроение за рубежом, 1935, с 37-40.

МОБИЛЬНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОРКРЕТ-БЕТОНА

Горайнова Д.О., студент 4 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Кайтуков Б.А., канд. техн. наук, доц.

Строительство сооружений, штолен, защита конструкций предполагает применение торкрет-бетонов. Эти смеси создают повышенную механическую прочность, обладают морозостойкостью и водонепроницаемостью, что значительно повышают сроки службы конструкций. Строительные объекты часто находятся на значительном расстоянии, что способствует повышению транспортных затрат, поэтому целесообразно произвести бетон близко к стройке.

Актуальным для производства качественных торкрет-бетонов является вопрос подбора мобильного узла на модульном принципе. Модульный принцип подбора оборудования узла способствует быстрому сбору и налаживанию отдельных элементов цепочки. Строители стремятся к повышению сроков службы конструкций, но этому мешают осадки, перепады температуры, циклы замораживания и оттаивания. Подбор оборудования связан с процессом приготовления рациональных составов торкрет-бетонов, и нанесение их равномерно на поверхность конструкции. Для получения рационального состава, удобоукладываемости и однородности смеси, необходимо так подобрать оборудование узла, чтобы оно отвечало требованиям необходимой производительности и модульного принципа для быстрой переналадки и развертывания узла. Модульный принцип подбора оборудования заключается в выборе требуемых типоразмеров и конструкций отдельных видов оборудования. Согласно требуемой производительности узла, подбираем унифицированные элементы модульной конструкции. В модульный узел мобильного технологического оборудования входят: бетоносмесители, автомобильная платформа, различные бункеры для песка, цемента, щебня, дозирующие системы, резервуары добавок, трубопроводы, шланги, бетононасос, накопители, насосы. Конструкции этого оборудования между собой унифицированы, имеют совместимые присоединительные размеры. В качестве бетоносмесителя принят СБ-138 принудительного действия с

накопителем, распределителем и трубопроводом для подачи бетона насосом на расстояние более 100 м и торкрет-установка. При подборе бетоносмесителя придерживались следующих правил: выявили физику процесса перемешивания компонентов бетона и определили рациональную конструкцию смесителя для торкретирования. Важный критерий выбора смесителя максимальная скорость перемешивания, иначе повышение производительности и размеры различных компонентов смеси. В данном смесителе перемешивание происходит в турбулентном движении частиц, поэтому процесс отвечает требованиям повышения качества бетонов. Торкретирование проводят двумя способами: мокрый и сухой. Мокрый способ применяется с использованием цемента, щебня, песка и воды. Такие бетоны обладают рядом преимуществ: снижение пылеобразования и возможность вторичного использования смеси. Для равномерной подачи смеси приняли торкрет-установки СО-49ПБН, которые значительно дешевле установок фирмы Putzmeister и отвечают принципу модульности. На физико-механические и эксплуатационные свойства слоя торкрет-бетона оказывают влияние расстояние между бетононасосом и поверхностью строительной конструкции. Кроме этого, важно учитывать скорость выстрела из сопла и расстояние между соплом и поверхностью конструкции. Анализ различных торкрет работ позволил подобрать технологическое оборудование для приготовления и нанесения торкрет-бетонов, установить их на специальную автомобильную платформу на базе КАМАЗа, соединить все оборудование между собой специальными элементами и трубопроводами и выполнить мобильный узел. Модульный принцип подбора оборудования позволил максимально использовать размеры автомобильной платформы и рационально расположить все элементы не нарушая технологической цепочки процесса приготовления торкрет-бетонов и нанесения их на поверхность строительной конструкции.

Такой подход позволил запустить технологический процесс с минимальными затратами на транспортировку торкрет-бетонов, интенсифицировать эти работы и снизить энергозатраты на 16%.

Библиографический список

1. Торкрет-бетон. Технические условия (ТУ5745-001-16256892-06). Москва, 2006. с. 10.
2. Кайтуков Б.А., Горяйнова Д.О. Подбор оборудования для торкретных работ. Системные технологии, 3[44], с. 68-72.
3. Строительные машины и оборудование. Бетононасосы. Часть 2. Процедура проверки базовых параметров. НСО21573-1/2016.
4. Алексеев С.Н. Насосный транспорт бетонной смеси. Москва, 1952. с. 15.
5. Дейн Ф., Оргасе М. Влияние технологии приготовления бетонной смеси на характеристики высококачественных бетонов. Бетонный завод. 2006 №1. с. 42-46.
6. Богомолов А. А., Бунин М. В. Анализ влияния конструкции бетоносмесителей на однородность смеси. – В кн.: Конструирование и динамическое исследование узлов механического оборудования предприятий строительных

материалов. – Тр. Моск. инж.-строит. ин-т и Белгород. технол. ин-т строит. матер., 1974, вып. 2, с. 51-60.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ МОСТОВОГО КРАНА С ЦЕЛЬЮ УПРОЩЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ

Гурин А.И., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Харламов Е.В., канд. техн. наук, доц.

Мостовой кран – это грузоподъемная машина (рис. 1), которая может передвигать поднимаемые или опускаемые грузы в горизонтальной плоскости в двух направлениях, используя самоходные механизмы на рельсовом ходу. Одними из элементов мостовых кранов являются грузовые тележки с подъемным механизмом, которые передвигаются по рельсам, установленным сверху вдоль моста или по нижнему поясу балки моста. В зависимости от конструкции моста краны могут быть однобалочными или двубалочными.

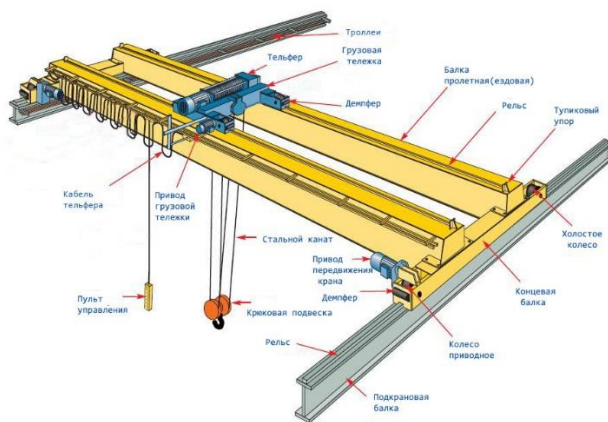


Рисунок. 1 Общий вид мостового крана

Однобалочные мостовые краны имеют мост, состоящий из одной балки двутаврового сечения, на концах которой установлены концевые балки с ходовыми колесами. Кроме того, к основной грузовой тележке могут быть установлены дополнительные консоли. Эти краны обладают небольшим весом, однако их грузоподъемность обычно не превышает 10 тонн.

Двухбалочные мостовые краны имеют конструкцию, состоящую из двух жестких балок, на которых установлены концевые балки с ходовыми колесами.

Одними из важнейших недостатков грузовой тележки мостового крана (рис. 2) является:

- наличие рамы и большой вес, что делают конструкцию громоздкой;

- усложненная сборка крана;
- использование крана приводит к дополнительной нагрузке на здание.

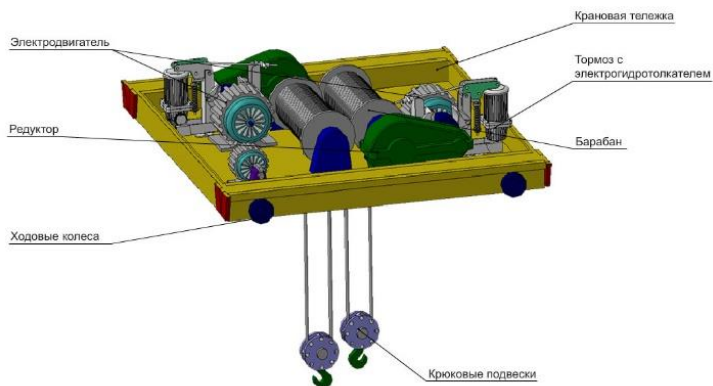


Рисунок. 2 Устройство грузовой тележки

Грузовая тележка имеет раму, которая содержит механизмы передвижения и подъема груза. Рама состоит из двух балок, опирающихся на ходовые колеса. Ходовая часть рамой и четырьмя колесами. Колеса получают движение от общего электродвигателя через вертикальную коробку передач. Редуктор и валы колес соединены зубчатыми муфтами.

С целью упрощения конструкции тележки крана и снижения металлоемкости, а также расширения ассортимента выпускаемой продукции предлагается модернизировать тележку мостового крана согласно Патенту РФ № 2317246. Общий вид грузовой тележки представлен на рис. 3, сечение А-А и сечение Б-Б представлено на рис. 4 и рис. 5 соответственно.

Модернизированная тележка мостового крана состоит из продольных балок с ходовыми колесами, которые смонтированы на валах. Поперечные балки 4 (рис. 4) соединяют две продольные балки и на них установлены элементы подъемного привода, состоящие из электродвигателя, тормоза и редуктора, и элементы привода передвижения тележки, включающих также электродвигатель, тормоз и редуктор. Блоки грузозахватного органа расположены на тележке и совмещены с трубой 17, в виде ролика 18, установленного на подшипниках 19 и размещенных на валу 3 (рис. 5). Такая конструкция легче и проще в изготовлении и сборке.

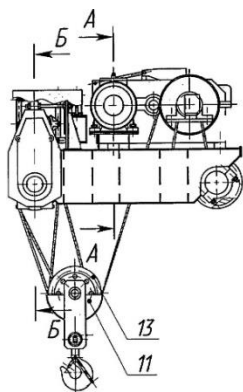


Рисунок 3. Общий вид грузовой тележки: 11 – грузозахватный орган; 13 – блок

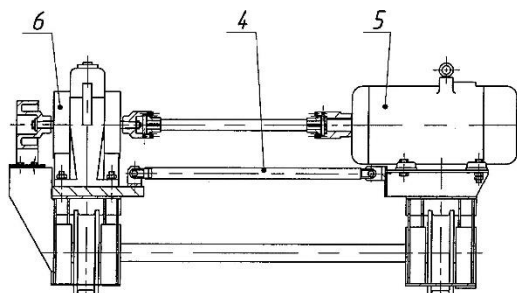


Рисунок 4. Сечение А-А грузовой тележки: 4 – поперечная балка; 5 – электродвигатель; 6 – редуктор

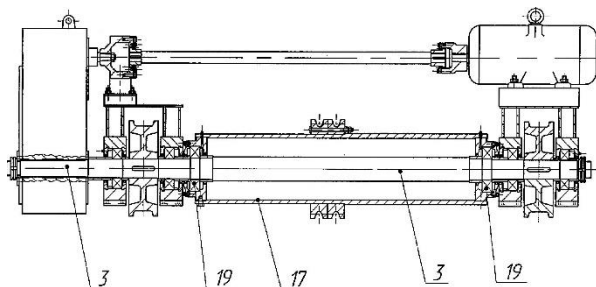


Рисунок 5. Сечение Б-Б грузовой тележки: 3 – вал; 17 – труба; 19 – подшипники

Данная конструкция грузовой тележки мостового крана позволит снизить расход на металл, упростить конструкцию мостового крана и расширить ассортимент, путем унификации производства грузовых тележек.

Библиографический список

1. ГОСТ 33173.5-2014 Краны грузоподъемные. Кабины. Часть 5. Краны мостовые и козловые.
2. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности, А.А. Вайнсон, М: «Альянс», 2009;
3. Уменьшение необходимой строительной высоты.
<https://pzpo.ru/company/stati/9475/>
4. Конструирование узлов и деталей машин, П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов, М:«Академия», 2006.
5. Завод кранового оборудования:[Электронный ресурс]. URL: http://tokar40.ru/mufty_muyp/. (Дата обращения: 20.05.2020)
6. Расчет и проектирование башенного крана, М.А. Степанов, Е.В. Кочетов, М: «Типография МГСУ», 2010.
7. Шарапов Р.Р., Мамедов А., Степанов М.А., Харламов Е.В. Шагающее ходовое оборудование стрелового самоходного крана грузоподъемностью свыше 100 т повышенной проходимости и мобильности // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 5. С. 5-11.
8. Степанов М.А., Тургунова Е.Н. Исследование дефектов башенных кранов // Механизация строительства. 2014. № 12 (846). С. 17-19.

РАЗРАБОТКА ГРУЗОПОДЪЕМНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Жаворонков Г.Д., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Кудрявцев Е.М., д-р техн. наук, профессор

На сегодняшний день используются следующие способы загрузки / разгрузки грузов весом до 3-х тонн:

- Ручной (груз до 50 кг);
- Механизированный (применяются различные виды погрузчиков и краны).

При погрузке тяжелых грузов используются различные виды погрузчиков и оборудование, позволяющее поднимать грузы с земли и поднимать их на платформу транспортного средства. Этот метод загрузки имеет существенные недостатки, поскольку вилочный погрузчик не всегда доступен для загрузки и выгрузки товаров. В качестве альтернативы используются погрузочные платформы, закрепленные на задней части автомобиля. Они опускаются до уровня земли, и поднимают груз до уровня кузова грузовика, однако они не способны перемещать груз в кузове автомобиля.

Учитывая предыдущие недостатки существует способ позволяющий осуществлять погрузку и разгрузку без использования ручного труда и не требующий дополнительных подъемных средств, а именно грузоподъемная система. Для решения вышеописанных проблем мною был выполнен патентный поиск:

1. DE2811797A1. Опубликовано: 27.09.1979. Автор: ADOLFSSON KARL FRITJOF TORBJOE. Устройство для погрузки грузов.

Система оснащена параллельными направляющими по бокам грузового пространства. Передвижная полка поддерживается на рельсах и имеет подъемный механизм для поднятия любых грузов. Подъемник имеет на конце кронштейн для того, чтобы подъемник выступал из задней части грузовика и поднимал грузы

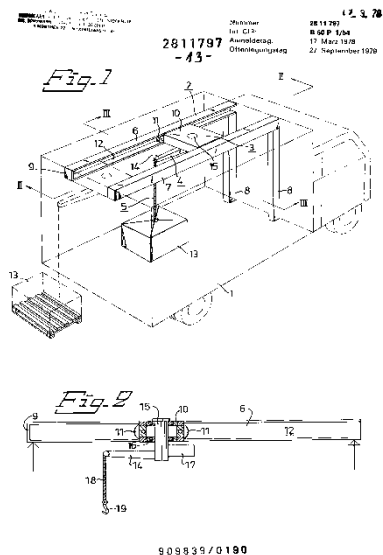


Рисунок 1. Устройство для погрузки грузов: 2 – несущая рама; 3 – тележка; 4 – стрела; 5 – подъемник

Основные узлы устройства состоят из несущей рамы 2, тележки 3, перемещаемой вдоль несущей рамы, и стрелы 4, установленной на тележке и снабженной подъемником 5.

Недостатки: Сложность данной конструкции влечет за собой снижение надежности эксплуатации. Данная система может быть установлена только в крытом кузове, что снижает ее универсальность. Наличие жесткого кронштейна снижает охватываемую для погрузки площадь внутри кузова.

2. US-7048491-B2. Опубликовано: 23.05.2006. Автор: Windbergs Werner J. Контейнерный подъемный кран.

В данной системе загрузки грузов, в которой используется ряд перпендикулярных ориентированных направляющих и узел лебедки. Лебедка способна перемещаться в любое место внутри закрытого фургона или прицепа, а также может выдвигаться на определенное расстояние от задней части контейнера. Система загрузки материалов прикреплена к внутренней части грузового отсека, примыкающего к части крыши.

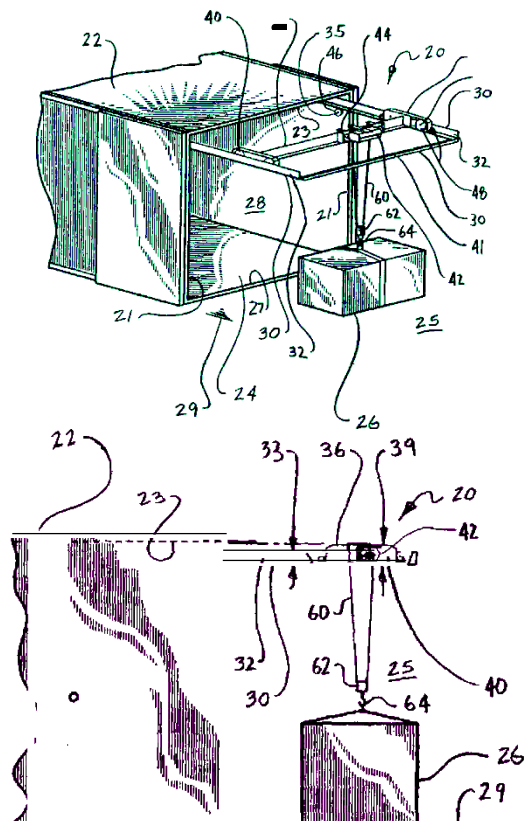


Рисунок 2. Контейнерный подъемный кран: 26 – груз; 30 – направляющая; 42 – каретка лебедки; 44 – скользящая опоры каретки; 46-54 – ролики; 60 – канат; 62 – полиспаст; 64 – крюк

Однако этот патент имеет точно такие недостатки, как и предыдущий, а именно: Обязательное наличие жесткой облицовки, недостаточная надежность и низкие эксплуатационные характеристики из-за выдвижных направляющих.

Решение данных недостатков достигается за счет упрощения конструкции. Установки двух параллельных друг другу рельсов, поперечной двухопорной балки, на которой установлено грузоподъемное оборудование, которая может двигаться по вышесказанным рельсам за счет опорных роликов. Так же на конце рельсов предусмотрен механизм складывания, который позволяет осуществлять погрузку за пределами кузова автомобиля.

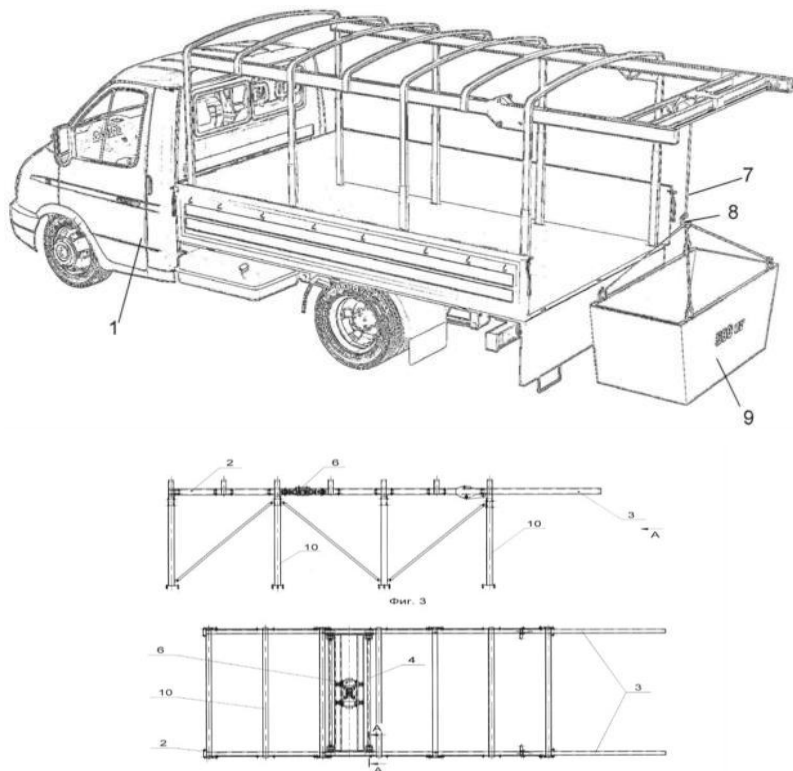


Рисунок 3. Конструкция контейнерного подъемного крана: 1 – грузовой автомобиль; 2,3 – направляющие(поворотные) рельсы; 4 – двухопорная балка; 5 – опорные ролики; 6 – грузоподъемное приспособление; 7 – канат; 8 – крюк; 9 – груз; 10 – стойки

Заключение

Таким образом, были решены проблемы, указанные в патентном поиске, а именно, повышение надежности за счет упрощения конструкции. Данную систему можно устанавливать не только на закрытые кузова, но и на бортовые тентованные кузова без потери рабочей области.

Библиографический список

1. Салов Дмитрий Александрович, Канцуров Александр Николаевич. Автомобильная грузоподъемная система. Патент на изобретение RU (11) 164 972. Номер заявки 2016112359/11.
2. Додонов Б.П., Лифанов В.А. Грузоподъемные и транспортные устройства: Учебник для средних специальных учебных заведений.—2-е изд. перераб.и дол. — М.: Машиностроение, 1990
3. Adolfsson Karl Fritjof Torbjoe. Устройство для погрузки грузов. Патент на изобретение DE2811797A1. Опубликовано: 27.09.1979.

4. WindbergsWerner J. Контейнерный подъемный кран. Патент на изобретение US-7048491-B2. Опубликовано: 23.05.2006

5. Александров М.П. Грузоподъемные машины, Учебник для вузов. 2000

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

Жуков И.С., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

*Научный руководитель – **Абрамов В.В.**, д-р техн. наук, профессор*

В представленной работе был рассмотрен новый способ восстановления изношенных элементов. Сам способ восстановления не новый, но в промышленных масштабах в машиностроении пока не применялся. Технология восстановления была рассмотрена на примере зуба ковша экскаватора, как на самом «неблагоприятном» для аддитивных технологий, варианте.

В данный момент самым часто применяемым, если вообще производится восстановление зуба, является наплавка. Существует несколько видов наплавки, например: восстановление методом электрошлаковой наплавки при помощи приваривания расходного электрода к торцу детали, с последующим переплавом в медном водоохлаждаемом кристаллизаторе [1]. Еще одним часто применяемым способом является наплавка твердосплавных пластин на рабочую часть зуба, применение вставок из износостойкого чугуна [2]. Однако, у таких методов есть и недостатки. Есть очевидные, такие, как например, защита лишь определенной части зуба от износа, при отсутствии таковой на оставшейся рабочей части, в случае с наплавкой твердосплавных пластинок. Или же, если рассматривать способ с применением чугунных вставок, недостаточная механическая прочность самих вставок, которые разрушаются и, в последствии выкрашиваются, при ударах (о скальный грунт например) в процессе эксплуатации.

При этом, еще одним недостатком можно назвать то, что вышеперечисленные способы – это способы либо восстановления (электрошлаковая наплавка), либо упрочнения (применение износостойких пластин).

Предлагаемое же в данной работе решение выполняет сразу обе задачи: восстановление изношенных деталей, с одновременным их упрочнением. Для этого был использован метод сплавления металлического порошка, называемый Direct Metal Tooling (сокращенно DMT), схема которого представлена на рис. 1.

В данном методе используется направленная энергия, и при этом, в отличие от способов селективного спекания, в которых слой металлического

порошка «заштриховывается» лазером по контуру, в DMT технологии осаждение металла происходит в конкретной точке построения.



Рисунок 1. Общая схема рабочей зоны 3D-принтера, работающего по технологии DMT

Как уже было сказано, представленная работа ориентирована на достижение двух целей. Восстановление и упрочнение. И это становится возможным как раз благодаря применению DMT технологии, а именно, двум ее функциям, недоступным в других аддитивных методах спекания. Первая применяется если вдруг возникнет необходимость только в упрочнении, то данная технология имеет возможность нанесения защитного покрытия на уже существующую деталь.

Второй, и при этом более важной особенностью, которая используется при производстве работ, является возможность создания «градиентного» материала. Это значит, что при сплавлении в одну точку подаются два разных материала, которые спекаются между собой на уровне частиц, тем самым обеспечивая качественный и бесшовный переход с одного материала на другой. Как раз благодаря этому становится возможным восстановление с одновременным упрочнением. При этом, в следствие некоторых особенностей, о которых более подробно будет сказано далее, данный способ обладает рядом преимуществ перед уже описанным ранее методом наплавки твердосплавных пластин, или же перед полной заменой зуба ковша.

Как уже было сказано, зуб экскаватора был выбран, как наиболее «неблагоприятный» вариант, поскольку в случае использования аддитивных технологий, чем больше количество деталей (тираж), тем менее экономически выгодным представляется их применение.

Однако, согласно «Критериям применения аддитивных технологий», представленным несколькими профессорами из «Центрального научно-исследовательского института технологии машиностроения», считается приемлемым в массовом машиностроении, при тираже до 1 млн. деталей, использование аддитивных технологий в случае, если цена за 1 кг готовой детали составляет не более 100\$ [3]. По курсу ЦБ РФ на 18.02.2023, 1\$ = 74,76 руб. [4]. Значит, применение аддитивных технологий можно считать целесообразным при стоимости 1 кг не более ~ 7500 руб.

На примере зуба ковша, работающего со скальным грунтом, будет показана жизнеспособность представляемого метода. Согласно найденным данным, срок службы зуба, изготовленного из высокомарганцевистой стали 110Г13Л, не превышает 5-10 дней [5]. При этом, с учетом того, что данная сталь является плохо свариваемой, зуб, сделанный из нее «не подлежит восстановлению». То есть, после износа необходимо использовать новый зуб, масса которого, в зависимости от формы и назначения может колебаться в пределах от 12 до 125 кг. С учетом стоимости данной стали 530 руб./кг [6], цена только материала, необходимого для создания нового зуба будет составлять от 6 до 66 тыс. рублей. Однако, стоит отметить, что можно найти коронки стоимостью до 20 тыс. рублей.

Если же рассматривать метод наплавки износостойких пластин, то по сравнению с заменой целиком, он хоть и дешевле, однако наплавка производится на уже изношенную поверхность, при этом происходит дальнейший износ «тела» зуба, изменение его геометрии, и как следствие возрастание сопротивления резанию.

Предлагаемый же в данной работе способ, можно сказать является чем-то средним. Происходит восстановление зуба до исходного состояния, и за счет возможности создания градиента, его упрочнение. А именно, в зону повышенного износа, подается более твердый материал, остальная же часть зуба восстанавливается с использованием обычных материалов. Тем самым достигается экономический эффект, за счет отсутствия перерасхода более твердых и дорогих материалов, при этом зуб восстанавливается до исходного состояния (как в случае с полной заменой) с упрочнением лишь в тех местах, где это необходимо (как при наплавке износостойких пластин). При этом еще одним экономическим преимуществом DMT технологии по сравнению с технологией селективного спекания является то, что в DMT могут использоваться стандартные материалы для порошковой металлургии, которые дешевле по сравнению со специализированными порошками для лазерного спекания.

Еще одним преимуществом восстановленного по такой технологии зуба, является получаемая за счет спекания на уровне частиц, плотная и однородная структура, которая по своим прочностным характеристикам в большинстве случаев превосходит детали, изготовленные традиционным способом, рис.2.

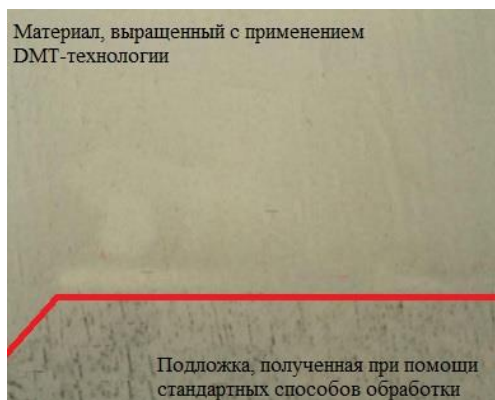


Рисунок 2. Металлографический анализ изделия, изготовленного традиционным методом и наплавленной по технологии DMT частью

В качестве износостойкого материала в данном случае используется сталь Н13 (Российским аналогом которой является сталь 4Х5МФ1С). Получаемая твердость составляет ~ 55 HRC. Данная сталь обладает хорошей износостойкостью при различных температурах и достаточно высокой ударной вязкостью [7].

Если же говорить об экономическом эффекте, то 1 кг данной стали в порошковой форме стоит от 2 до 3,5 тыс. рублей [8]. С учетом того, что для самого большого ковша допустимый объем площадки износа составляет ~ 200 см³ [9], плотность данной стали равна 7,8 г/см³ и если еще учесть, что при спекании сталь уменьшается в объеме примерно на 40%, то получим, что для восстановления зоны повышенного износа зуба одного из самых больших ковшей понадобится не более 3 кг порошковой стали, т.е. примерно 10-11 тыс. рублей. Учитывая, что стоимость материала составляет от 0,6 до 0,8 стоимости одного кг готового изделия, а также то, что понадобится и порошок другого вида, можно предположить итоговую стоимость готового изделия в районе 20 тыс. рублей, что сильно дешевле полной замены зуба. Если же перевести общую стоимость в цену за 1 кг, то получится около 6-7 тыс. рублей, что укладывается в понятие «приемлемости» со стоимостью 1 кг в 7500 руб. Но, также стоит учитывать, что в этих выкладках рассматривался самый большой и дорогой случай, доля которого в общем объеме не столь велика.

На основании всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Предлагаемая технология может быть использована с применением существующего технологического оборудования.
2. Экономический эффект при заданных параметрах может составить до 40 тыс. рублей на одно изделие.

3. В случае, если экономический эффект отсутствует (зуб за 20 тыс. рублей), положительный эффект проявляется в виде улучшения механических свойств и долговечности изделия.

Библиографический список

1. Пат. SU 998552 А1 Российская Федерация, МПК С 22 В 9/18. Способ восстановления зубьев ковша экскаватора / А. Я. Шварцер [и др.] ; заявка – № 3270813 ; заявл. 1981.04.08 ; опубл. 1983.02.23.
2. Пат. 2269628 Российская Федерация, МПК Е 02 F 9/28. Зуб ковша экскаватора и способ его изготовления / В. Ф. Балашов, Г. В. Каджая, О. Г. Каджая ; заявка – № 2003134867/03 ; заявл. 2003.12.01 ; опубл. 2006.02.10.
3. Э.Ю. Колпишон [и др.] Критерии применения аддитивных технологий в изделиях энергетического и тяжелого машиностроения // Журнал «Аддитивные технологии». – 2022. – № 3. – С. 33-37.
4. Сайт ЦБ РФ [Электронный ресурс]. – М.: ЦБ РФ, – Режим доступа: <https://cbr.ru/>, свободный.
5. Ю. Д. Новомейский, В. И. Глазков. Высокомарганцовистая аустенитная сталь 110Г13Л. М.: Металлургия, 1969 г.
6. Сайт «Бронестали» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xn--80abmnojpgmk.xn--p1ai/stal-110g13l-list-110g13/>, свободный.
7. Сайт «Fushunspecialsteel» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fushunspecialsteel.ru/catalog/detail/88/>, свободный.
8. Сайт «Jiangsu Vilory Advanced Materials Technology Co., Ltd.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.made-in-china.com/co_wl16688/product-group/die-steel-powder-h13_uhiegnnog_1.html/, свободный.
9. Машины для земляных работ : учеб. для вузов / ред. Волков Д.П. М. : Машиностроение, 1992. - 447 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БАШЕННОГО КРАНА МСТ 325 С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Жынгель Д.М., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Плавельский Е.П. д-р техн. наук, профессор

Строительство связано с использованием механизированной техники на разных этапах готовности объекта. На каждом из этапов используют соответствующую задаче технику, например, подготовительный этап строительства требует задействования экскаваторов, погрузчиков и самосвалов для успешной подготовки к началу производственного процесса, затем для здания заливают фундамент, при готовом котловане и траншеях, для этого используются автобетономесители и автобетононасосы. Основной этап дает начало использованию грузоподъемной техники, так как фундамент здания заливается одновременно с фундаментом под кран [1].

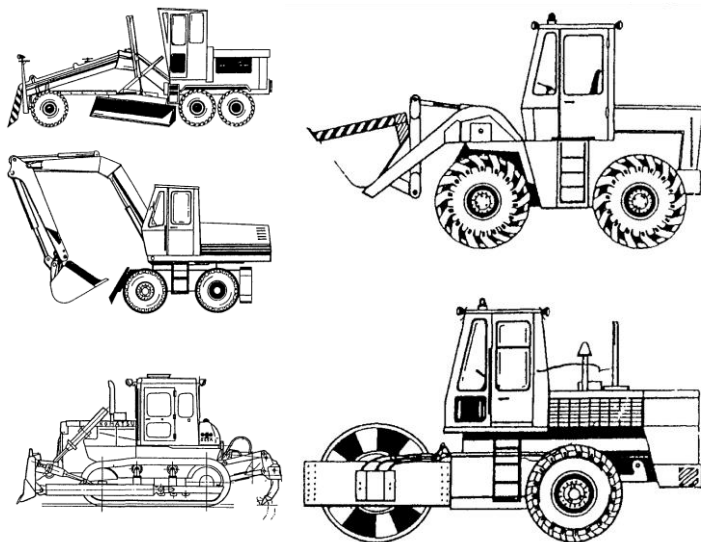


Рисунок 1. Виды строительной техники

Основным видом машин для строительства зданий и сооружений являются грузоподъемные машины. Классификация [2] данной техники включает в себя:

- Краны;
- Манипуляторы;
- Подъемники.

Основой строительства являются башенные краны. Башенный кран – грузоподъемная машина для выполнения строительно-монтажных работ. Данная техника обладает важными для строительства преимуществами: Большой грузоподъемностью от 1 т. до 10 т. на большом расстоянии от оси вращения, внушительные размеры перемещения грузов до 80 м., стрела башенного крана всегда находится выше возводимого объекта, быстрое перемещение, поднимаемых грузов. Основными элементами кранов являются: платформа поворотная или неповоротная, башня, стрела, грузозахват и механизмы, осуществляющие рабочий процесс. Более детальное устройство представлено ниже [3].

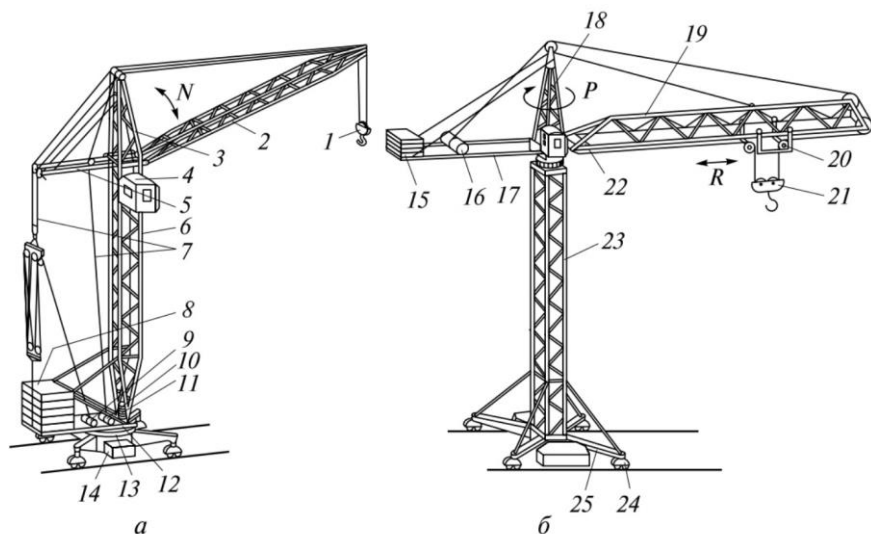


Рисунок 2. Устройство башенного крана: а) Башенный кран с подъемной стрелой и поворачивающейся башней; б) Башенный кран с балочной стрелой и неповорачивающейся башней; 1 – крюковая подвеска; 2 – стрела; 3 – оголовок; 4 – кабина; 5 – распорка; 6 – башня; 7 – стреловой полиспаст; 8 – противовес; 9 – стреловая лебедка; 10 – грузовая лебедка; 11 – механизм поворота; 12 – поворотная платформа; 13 – опорно-поворотное устройство; 14 – балласт; 15 – ходовая рама; 16 – ходовая тележка; 17 – грузовая тележка; 18 – лебедка для изменения вылета; 19 – противовесная консоль

Говоря о технических характеристиках, выделяют: грузоподъемность, вылет стрелы, грузовой момент, высоту подъема, глубину опускания, скорость подъема, частота вращения, скорость передвижения крана, скорость передвижения грузовой тележки, скорость изменения вылета.

Следует выделить такой важный элемент как опора машины, в зависимости от этого элемента бывают [4]:

1. Стационарные башенные краны – устанавливается на фундаменте;
2. Передвижной башенный кран – опора представляет собой раму, опирающуюся на ходовые тележки;
3. Приставной башенный кран – устанавливается на фундаменте, а его башня крепится специальным устройством к возводимой конструкции;
4. Самоподъемный башенный кран – такой кран устанавливается внутри здания и по мере возведения поднимается с помощью определенных механизмов

Как и в любой технике, существуют и сложности в работе башенных кранов, среди которых: перевозка, демонтаж и монтаж, занимающие значительное время. За период эксплуатации одна модель проходит множество объектов, а каждый монтаж и демонтаж приводит к уменьшению

срока эксплуатации, а также повышает расходы на техническое обслуживание.

Решение данного недостатка рассмотрим на определенной модели от компании Manitowoc, башенный кран МСТ 325 [5].

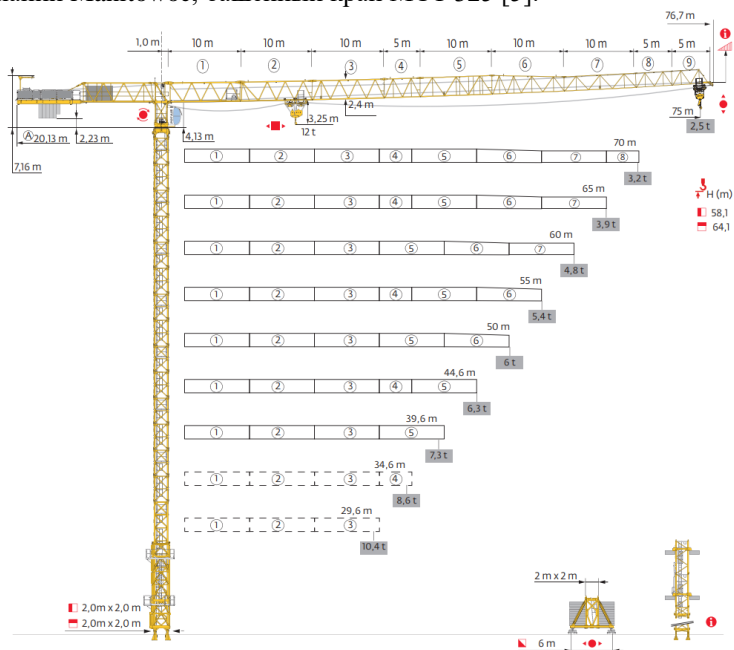


Рисунок 3. Рабочая модель башенного крана МСТ 325

Данная модель является стационарным, безголовочным вариантом с балочной стрелой и рядом преимуществ среди которых:

- Разнообразие стрел по длине;
- Универсальность в работе: работа может производиться как снаружи, так и внутри строящегося здания или сооружения;
- Внушительная грузоподъемность для 12-ти тонной модификации.

Среди технических характеристик отметим грузоподъемность 12 т., длина стрелы до 70 м., высота подъема крана 60 м., грузоподъемность на максимальном вылете 2,5 т.

Модернизация башенного крана включает в себя автоматизированный механизм наращивания стрелы, так как стандартный ряд стрел модели включает в себя 50 м. и 70 м. варианты, кран будет иметь стандартный вылет в 50 метров, а случае необходимости вылет будет увеличиваться до 70 м.

Среди изменений, вносимых в конструкцию существующей модели стоит отметить: привод складывания и раскладывания стрелы, расположенный на контргрузной консоли, секции, закрепленные на основной стреле шарнирно соединены, что позволят их беспрепятственно

раскладывать и складывать, канат изменения вылета закрепленный на всем протяжении стрелы, включая дополнительные секции, позволяет свободно перемещать каретку по стреле в обоих положениях стрелы, канат, который обеспечивает операцию наращивания закольцован и соединен обоими концами с разными секциями.

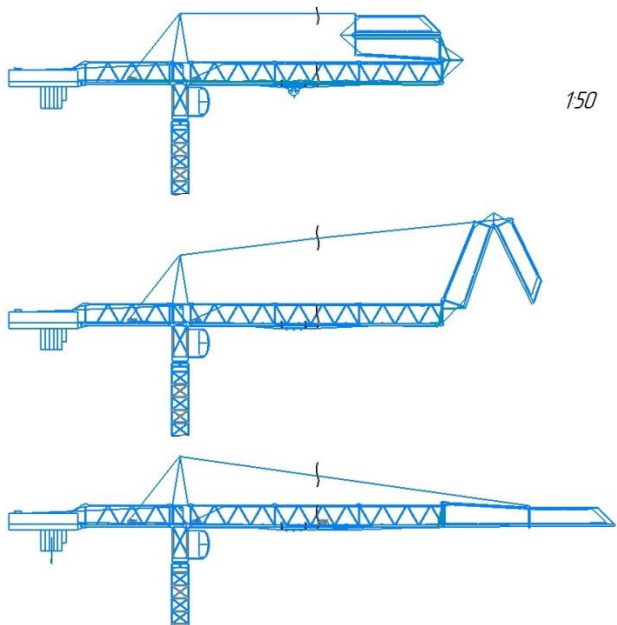


Рисунок 4. Процесс наращивания стрелы башенного крана МСТ 325

Таким образом, модернизация позволила уменьшить расходы на монтаж и демонтаж башенного крана, при этом не изменив стандартных характеристик крана, при этом необходимо соблюдать требования технического регламента ТР ТС 010/2011 [6].

Библиографический список

1. Лейбман М.Е. Основы проектирования, строительства, эксплуатации зданий и сооружений / Волков А.А. – Москва: МГСУ, 2015. – 480 с.
2. Виды строительной техники. – Москва. – URL: <https://bf-logistic.com>(дата обращения 18.02.2023). – Текст: электронный.
3. Кудрявцев Е.М. Строительные краны / Степанов М.А. – Москва: МГСУ, 2016. – 330 с.
4. Классификация башенных кранов. – Москва. – URL: <https://www.kranauto.ru/articles/vidy-i-harakteristiki/>(дата обращения 18.02.2023). – Текст: электронный.
5. Башенный кран МСТ 325. – Москва. – URL: <https://www.gk-smp.ru/assets/files/pdf/potain-mct-325-112.pdf> (дата обращения 18.02.2023). – Текст: электронный.

6. Плавельский Е.П. Совершенствование схем оценки соответствия подъемно-транспортных, строительных, дорожных, горных машин и спецавтотранспортных средств требованиям технических регламентов ЕАЭС // Строительные и дорожные машины. 2018. №2. С.3-5.

СОЦИАЛЬНАЯ ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

*Заряева А.М., Веселова Д.А., студенты 3 курса б3 группы ИИГС
Научный руководитель – Дроздов А.Н., доц., канд. техн. наук, доц.*

Важнейшим требованием к строительной технике является необходимость обеспечения оптимальных условий работы машинистов и обслуживающего персонала. Когда ручные средства труда заменили механизмами, технология строительного производства существенно изменилась, позволив полностью отказаться от трудоемкой и кропотливой работы, соответственно снизилась себестоимость и повысилось качество продукции. Однако не стоит забывать, что, несмотря на все преимущества, строительные машины являются объектами повышенной опасности и при их использовании могут пострадать люди. Благодаря социальной приспособленности строительных машин и технике безопасности травмы и несчастные случаи на строительной площадке случаются реже.

Социальной приспособленностью принято называть возможности обеспечения безопасных и благоприятных условий труда работающего. Существуют различные критерии, определяющие социальную приспособленность строительных машин.

Эксплуатационные свойства подразумевают под собой активную безопасность, именно они способствуют предотвращению аварийных ситуаций. К таким характеристикам относятся тормозные и динамические качества, устойчивость, обеспеченность приборами технического контроля, обзорность, надежность критически важных элементов и другие. Также безопасности работы строительной машины способствует приборная панель, предупреждающая светом или звуком о нарушениях.



Рисунок 1. Приборная панель бульдозера Cat D9R с системой контроля

При возникновении аварийной ситуации пассивная безопасность должна способствовать исключению или в худшем случае снижению травматизма экипажа. Этому способствуют повышение прочности и

жесткости кабины, защита окон - установка защитных решеток, применение бесколочных стекол, использование ремней безопасности.

В верхней части кабины делают люк для быстрого выхода - эвакуации людей из машины, этого требует послеаварийная безопасность.

Очень важными критериями являются эргономические, антропометрические и физиологические. Все они непосредственно связаны с деятельностью человека, его комфортом. Так оптимальное положение тела машиниста повышает точность и скорость его движений, позволяя работать без усталости непрерывно в течение длительного времени. Органы управления находятся в пределах рабочей зоны рук человека. Кресла должны иметь регулировку для удобства посадки людей разного роста.

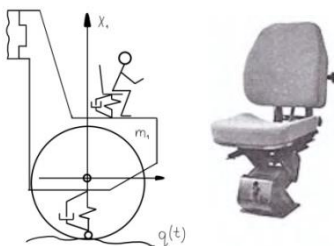


Рисунок 2. Кресло оператора строительной техники с жесткой подвеской

Наиболее перспективными разработками, которые нужно внедрить в кабину машиниста, являются кресла с различными типами подвесок. Они обладают «умной» системой активного подавления вибрации до нулевого уровня, которая соединяется со спинкой разной высоты и ширины, системами вращения, подогрева, вентиляции и скольжения. Все это способствует повышению комфорта на рабочем месте, следовательно, повышению производительности труда.

Одним из условий, лежащих в основе повышения эффективности системы «человек-машина», является оптимизация условий работы строительной техники.

Сама эффективность системы «человек-машина» может быть определена по формуле, которая представляет собой целочисленную функцию трёх переменных:

$$\mathcal{E} = \frac{\text{ПК}}{3} 100\%,$$

где \mathcal{E} – эффективность системы; П – производительность в единицах продукта системы; К – качество труда; 3 – затраты материальные, временные, энергетические и психические.

Эффективность является трехпараметрической функцией $\mathcal{E}(\text{П}, \text{К}, 3)$. Следовательно, для увеличения эффективности производительность и качество труда должны быть повышены, а соответствующие затраты уменьшены.

Для повышения эффективности системы «человек-машина» на рабочем месте машиниста должны обеспечиваться оптимальные условия для поддержания необходимого уровня работоспособности и внимания, высокого уровня производительности строительной машины. Температура в кабине машиниста должна находиться в пределах 16...25°C, такой диапазон является комфортным, исключает замерзание, приводящее к болезни, и перегрев. Влажность - 40...60%, скорость ветра - 0,2...0,5 м/с, содержание СО не более 20 мг/м³, а SiO₂ - не более 10 мг/м³. Предельный уровень шума на месте машиниста не должен превышать 85 дБ.

Строительная площадка является местом повышенной опасности, наибольшее количество травм на производстве случается именно там. Например, может развиться глухота, вызванная шумом при работе камнедробильных установок, пневматического инструмента или виброболезнь, вызванная вибрацией при уплотнении бетона вибраторами и виброукладчиками. Именно поэтому социальная приспособленность очень важна на строительной площадке.

Так вследствие работы ручного перфоратора его механика генерирует интенсивные вибрационные волны, которые отрицательно влияют на оператора, поэтому инженеры прибегают к ряду решений вопросов колебаний.

Способы «гашения» вибраций разделяют на два типа: активные и пассивные. Активные антивибрационные системы представляют собой амортизирующий механизм с противовесом и пружиной, компенсирующий часть вибрации, которую генерирует ударный механизм. Также существуют прорезиненные рукоятки из полимеров, позволяющие погасить часть вибрации. Задняя рукоятка в инструментах с вертикальным расположением электромотора соединяется при помощи пружинно-шарнирного механизма. Пассивная антивибрационная система основана на упруго-демпфирующих соединениях отдельных модулей, которые гасят колебания, снижая уровень вибрации.

Динамический виброгаситель содержит инерционный элемент, который соединяется с защищаемым объектом так, что имеет возможность совершать относительно него колебательные перемещения, создающие восстанавливающую силу, которая снижает вибрацию защищаемого объекта.

Сама восстанавливающая сила может возникать из-за различных физических явлений таких, как деформация упругого элемента, изменение взаимного расположения магнитов, появление разностей уровней жидкости в сообщающихся сосудах и т.д.

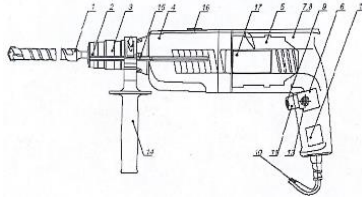


Рисунок 3. Внешний вид перфоратора Е-117А: 1 – инструмент, 2 – втулка, 3 – втулка, 4 – редуктор, 5 – электродвигатель, 6 – выключатель, 7 – ручка, 8 – накладка, 9 – гайка регулировочная, 10 – шнур питания, 11 – толкатель, 12 – фильтр, 13 – кнопка фиксации, 14 – рукоятка, 15 – глубиномер, 16 – винт, 17 – табличка

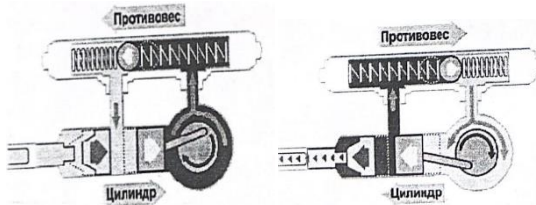


Рисунок 4. Виброгасящее устройство

В инженерной практике одной из действенных мер по уменьшению вибраций является виброизоляция. В качестве виброизоляторов применяются массопружинные динамические виброгасители: без демпфирования, с линейным демпфером, с фрикционным демпфером.

Частота динамического виброгасителя может быть найдена по следующим расчетным формулам:

а) Без демпфирования: $\omega_a = \sqrt{c/m_2}$ – антирезонансная частота, где m_2 – масса инерционного элемента; $\omega_a = \omega$ – полное подавление гармоника вибрации защищаемого объекта;

б) С линейным и фрикционным демпфером: $\omega_p = \sqrt{c_1/m_1}$ – резонансная частота объекта виброгасителя, зависящая от отношения масс $\mu_{21} = m_2/m_1$, где m_1 – масса защищаемого элемента, c_1 – жёсткость линейной пружины.

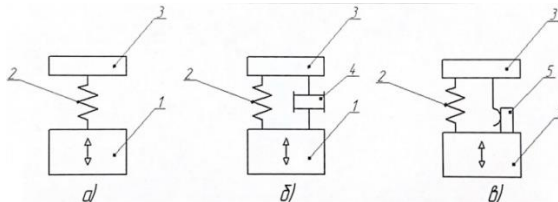


Рисунок 5. Схема массопружинного динамического виброгасителя: а) без демпфирования; б) с линейным демпфером; в) с фрикционным демпфером: 1 – защищённый объект; 2 – пружина; 3 – инерционный элемент; 4 – линейный демпфер; 5 – фрикционный демпфер

Применительно к ручным машинам по мере уменьшения отношения масс $\mu_{21} = m_2/m_1$ резонансная частота защищаемой системы с динамическим виброгасителем вычисляется по формуле:

$$\omega_0 = \omega_a \sqrt{1 + \mu_{21}}.$$

Одним из необходимых условий безопасной эксплуатации любой СМ является ее устойчивость. Одной из достаточно частых причин несчастных случаев при эксплуатации грузоподъемных, колесных и гусеничных строительных машин является потеря ими устойчивости, что приводит к опрокидыванию. В практике применяют коэффициент запаса устойчивости K_y , представляющий собой отношение момента удерживающих сил относительно ребра опрокидывания к моменту опрокидывающих сил:

$$K_y = \frac{\sum M_y}{\sum M_{опр}}.$$

Во всех случаях значение коэффициента устойчивости должно превышать единицу. Этот показатель позволяет оценить устойчивость машины при проектировании, исследовать влияние на устойчивость различных эксплуатационных факторов и обосновать требования техники безопасности.

Таким образом, должно выполняться неравенство:

$$K_y \cdot M_{опр} \leq K_{y.p.} \cdot M_{уд.}$$

где K_n – коэффициент перегрузки; $K_{y.p.}$ – коэффициент условий работ.

Национальное объединение строителей в 2022 году предоставило доступ к статистике по смертности при выполнении строительных работ. Так в 2019 году погибли 368 рабочих, в 2020 году – 334, по прогнозам в 2021 году ожидается около 300 смертельных случаев.

Наибольшее количество смертей на строительных площадках происходит из-за падений с высоты или со строительного оборудования, из-за ударов различными предметами, из-за поражений электрическим током. В данный момент важным является усовершенствование строительных машин для обеспечения более безопасных условий труда, снижения смертности на строительной площадке.

Обеспечение безопасных и благоприятных условий работы – задача социальной приспособленности. Важно совершенствовать строительные машины, чтобы работа с ними была не только высокоэффективна, но и безопасна.

Библиографический список

1. Шишков П.Е. Киберфизические системы в подъемно-транспортном оборудовании.
2. Дроздов А.Н., Немков С.А., Степанов В.В. Определение рациональных параметров компрессионно-вакуумного ударного механизма ручного перфоратора для снижения вибрационной нагрузки на работника // Журнал «Безопасность труда в промышленности». – 2016. – №10. – 4 с. / 1,5 с.

3. Число смертей на российских стройках уменьшилось за последние три года // TACC URL: tass.ru.

4. CONSTRUCTION EQUIPMENT SAFETY TIPS // Holt of California URL: holtca.com.

5. Быков А.Ю. Оптимизация рабочих мест операторов при создании и модернизации строительной и специальной техники // Грузовик. Транспортный комплекс. Спецтехника. – 2017. – №10. – С. 37-40.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДВИЖНОГО ПРОТИВОВЕСА АВТОКРАНА

Козлов А.В., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Капырин П.Д., канд. техн. наук, доцент.

Введение

Повышение темпов промышленно-гражданского строительства требует развития строительной техники. Один из самых распространенных видов строительной техники это стреловые краны на автошасси.

Автомобильные краны представляют собой стреловые краны, которые устанавливаются на пневмоколесное шасси. Обычно в роли шасси выступают существующие грузовые автомобили или автомобили повышенной проходимости. Так же в качестве базы могут быть использованы специальные шасси, для кранов повышенной грузоподъемности. Автокраны способны перемещаться с высокой скоростью (до 60 км/ч), имеют широкий диапазон грузоподъемностей, вплоть до 1000 т. Особенность автокранов – это высокая маневренность, они могут быстро перемещаться между объектами проведения работ. Применяются для строительных, монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Автокраны составляют большую часть парка стреловых самоходных кранов.

Основные цели модернизации

Противовес является важной составляющей автокрана. Представляет собой дополнительный груз. Противовес обеспечивает устойчивость машины в рабочем положении, предотвращая опрокидывание. Он устанавливается на самой отдаленной точке поворотной части крана, в противоположной стороне от стрелы. Для лучшей устойчивости противовес стоит отнести как можно дальше, но при этом возникает проблема. Транспортные ограничения по габаритам грузовых автомобилей не позволяет сделать длинную консольную конструкцию в задней части крана.

Следующая проблема автомобильных кранов – это увеличение грузо-высотных характеристик и уменьшение массы машины, без существенных изменений конструкции и увеличения модельного ряда автокранов. Так же вносит свои ограничения «Технический регламент таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств» [1], [2]. Данный регламент

устанавливает допустимые нагрузки на оси для транспортных средств. Для автокрана максимальная нагрузка на заднюю двухосную тележку составляет не более 16 т. Эти ограничения приводят к тому, что производители стараются уменьшить массу машины, для снижения нагрузки на дорожное покрытие. При этом производитель шасси разрешает нагрузку на заднюю тележку 26 т, а на первую и вторую по 6 т.

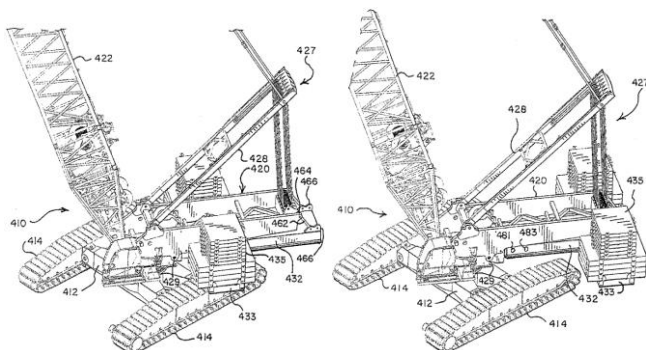


Рисунок 1. Положение противовеса при минимальном и максимальном вылете

Проведя патентный поиск, возникла идея применить перемещаемый противовес в зависимости от вылета. Такой механизм применяется на кранах-трубоукладчиках и порталных кранах. Модернизация должна улучшить грузо-высотную характеристику автокрана, снизить массу противовеса, снизить нагрузку на оси автокрана, без изменения грузоподъемности, а также уменьшить габариты машины в транспортном положении. В основу был взят патент RU 2 556 678 С2, от 10.07.2015 [3]. В данном патенте предлагается использовать подвижный противовес для снижения его массы, его положение зависит от вылета стрелы.

Пример конструкции автокрана с подвижным противовесом

Для модернизации был выбран автокран КС-6478 грузоподъемностью 50 тонн, вылет стрелы до 22 м, высота подъема до 48 м [4]. Общий вид автокрана и основные его составные части [5] приведены ниже.

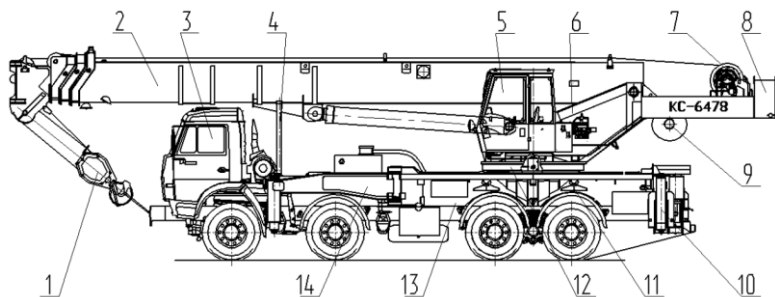


Рисунок 2. Общий вид базовой машины: 1 – обойма крюковая; 2 – стрела; 3 – кабина водителя; 4 – стойка поддержки стрелы; 5 – кабина машиниста; 6 – рама поворотная; 7 – лебедка грузовая; 8 – противовес; 9 – барабан шланговый; 10 – выдвижная опора; 11 – подпятник; 12 – опорно-поворотное устройство; 13 – шасси специальное; 14 – откидная опора

Суть конструкции заключается в установке противовеса 1 на телескопический механизм 3, который перемещается за счет гидроцилиндра 2, степень выдвижения которого зависит от вылета и длины стрелы автокрана. Система управления выдвижения гидроцилиндра должна считывать параметры системы в реальном времени и делать вывод, на сколько надо передвинуть противовес. Телескопический механизм состоит из секций, одна из которых неподвижная, а вторая подвижная, на ней установлен противовес. Секции взаимодействуют между собой через опорные ролики, которые перекатываются по салазкам секций

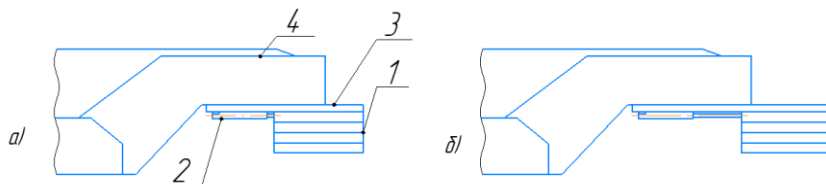


Рисунок 3. Положение секций: а) – положение противовеса при минимальном вылете, б) – положение противовеса при максимальном вылете: 1 – противовес, 2 – гидроцилиндр, 3 – механизм телескопирования, 4 – оголовок поворотной части автокрана

Достоинства и недостатки конструкции

Плюсы конструкции:

- Автокран становится более компактный в транспортном положении;
- Снижение массы противовеса;
- Снижение нагрузки на оси автокрана;
- Улучшение грузо-высотной характеристики автокрана.

Недостатки конструкции:

- Добавление дополнительного гидроцилиндра в систему;
- Необходимость в системе управления.

Заключение

Применение подвижного противовеса позволит улучшить грузо-высотные характеристики автокрана без существенной переработки поворотной части крана. Для дальнейшей увеличения ГВХ необходим прочностной расчет стрелы. Также снизится нагрузка на оси и поворотную раму вследствие уменьшения массы противовеса. Данная модернизация требует незначительных переработок, поэтому может быть установлена на существующие автокраны.

Библиографический список

1. ТР ТС 018/2011. Технический регламент таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств, 2011.
2. Промышленная безопасность при эксплуатации грузоподъемных кранов на специальном шасси автомобильного типа: Сборник документов / Колл. авт. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Ростехнадзора России», 2002 – 272 с.
3. Патент RU 2 556 678 С2 «Подъемный кран с перемещаемым противовесом» – М.:2015. – 78с.
4. Ивановский машиностроительный завод «АВТОКРАН», URL: <https://avtokran.ru/>
5. Руководство по эксплуатации КС-6478, 2015 – 131 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДВУХКАБИННОГО СКОРОСТНОГО ЛИФТА

Кудрявцева Е.Е., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Харламов Е.В., канд. техн. наук, доц.

Лифт – это устройство, предназначенное для транспортирования пассажиров и грузов. Данное средство стало неотъемлемой частью жизни людей. Практически в каждом многоэтажном доме можно столкнуться с такой системой транспортирования людей.

С повышением эксплуатации лифтов появилась потребность в их модернизации. Под модернизацией принимается комплекс работ, направленный на улучшение деталей и узлов системы с целью повышения её качества: безопасности, удобства монтажа, удобства эксплуатации, внешние аспекты кабины купе.

В данной научно-исследовательской работе рассматривается модернизация двухкабинного скоростного лифта.

Скоростные лифты на сегодняшний день пользуются большим спросом. С появлением зданий, превышающих более 100 метров, применение обычных лифтов стало невыгодным из-за времени, занимаемого

на транспортирование людей на последние этажи небоскребов. Внедрение таких платформ для вертикального перемещения пассажиров не только значительно экономит время, но и требует повышенной безопасности.

Двухкабинные или двухэтажные лифты в одной шахте так же предусмотрены для высотных зданий и сооружений. Их преимущество заключается в способности кабин перемещаться отдельно с относительно большой скоростью.

В этой научной статье рассматривается модернизация ловителей для лифтов данного типа с целью повышения системы безопасности. Как известно, ловитель – это устройство безопасности, предназначенное для остановки и удержания подвижных элементов основного устройства при превышении рабочей скорости.

Для скоростных лифтов было предложено использовать ловители колодочного типа. Их принцип работы перекликается с принципом работы колодочного тормоза нормально-замкнутого типа.

Колодка ловителей при включенном электродвигателе не взаимодействует на направляющую, то есть находится в разомкнутом положении, что не дает препятствий для перемещения кабины лифта в вертикальном положении. Замыкание колодок происходит во время остановки лифта на этажной площадке по определенной команде или же в аварийном случае при повышении допустимой скорости, когда питание перестаёт подаваться, то есть электродвигатель отключен. Тем самым колодка прижимается к направляющей и воздействует на нее, создавая силу трения, что в последствии приводит кабину в неподвижное состояние.

Преимущества таких ловителей заключается в следующем:

– ловитель такого типа можно применять на различных видах лифтах: как на лифтах с обычной скоростью, так и на лифтах с высокими эксплуатационными скоростями.

– прост в эксплуатации и удобен для ремонта, нет необходимости менять весь ловитель, а можно лишь заменить саму колодку.

– позволяет кабину опустить или поднять до ближайшей этажной площадки при аварийной ситуации.

– высокая точность торможения, точность срабатывания.

При разработке данной модернизации внимание было обращено на следующие патенты:

Патент №2495814 – Лифт с двумя кабинами.

Изобретение относится к лифту с двумя кабинами, перемещающимися независимо друг от друга по общей направляющей.

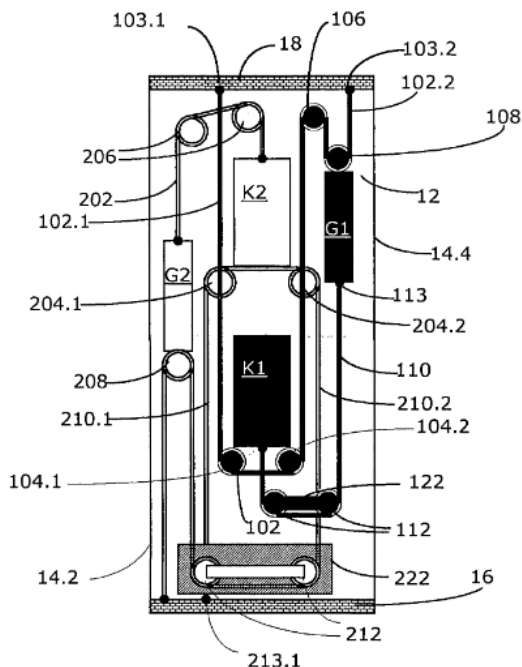


Рисунок 1. Схема расположения кабин в шахте лифта: K1, K2 – кабины; 102, 202 – несущее-тяговое устройство; G1, G2 – противовесы; 110, 210 – нижний канат; 104, 224 – утяжелитель; 213 – крепление каната.

Такие лифты с двумя или большим количеством кабин в одной шахте предусмотрены, прежде всего, для зданий высотой более 100 метров.

Поэтому задачей данного изобретения является создание лифта с несколькими и более кабинными площадками в одной шахте, с помощью которого повышается эксплуатационная способность с предусмотренной для этого высокой безопасностью.

Патент № 2673298 – Ловитель для лифта.

Целью данного изобретения является сокращение времени включения ловителя и возможность возвращения в исходное состояние.

В представленном ловителе тормозным элементом выступает тормозной клин, который имеет тормозную поверхность. В момент торможения клин своей тормозной поверхностью вступает в контакт с ответной поверхностью. После прижатия тормозного клина тормозной поверхностью к ответной поверхности данный элемент самостоятельно втягивается в соответственно выполненное клиновое отверстие ловителя.

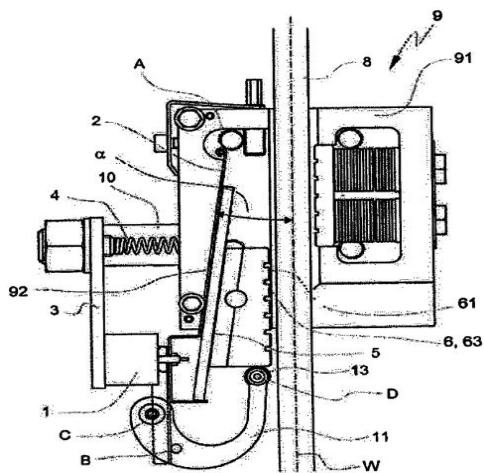


Рисунок 2. Ловитель в эксплуатационном состоянии: 1 – электромагнит, 2 – направляющий элемент, 3 – плита, 4 – винтовая пружина, 5 – сепаратор, 6 – тормозной элемент, 9 – ловитель, 10 – втулка, 11 – активирующий элемент, 13 – ролик, 61 – тормозная поверхность, 63 – тормозной клин, 91 – тормозной корпус, 92 – нажимная поверхность.

Библиографический список

1. Волков Д.П. Атлас конструкций лифтов / Д.П. Волков, А.А. Ионов, П.И. Чутчиков: учеб. пособие. М.: ООО «Издательство АСВ», 2003. 156 с.
2. Лифты. Учебник для вузов / Г.Г. Архангельский, Д.П. Волков, Э.А. Горбунов [и др.] / ред. Д.П. Волков. Москва: ООО «Издательство АСВ», 1999. 480 с.
3. Иоффе Е.Я. Высокоскоростные лифты. М.: Стройиздат, 1988. 92 с.
4. Бродский М.Г., Вишневецкий И.М., Грейман Ю.В. Ремонт, модернизация и эксплуатация лифтов: Изд. 2-е, перераб. и доп., М.: Стройиздат, 1968. 310 с.
5. Библиотека патентов на изобретения [Электронный ресурс]. М.: Федеральный институт промышленной собственности, Режим доступа: <https://www1.fips.ru/>.
6. Шарапов Р.Р., Мамедов А., Степанов М.А., Харламов Е.В. Шагающее ходовое оборудование стрелового самоходного крана грузоподъемностью свыше 100 т повышенной проходимости и мобильности // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 5. С. 5-11.
7. Степанов М.А., Тургунова Е.Н. Исследование дефектов башенных кранов // Механизация строительства. 2014. № 12 (846). С. 17-19.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ

Кузьмицкая П.А., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Шарапов Р.Р., профессор, д-р техн. наук

Дорожное строительство является приоритетным направлением развития России. Одним из самых распространенных материалов для строительства дорог является известняк.

Для его дробления и тонкого измельчения применяются различные измельчители [1-3] и наиболее распространенной в этом ряду являются щековые дробилки со сложным движением щеки.

Однако, существенным недостатком таких установок является повышенный износ рабочих поверхностей, обусловленный особенностью их работы.

Для решения вопроса повышения эффективности их работы нами проведен патентный поиск, который выявил следующие направления совершенствования их конфигурации.

Патент № RU 2 478 432 С1 [4] «Щековая дробилка со сложным движением щеки» (рисунок 1). Цель этого изобретения является повышение коэффициента трения между щеками, понижение шума и обеспечение равномерности продуктов дробления не только по фракции, но и по площади, по сравнению с дробилкой с простым движением щеки.

Но, к сожалению, данная модернизация имеет ряд недостатков, связанных с высоким износом дробящих плит, впоследствии понижение экономических и производительных характеристик.

Как правило, быстро приходящими в негодность деталями щековой дробилки являются щеки-пластины, чтобы этого избежать и продлить их срок службы по периметру дробящей щеки делаются по определенной конфигурации рифления.

Патент № RU 2 369 438 С1 [5] «Плита дробящая щековой дробилки» (рисунок 2). Его суть заключается в том, что в поперечных сечениях рифления образуют треугольники с определенной круглой вершиной, а в длину выполнены волнистой формой. Данный тип рифления используется для увеличения производительности. Но, при использовании в процессе дробления таких плит с треугольными рифлениями происходит быстрое изнашивание и затупление этих самых рельефных вершин, увеличиваются радиусы давящих поверхностей и усилие сжатия (мощность), которая нужна для того, чтобы разрушить куски породы.

В итоге, каждый из патентов несомненно имеют большой ряд преимуществ, а для решения их недостатков мы предлагаем альтернативный вариант модернизации неподвижной щеки с целью уменьшения износа и увеличения экономических и эксплуатационных показателей.

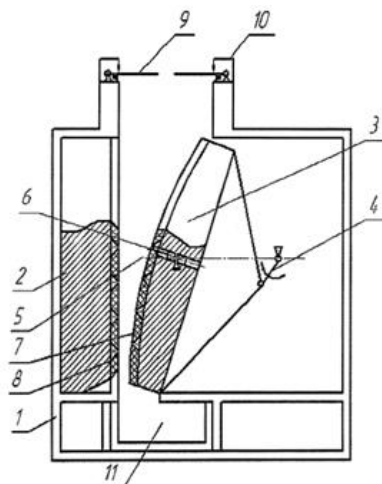


Рисунок 1. Щековая дробилка со сложным движением щеки: 1 – станина; 2 – неподвижная щека; 3 – подвижная щека; 4 – кривошип; 5 – паз; 6 – ползун; 7 – резиновое покрытие; 8 – шипы; 9 – подпружиненные створки; 10 – упор; 11 – бункер приема

Эта модернизация предполагает, что неподвижная щека в результате конструктивных изменений становится подвижной, т.е. дробилка с сложными движениями щеки преобразовывается в дробилку с двумя подвижными щеками.

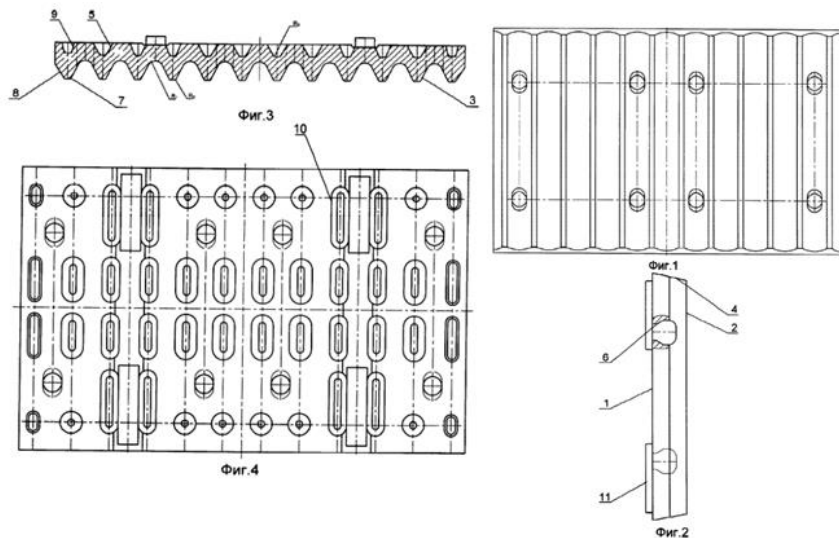


Рисунок 2. Предлагаемая плита дробящая щековой дробилки

На рисунке 3 приведена конструктивная схема дробилки, вид сбоку в разрезе.

Данная дробилка имеет корпус 1, в котором 2 – передняя дробящая щека с футеровочной плитой 3 и задняя приводная дробящая щека 4. Эксцентриковый вал 6, приводящий щеку 4 и футеровочную плиту 5 в сложное движение, а снизу щека 4 упирается на наклонную распорную плиту 7. Так же, щека 2 упирается на распорные плиты 8, которые горизонтально зафиксированы, а также, выполняющие назначение направляющих вертикальных движений этой щеки.

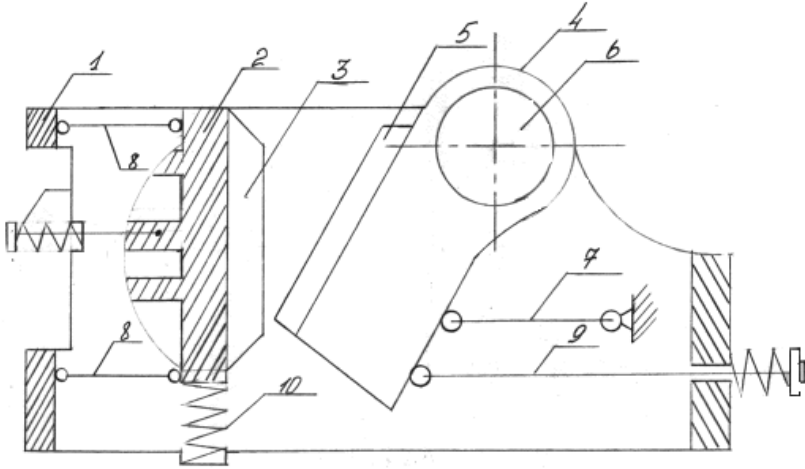


Рисунок 3. Конструктивная схема модернизированной щековой дробилки

Силовое замыкание кинематических звеньев осуществляется узлами 9, которые называются замыкающими устройствами, состоящие из тяг и пружин. Через упругие элементы 10 щека 2 подпружинена относительно корпуса в вертикальном направлении.

В ходе работы дробилки при вращении эксцентрикового вала, исходный материал раздавливается между щеками 2 и 4. Горизонтальная составляющая хода щеки 4 совершает относительно сложное эллипсоидное движение, вследствие которого происходит раздавливание кусков материала вверх и вниз и воспринимается распорными плитами, как усилие сжатия, а вертикальная составляющая приводит щеку 2 через измельчаемый материал (силами трения) в колебание синхронным колебанием щеки 4.

Благодаря такому воздействию щёк существенно снижаются треботехнические показатели дробящих плит, что приводит к повышению износостойкости рабочего оборудования и обеспечивает повышение экономичности в эксплуатации.

Библиографический список

1. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. К вопросу об разрушении материалов. Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 5-8.
2. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие. Белгород, 2014.
3. Богданов В.С., Семикопенко И.А., Шарапов Р.Р., Масловская А.Н. Дезинтегратор. Патент на изобретение RU 2291745 С1, 20.01.2007. Заявка № 2006107482/03 от 10.03.2006.
4. Патент № RU 2 478 432 С1 «Щековая дробилка со сложным движением щеки».
5. Патент № RU 2 369 438 С1 «Плита дробящая щековой дробилки».

ЛОВИТЕЛИ СКОРОСТНЫХ ЛИФТОВ

Куренков К.М., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Харламов Е.В., канд. техн. наук, доц.

Лифт – грузоподъемная машина, предназначенная для перемещения пассажиров и грузов по вертикальным направляющим. Одними из разновидностей лифтов по назначению являются пассажирские, грузовые и грузопассажирские лифты. В свою очередь они бывают тихоходные (до 1 м/с), быстроходные (1 – 2 м/с), скоростные (2 – 4 м/с) и высокоскоростные (свыше 4 м/с) [1-3].

Для обеспечения безопасности пассажиров и грузов, находящихся внутри кабины, используются устройства, называемые ловителями. Ловители предназначены для остановки и удержания в неподвижном состоянии кабины лифта в случае аварийного превышения скорости или при обрыве тяговых элементов.[4] Ловителями может быть оборудована как сама кабина лифта, так и ее противовес.

В настоящее время в лифтостроительной отрасли работают над расширением арсенала ловителей с целью решения следующих проблем:

- повышение безопасности лифтового оборудования;
- надежности срабатывания ловителей;
- уменьшение усилия съема кабины (противовеса) с ловителей.

Для решения вышеописанных проблем за основу был взят патент RU2 718 706 С1. Опубликовано: 14.04.2020. Автор: Бердников Антон Дмитриевич. Ловитель [5]

Проблема повышения безопасности лифта решается посредством внедрения в конструкцию скоростного лифта двухстороннего ловителя (Рис.2), на корпусе которого закреплены эксцентриковая защелка и подпружиненная тормозная колодка. Тормозная колодка состоит из направляющих осей, на которых устанавливаются тарельчатые пружины, позволяющие регулировать тормозное усилие, прижимной планки и

колодки. На корпусе эксцентриковой защелки установлены две призмы, которые подпружинены посредством пакета тарельчатых пружин и шайбы (пластины), которые позволяют регулировать зазор между призмой и тормозной колодкой.

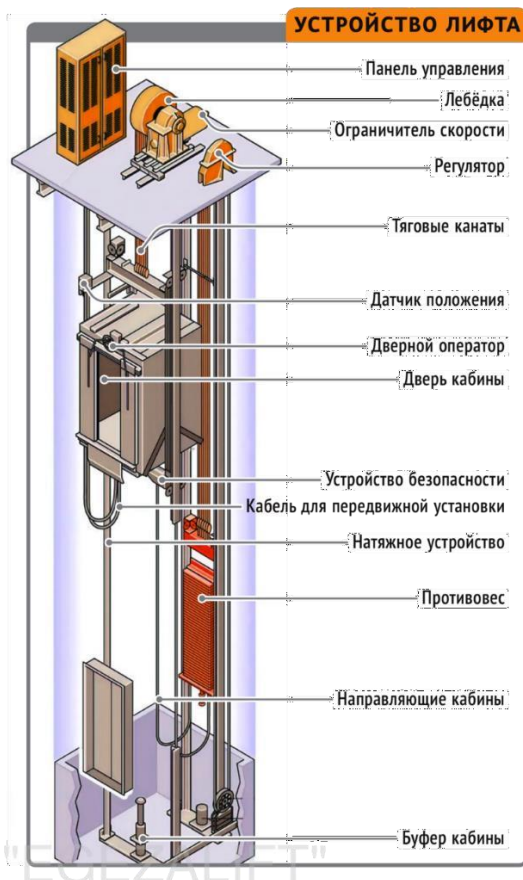


Рисунок 1. Устройство лифта

На рис.3 показан механизм включения ловителей. В систему синхронизации ловителей встроена возвратная пружина, которая предотвращает включение ловителей при незначительных толчках и вибрациях. При превышении лифтом допустимой скорости тяговый элемент перемещает рычаг, который выводит эксцентрик из исходного положения. Он касается зубьями своей рабочей поверхности направляющей, и благодаря возникающей силе трения происходит его самозатягивание и прижатие

тормозной колодки к направляющей. Синхронное включение ловителей с двух сторон обеспечивается системой рычагов и валом синхронизации.

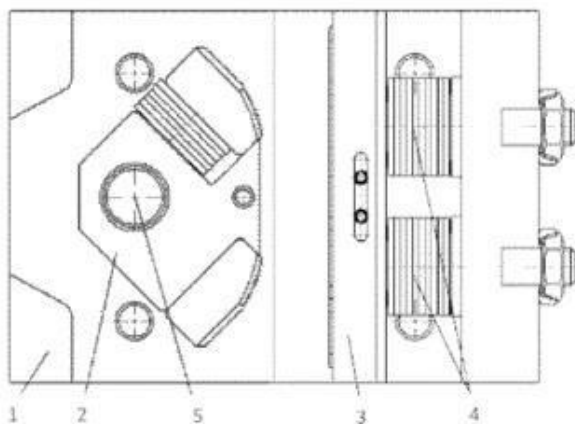


Рисунок 2. Общий вид ловителя: 1 – корпус, 2 – эксцентриковая защелка, 3 – тормозная колодка, 4 – пакет тарельчатых пружин, 5 – вал

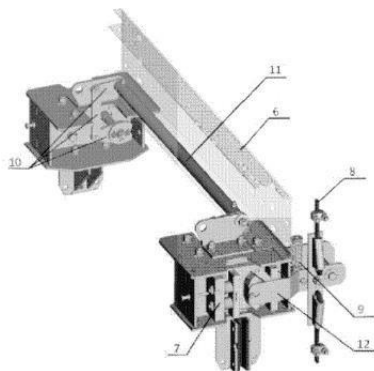


Рисунок 3. Механизм включения ловителей: 6 – нижняя балка кабины, 7 – ловитель, 8 – тяговый элемент, 9 – возвратная пружина, 10 – система рычагов, 11 – вал синхронизации, 12 – рычаг троса

Для уменьшения усилия съема кабины (противовеса) лифта с ловителями в конструкции предусмотрена подвижная тормозная колодка, которая имеет способность смещаться из нейтрального положения вниз и вверх. При снятии кабины лифта с ловителями колодка перемещается в направлении, противоположном движению лифта и вернется в исходное положение, эксцентрик же, в свою очередь, выйдет из зацепления.

Предложенная нами конструкция ловителей лифта помогает решить проблемы повышения безопасности работы лифта за счет способности

срабатывать как при движении вверх, так и вниз, а также повышения коэффициента трения в момент самозатягивания, снижения усилия снятия кабины лифта с ловителей благодаря использованию подвижной тормозной колодки и повышения надежности срабатывания вследствие применения пакетов тарельчатых пружин.

Библиографический список

1. Лифты. Учебник для вузов / Г.Г. Архангельский, Д.П. Волков, Э.А. Горбунов [и др.] / ред. Д.П. Волков. Москва: ООО «Издательство АСВ», 1999. 480 с.
2. Монтаж лифтов / М.И. Васильев, М.Г. Бродский. Москва: Стройиздат, 1975. 225 с.
3. Эксплуатация лифтов: Вопр. и ответы: Справочник / А.А. Полетаев. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Стройиздат, 1991. 207 с.
4. Устройство, техническое обслуживание и ремонт лифтов: Учебник для нач. проф. образования / С.Б. Манухин, И.К. Нелидов. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 336 с.
5. Бердников А.Д. Ловитель. Патент на изобретение RU 2 718 706 С1, 14.04.2020. Заявка: 2019130479, 07.11.2019.
6. Шарапов Р.Р., Мамедов А., Степанов М.А., Харламов Е.В. Шагающее ходовое оборудование стрелового самоходного крана грузоподъемностью свыше 100 т повышенной проходимости и мобильности // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 5. С. 5-11.
7. Степанов М.А., Тургунова Е.Н. Исследование дефектов башенных кранов // Механизация строительства. 2014. № 12 (846). С. 17-19.

РАЗРАБОТКА ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ РАЗГРУЗКИ

Маркевич В.Н., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Шарапов Р.Р., д-р техн. наук, профессор

Введение

Основным транспортным устройством в технологиях производства строительных материалов является пластинчатый конвейер. Он позволяет транспортировать крупнокусковые, острокромочные и горячие материалы. Они широко используются при подаче таких материалов в дробилки, мельницы и т.д [1-3]. Однако они обладают существенным недостатком, таким как невозможность промежуточной разгрузки.

Таким образом, задача совершенствования конструкции пластинчатых питателей весьма актуальна.

Основная часть

Для определения путей совершенствования пластинчатых конвейеров. Нами был произведен патентный поиск.

RU 2 488 540 С1. Опубликовано: 27.07. 2013. Автор: Тарасов Дмитрий Юрьевич. Пластинчатый конвейер для криволинейных трасс.

Пластинчатый конвейер [4] имеет сложную конструкцию, увеличенную высоту става, большое число оснащенных подшипников вращающихся элементов и повышенную удельную металлоемкость.

Решение: в пластинчатом конвейере ось каждого ролика и опорные поверхности направляющих расположены с подъемом в сторону от продольной оси конвейера, а поверхности направляющих для роликов на холостой ветви пластинчатой ленты установлены с наклоном в противоположную сторону под таким же углом

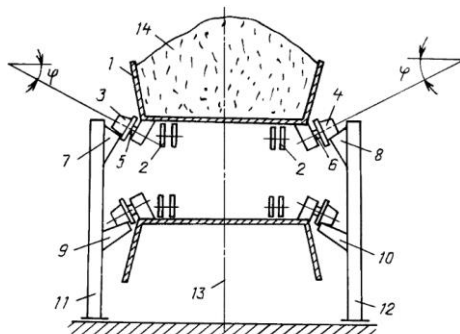


Рисунок 1. Пластинчатый конвейер для криволинейных трасс: 1 – настил; 2 – одноцепного или двухцепного тягового органа; 3,4 – ходовые катки; 5,6 – оси; 7,8 – направляющие грузонесущей ветви лент; 9,10 – направляющие холостой ветви ленты; 11,12 – стойки; 13 – продольная ось конвейера; 14 – груз

Недостатки: сложность конструкции, приводящая к снижению надежности особенно в условиях тяжелой эксплуатации и высоких нагрузках.

RU 2 494 030 C1. Опубликовано: 27.09. 2013. Автор: Тарасов Дмитрий Юрьевич. Пластинчатый конвейер[5].

Недостатками ПК с промежуточными приводами являются сложность конструкции, связанная с необходимостью обеспечить контакт поворотных кулаков с втулками цепей.

Решение: любой промежуточный привод в ПК выполнен в виде двояной или одинарной приводной звездочки, кинематически связанной с размещенными вдоль продольной оси конвейера звездочками равного с приводной звездочкой диаметра с возможностью постоянного контакта зубьев приводной звездочки и кинематически связанных с ней звездочек с двумя или одной цепью ленты.

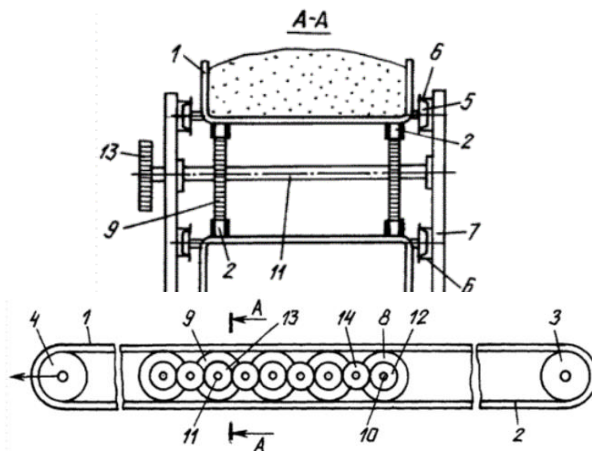


Рисунок 2. Пластинчатый конвейер: 1 – пластинчатая лента; 2 – тяговая цепь; 3 – приводная звездочка; 4 – натяжная звездочка; 5 – ходовые катки; 6 – направляющие; 7 – стойки; 8 – приводные звездочки; 9 – зубчатое колесо; 10,11 – вал; 12,13 – зубчатые колеса; 14 – промежуточные зубчатые колеса

Недостатки: сложность конструкции, удорожающая ее, а также большая масса. Все это не способствует повышению надежности конструкции.

RU 2 494 029 C1. Опубликовано: 27.09. 2013 Автор: Тарасов Дмитрий Юрьевич. Крутонаклонный пластинчатый конвейер[6].

Недостатками пластинчатого конвейера являются ограниченный угол наклона конвейера по причине расположенных наклонно стенок коробов, по этой же проблеме ограничена производительность конвейера.

Решение: преграды крепятся на стойках перпендикулярно к основанию пластинчатой ленты плоских перегородок.

Недостаток: представленная модернизация не решает проблему промежуточной разгрузки [7].

Представленные выше варианты не решают озвученную проблему, поэтому нами предложена конструкция пластинчатого конвейера, позволяющая осуществлять частичную промежуточную разгрузку транспортируемого материала по разным точкам или объектам.

Суть разработки заключается в следующем:

Исходный материал после дробилки первой стадии для дальнейшего измельчения направляется в дробилку второй стадии измельчения.

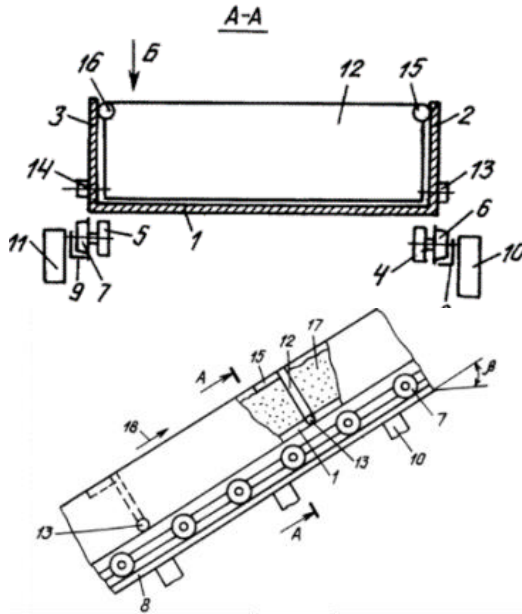


Рисунок 3. Крутонаклонный пластинчатый конвейер: 1 – настил; 2,3 – борта; 4,5 – тяговые цепи; 6,7 – ходовые катки; 8,9 – направляющие; 10,11 – стойки; 12 – плоские перегородки; 13,14 – шарниры; 15,16 – упоры; 17 – транспортируемый груз; 18 – направление транспортирования грузонесущей ветви конвейера

Учитывая ее меньшие размеры, то и производительность ее меньше. (производительность щековой дробилки ЩДП 12×15 равна 310 т/ч, а производительность конусной дробилки КСД 1750Т равна 100-190 т/ч). Чтобы материал попадал в одну дробилку у нас ящики выполнены чередующимися с откидным днищем 1 и без (рис. 4). Соответственно в одну дробилку попадает материал с открывающегося днища, а в другую с конца конвейера. Таким образом мы делим поток на две части. Открывается пластина за счет петель 2, соединяющих открывающееся днище с ящиком. Ходовые катки 3цепей днища перемещаются по своим направляющим 4. При этом направляющие катков днища вместе разгрузки имеют криволинейную траекторию для разгрузки материала. Таким образом можно обслуживать две дробилки одним типом конвейера.

Заключение

Приложенная конструкция пл. питателя значительно упростила схему транспортных потоков в цеху дробления горных пород.

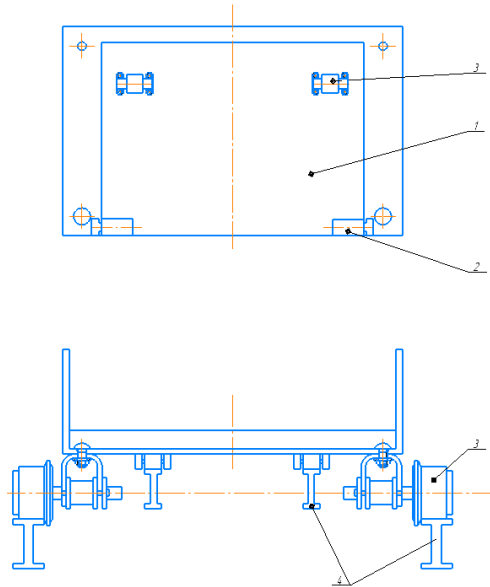


Рисунок 4. Ящик с откидным дном

Библиографический список

1. Богданов В.С., Семикопенко И.А., Шарапов Р.Р., Масловская А.Н. [Дезинтегратор](#). Патент на изобретение RU 2291745 С1, 20.01.2007. Заявка № 2006107482/03 от 10.03.2006.
2. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. [К вопросу об разрушении материалов. Механизация строительства](#). 2017. Т. 78. № 11. С. 5-8.
3. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. [Теория наземных транспортно-технологических машин](#). Учебное пособие. Белгород, 2014.
4. Тарасов Д.Ю. Пластинчатый конвейер для криволинейных трасс. Патент на изобретение RU 2 488 540 С1, 27.07.2013. Заявка: [2012107122/11](#), 27.02.2012.
5. Тарасов Д.Ю. Пластинчатый конвейер. Патент на изобретение RU 2 494 030 С1, 27.09.2013. Заявка: [2012132343/11](#) от 27.07.2012
6. Тарасов Д.Ю. Крутонаклонный пластинчатый конвейер. Патент на изобретение RU 2 494 029 С1, 27.09.2013. Заявка: [2012123035/11](#), 04.06.2012.
7. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Степанов М.А. [Метод разделения железосодержащего минерального сырья. Научное обозрение](#). 2013. № 12. С. 99-101.

ПРОХОДКА ТУННЕЛЕЙ ПОД ВОДОЙ. ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДИКА

*Молодецкая Ю.С., Михайлова С.С. студенты 3 курса 62 группы ИПГС
Научный руководитель – Дроздов А.Н., доц., к.т.н.*

Введение. Прокладка туннелей – это непростой вид строительных работ, который включает в себя использование дорогостоящих машин и оборудования. Туннель может проходить через различные труднопроходимые участки местности, в частности, под водой.

Для прокладки туннелей используются подводные машины, известных как туннели-проходческие щиты или ТПМК. Проходческие машины весят приблизительно семьсот шестьдесят тонн, а их длина двести пятьдесят метров. В центре машины находятся широкие ножи длиной семь с половиной метров. Принцип работы таков: по мере движения вперед автоматические манипуляторы машины укрепляют мягкую породу с помощью бетонных плит, которые скрепляются цементом, формируя водонепроницаемый бетонный сегмент. Конвейер отводит обломки породы от бурильной головки, а гидравлические домкраты подают ротор вперед со скоростью приблизительно пять метров в час. Труднее всего заставлять эти машины держаться заданного курса. Отклонившись от курса, она уже не могут вернуться обратно.

Состав ТПМК:

1. Режущий орган (ротор)

На ротор устанавливаются режущие инструменты. Привод ротора заставляет вращаться режущий орган.

Для твёрдых пород режущий орган: шарошки.
Для мягких пород режущий орган: резцы.

2. Оболочка ТМПК

Нужна в качестве защиты оборудования и людей, которые находятся внутри щита.

3. Эректор

Выступает в качестве блокоукладчика – собирает кольцо туннеля.

4. Железобетонный тьюбинг

Тьюбинг – это элементы железобетонных колец, которые укрепляют туннель.

5. Тельфер для подачи тьюбингов (кран-перегрузатель).

Отвечает за транспортировку тьюбингов железобетонного кольца.

6. Технологическая тележка

На этой тележке устанавливается оборудование, необходимое для функционирования ТПМК. Например, операторская кабина, двигатель, насосы и тд.

7. Кессонная камера

Выполняет функцию шлюза, когда необходима замена режущих инструментов. Эта замена проводится в условиях повышенного давления.

8. Вентиляционный канал

Доставляет воздух с поверхности земли.

9. Проходческие домкраты

С помощью них ТПМК продвигается вперед, отталкиваясь от последнего смонтированного железобетонного кольца.

Для твердых пород используются как экранированные, так и открытого типа ТПМК для выемки горных пород с помощью дисковых фрез, которые установлены на режущей головке. Порода откалываются, когда дисковый резак прорезает породу под напряжением, создавая трещины. Теперь вынутые породы передаются на ленточный конвейер через отверстия режущей головки. Затем эти камни пропускаются через несколько конвейеров, чтобы извлечь их из туннеля.

ТПМК с мягким грунтом имеет три основных метода бурения:

- 1.) На базе щита с гидравлическим пригрузом забоя;
- 2.) Баланс давления на землю;
- 3.) Открытый тип.

Более подробно остановимся на методе Баланс давления на землю ТПМК (earth pressure balance), так как именно он является наиболее сложным и инновационным.

Это метод проходки грунта, при котором вынутый материал поддерживает поверхность туннеля. Позже он пластифицируется с помощью суспензии таким образом, что становится пригодным для транспортировки.

Машины для балансировки давления грунта обычно применяют, когда давление мягких грунтовых вод составляет около 7 бар, системы наиболее подходят для условий насыщенного и текучего грунта. В этом типе режущей головки используется не только дисковая фреза, но и комбинация режущих долот из карбида вольфрама, лобзиков и твердосплавных дисковых фрез.

Данный метод получил свое название, потому что он использует выкопанный материал для уравнивания давления на забое туннеля. Давление в режущей головке поддерживается за счет управления скоростью извлечения грунта. Добавки, такие как бентонит, полимеры и пену можно вводить перед забоем, чтобы повысить устойчивость грунта, стабилизировать его, чтобы свести к минимуму оседание грунта и предотвратить просадку. Также это уменьшает трение и износ оборудования.

Автоматизированная проходка туннеля с продавливанием трубной конструкции обделки, выполняемая без присутствия людей в выработке. Это метод прокладки трубопроводов и коммуникаций с помощью специальных домкратных станций, когда труба «продавливается» сквозь грунт от одной станции до другой на расстояние до 100-120 м.

Трубный домкрат и трубные секции выдвигаются гидравлической домкратной рамой в пусковой шахте. Сегментный монтажный прибор размещает бетонные сегменты, образуя кольцо для строительства туннеля. ТПМК продвигается из ранее построенного кольца с помощью гидравлических цилиндров, которые оказывают давление на сегменты и упорный блок. Извлеченный грунт из режущей камеры ТПМК удаляется с помощью системы шнековых конвейеров в грязевой ковш транспортировочной установки для удаления из трубопровода. Прицепные

резервные вагоны следуют за ТПК в туннеле и содержат насосы с гидравлическим приводом, электродвигатели, конвейерный подъемник, пост управления оператора, частотно-регулируемые приводы, трансформаторы и оборудование для вентиляции туннеля. Наземными компонентами системы являются контейнеры управления и питания, а также установка для вспенивания и создания суспензии.

Примером сооружения, где использовался данный вид машин ТПК, является туннель под Ла-Маншем (который часто называют туннелем Chunnel или Евро-туннель) представляет собой железнодорожный туннель, который проходит под водой Ла-Манша и соединяет островное государство Великобританию с материковой страной Францией. Этот туннель состоит из двух параллельных железнодорожных туннелей. Между ними - третий, меньший по размеру туннель, который предназначается для технического обслуживания.

Стоит отметить, что для данного уникального проекта использовалось уникальное оборудование, запроектированное исходя из условий проходки Евротонеля. Американская компания «Роббинс», обладая более чем 60 годами инноваций и опыта, являлась основным поставщиком тоннелепроходческих машин.

«Роббинс» построил пять машин для этого проекта, каждая из которых предназначена для геологии туннеля определенной длины. Была разработана новая концепция машины гибридного типа, позволяющую успешно справляться с давлением воды в 10 бар, ожидаемым на самых неблагоприятных участках туннеля.

Прогнозируемое высокое давление воды в складчатых и разломных меловых породах на французской стороне потребовало использования трех машин для балансировки давления грунта.

«Роббинс» построил три машины с системой балансировки давления для французской стороны главного железнодорожного тоннеля. Две машины весом 1100 тонн и диаметром 8,8 м имели тягу режущей головки 19 613 кН и создавали максимальный крутящий момент 12 748 645 Нм и одна машина, несколько меньше отличалась режущей головкой диаметром 5,6 м, тягой режущей головки 39 227 кН и максимальным крутящим моментом 3 510 781 Нм.

Две ТПК с двойным экраном были построены для терминала в Великобритании. «Роббинс» разработал эти машины, чтобы выдерживать нестабильные и разломные породы. Машины диаметром 8,36 м включали 330 миллиметровые резцы и тягу 65 871 кН. Машины генерировали максимальный крутящий момент 5 727 084 Нм.

Туннель под Ла-Маншем, один из самых известных туннелей в мире, значимость этого объекта, бесспорно, одного из чудес инженерной мысли, невозможно переоценить.

Библиографический список

1. Национальное объединение строителей. «Сооружение тоннелей тоннелепроходческими механизированными комплексами с использованием высокоточной обделки», 2011.
2. Сайт компании Robbins [Электронный ресурс]. США: Robbins, Режим доступа: <https://www.robbinstbm.com/>, свободный.
3. Сайт компании Encardio Rite [Электронный ресурс]. Индия: Encardio Rite, – Режим доступа: <https://www.encardio.com/blog/all-about-tunnel-boring-machine-components-types-advantages,свободный/>
4. Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н. Тоннели и метрополитены: Учебник. М.: ТРАНСПОРТ, 1975. 551 с.
5. Валиев А.Г., Власов С.Н., Самойлов В.П. Современные щитовые машины с активным пригрузом забоя для проходки тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях: брошюра. М.: ТА Инжиниринг, 2003. 74 с.
6. Сайт Snip.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://snip1.ru/kak-stroyat-tonneli-metro-i-chto-takoe-tpmk/?ysclid=led5jld2uo892849620>, свободный/

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОНТАЖА КОНСТРУКЦИЙ В ТРУДНОДОСТУПНОЙ МЕСТНОСТИ

Михаль М.С., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Степанов М.А., канд. техн. наук, доц.

Введение

В настоящее время в России постоянно растут объёмы строительных работ. Проблемы, с которыми приходится сталкиваться по мере развития строительных технологий переходят на новый уровень в связи с тем, что развитие технологий приводит к тому, что отрасль начинает решать задачи, с которыми она не сталкивалась при предшествующем уровне развития техники и технологий.

Освоение новых территорий, особенно в труднодоступных зонах, делает крайне проблематичным использование существующей техники, в связи с тем, что техника создавалась для использования в доминирующих (с точки зрения вероятности) условиях эксплуатации. В значительной степени это касается грузоподъёмной техники, которая традиционно использует в качестве опорных оснований грунты распространённых категорий прочности, а также грунты 4-го класса – искусственные основания. В случае использования кранов в труднодоступных зонах или на слабых основаниях, их применение становится труднореализуемым или невозможным в принципе.

Указанное в большей степени соответствует башенным кранам, которые могут использоваться только на подготовленной площадке, либо как стационарные, либо после прокладки подкрановых путей согласно существующим требованиям по промышленной безопасности. Также

следует отметить, что подготовка для башенного крана рабочей площадки приводит к существенному увеличению общей рабочей зоны, что не всегда возможно в стеснённых или иных сложных зонах, а также приводит к зависимости крана от несущих свойств грунта в месте расположения техники. Вопросы доставки конструкции башенного крана также представляют существенную сложность и требуют отдельного анализа [1].

Отмеченное говорит о целесообразности разработки альтернативной башенному крану конструкции, которая может быть использована в труднодоступных зонах, с возможностью беспрепятственной доставки оборудования. В качестве такого оборудования может быть использовано грузоподъёмное оборудование на базе дирижабля или иного летательного аппарата, который может обеспечить долгосрочное расположение оборудования на рабочей площадке.

Основные задачи дирижабля со строительным модулем

Летательный аппарат легче воздуха способен обеспечить производство ряда строительных работ, в задачи которых входит:

1. Перемещение грузов на стеснённых рабочих площадках.
2. Доставка строительных материалов, машин и механизмов на труднодоступные рабочие площадки.
3. Обеспечение автономности строительно-монтажных работ (СМР) в труднодоступных районах.
4. Проведение СМР в местах с повышенными требованиями к охране окружающей среды.

Возможность использовать дирижабль для перемещения грузов на строительных объектах малой площади открывает перспективы его использования в густонаселённых местах и при создании зданий большой этажности, так как для работы устройства не требуется тех же объёмов работ по подготовке строительной площадки.

Возможность переместить машины, механизмы и материалы, необходимые для строительства на объекты, расположенные далеко от логистических мощностей, позволяет использовать устройство в джунглях, тундре, пустынях и т.д.

Автономность СМР выполнима за счёт заложенных конструкционных особенностей летательного аппарата [3], а также благодаря специальным модулям, созданных для разных задач и крепящихся к летательному аппарату и обеспечивающие: СМР, работу строителей, перемещение грузов.

Возможность реализации СМР на участках, имеющих ряд требований по охране окружающей среды обеспечивается в силу следующих факторов:

- летательный аппарат не влияет грунт;
- дирижабль выделяет меньше продуктов сгорания, чем традиционные летательные аппараты.

Устройство и принцип работы модуля строительного дирижабельного (МСД)

Модуль строительный дирижабельный (МСД) – устройство, крепящееся к дирижаблю, позволяющее ему осуществлять подъём и перемещение груза в пределах строительной площадки. Основными узлами модуля являются: крепление МСД к дирижаблю, механизм горизонтального поворота МСД относительно дирижабля, балочная стрела, консоль контргруза, устройство поворота стрелы и консоли контргруза в вертикальной плоскости, механизм подъёма груза, механизм изменения вылета стрелы, якорь, крепление МСД к другому модулю.

Крепление МСД к дирижаблю необходимо для жёсткого закрепления модуля к летательному аппарату (ЛА) (рис.1, 1). Механизм горизонтального поворота МСД относительно дирижабля должен осуществлять поворот стрелы, консоли контргруза и якоря в горизонтальной плоскости (рис.1, 2). Балочная стрела (рис. 1, 3) необходима для перемещения груза в пространстве. Консоль контргруза (рис.1, 4) уравнивает момент, возникающий от сил тяжести, действующих на груз и стрелу. Устройство поворота стрелы и консоли контргруза в вертикальной плоскости (рис.1, 5) обеспечивает синхронный поворот стелы и контргрузной консоли относительно общей горизонтальной оси поворота. Механизм подъёма груза осуществляет подъём груза с помощью троса и лебёдки на заданную высоту (рис.1, 6) Механизм изменения вылета стрелы необходим для перемещения грузовой каретки по балочной стреле. (рис.1, 7). Якорь – механизм, обеспечивающий компенсацию избыточной подъёмной силы дирижабля, состоящий из контргрузной лебёдки, лебёдки регулирования высоты подъёма ЛА и крепления МСД к другому модулю. (рис.1, 8). Крепление МСД к другому модулю необходимо для обеспечения жёсткой связи между якорем МСД и энергетическим или иным блоком.

Преимущества дирижабля перед башенным краном

Согласно выше изложенной информации по башенным кранам и дирижаблям, становятся очевидными преимущества дирижабля со строительным модулем над башенным краном:

1. Сокращение всей площади участка работ, так как МСД не нуждается в организации на грунте своей рабочей площадки.

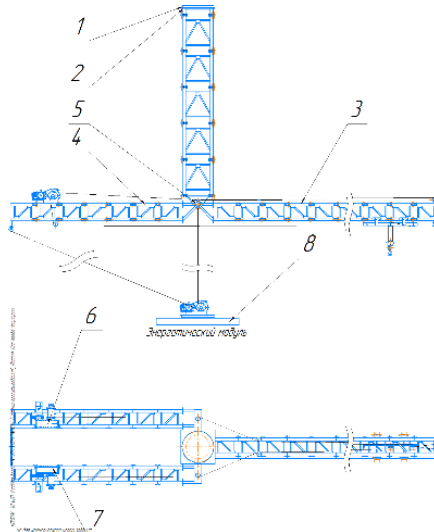


Рисунок 1. Общая схема узлов МСД: 1 – крепление МСД к дирижаблю; 2 – механизм горизонтального поворота МСД относительно дирижабля; 3 – балочная стрела; 4 – консоль контргруза; 5 – устройство поворота стрелы и консоли контргруза в вертикальной плоскости; 6 – механизм подъёма груза; 7 – механизм изменения вылета стрелы; 8 – якорь

2. Значимые свойства грунта не оказывают значительного влияния на работу МСД; МСД не оказывает значительного воздействия на грунт.

3. Использование МСД не повлечёт использование дополнительного транспорта и путей транспортировки грузов к месту использования оборудования.

4. МСД обладает грузоподъёмностью, которая сопоставима с характеристиками наиболее распространённых башенных кранов.

Отдельно необходимо указать, что для линейки отечественных башенных кранов груз, который необходимо поднять, обладает максимальной массой в 10 т [4], когда как у кранов «Liebherr» – около 16 т. Максимальная полезная нагрузка дирижабля, выпущенного в производство, – 100 т (LZ 129 «Гинденбург»). Планируется при дальнейшей разработке ориентироваться на грузоподъёмность в 10 т.

Преимущества дирижабля перед вертолётами

В первом приближении вертолёт выполняет схожие задачи [5], что и дирижабль, обладая при этом большей скоростью. Однако рассматриваемое устройство обладает рядом преимуществ над вертолётом, таки как:

1. Экономичность, так как модуль строительный дирижабельный не затрачивает энергию для поддержания себя в воздухе.

2. Модуль строительный дирижабельный не зависит от наличия взлётно-посадочной площадки и места для хранения топлива.

3. Полезная нагрузка вертолёта значительно меньше.

Отдельно стоит сказать, что наибольшая полезная нагрузка, которую может поднять вертолёт – 20 т (МИ-26).

Заключение

Дальнейшая проработка данной темы включает в себя ряд задач:

1. Расчёт узлов и элементов МСД.

2. Расчёт приводов МСД.

3. Расчёт и формирование электрической схемы МСД.

Выполнение изложенных пунктов поспособствует упорядочиванию устройства и режима работы летательного аппарата с МСД, что позволит в будущем заменить в ряде случаев башенные краны.

Библиографический список

1 Михаль М.С. Использование дирижаблей в качестве грузоподъёмной машины / Дни студенческой науки [Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации

2 Подъёмно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций. Учебное пособие для технических вузов. Издание третье, переработанное и дополненное / А.А. Вайнсон. М.: ООО «Издательский дом Альянс», 2009.

3. Воздухоплавание в изобретениях / Ю.С. Бойко. М.: «Транспорт», 1999. 352 с., 332 ил., 7 табл., 7 назв. библиогр.

4. Кто есть кто на рынке спецтехники. URL: <http://www.cdminfo.ru/spetstehnika/stroitel'naya-tehnika/2.1.-bashennyie-kranuyi-kb.html> (дата обращения 22.02.2022).

5 Большая советская энциклопедия. URL: <https://gufo.me/dict/bse/%D0%92%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%91%D1%82> (дата обращения 22.02.2022).

МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

Морозов М.А., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Густов Д.Ю., канд. техн. наук, доц.

Введение

Машиностроение является неотъемлемой частью организации подготовительных и строительных работ. Вызовы, с которыми сталкивалось человечество по мере своего развития, вынуждали людей проектировать различные устройства для облегчения своего труда. Говоря о машиностроении, в качестве одного из таких устройств можно выделить фронтальный погрузчик.

Фронтальный погрузчик – универсальная самоходная спецтехника, разновидность ковшового погрузчика, предназначенная для захвата, погрузки и транспортировки различных материалов, а также для выполнения карьерных и землеройных работ. Особенности конструкции позволяют ему набирать в ковш с любой горизонтальной поверхности. [1] Фронтальный погрузчик способен транспортировать грузы, буксировать различное оборудование на небольшие расстояния. Основным рабочим оборудованием погрузчика является ковш, закреплённый на конце подъёмной стрелы. Также для ряда моделей предусмотрено сменное оборудование (крановые крюки, гуськи, вилы, ковши различной вместимости, вилки для одиночных грузов, захваты для брёвен, снегоочистители, двухчелюстные ковши и пр.) Поворот рабочего органа относительно стрелы осуществляется с помощью гидроцилиндров поворота, тяг и коромысел. Они предназначены для погрузки на транспортные средства сыпучих и кусковых грузов. Погрузчики так же могут быть оборудованы специальными устройствами для монтажных, зачистных, планировочных, снегоуборочных и прочих работ [2]. Для расширения проводимых работ используют различное навесное оборудование, которое делится на 4 типа: землеройное, грузоподъёмное, снегоуборочное и вспомогательное [3]. Фронтальным погрузчиком пользуются на большинстве строительных площадках, в складской деятельности.

Однако наряду с преимуществами, существуют недостатки. Для разворота фронтального погрузчика требуется большая площадка. Помимо этого, двигатели этих машин работают на дизельном топливе, что пагубно влияет на экологию.

Все указанные проблемы позволяют задуматься о модернизации фронтального погрузчика, с целью повышения маневренности, экологичности.

Я предлагаю модернизировать фронтальный погрузчик колесами Илона, перевести тип силовой установки на электрический, добавить возможность удаленного управления машиной.

Устройство колеса Илона

Колесо Илона – роликонесущее колесо, позволяющее транспорту двигаться в любом направлении. Конструкция колеса Илона представлена на рис. 1. [4]

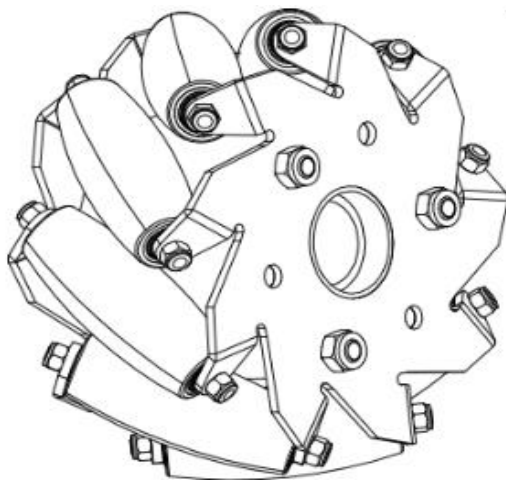


Рисунок 1. Конструкция колеса Илона

Данная конструкция предполагает расположение прорезиненных роликов под углом в 45 градусов. Благодаря системе колес Илона, и их верной настройке, машина способна перемещаться во всех направлениях.

Способность перемещаться во всех направлениях, а также возможность поворота на месте позволит фронтальному погрузчику работать в стесненных условиях, таких как склады, узкие пространства, небольшие строительные площадки, принцип обеспечения направления движения предствален на рис.2.

Кроме того, колеса Илона обладают рядом преимуществ, по сравнению с гусеничным и пневмоколесным транспортом:

1. Конструкция колес позволяет вращаться на месте при минимальной силе трения и низком вращательном моменте.
2. Отсутствие существенного повреждения поверхности передвижения.

Преимущества модернизированного фронтального погрузчика

Способность перемещаться во всех направлениях, а также возможность удаленного доступа открывает широкий спектр возможностей. В частности, такое устройство становится возможным использовать на строительных площадках, расположенных в:

- биологически зараженных местах;
- радиационно зараженных местах;

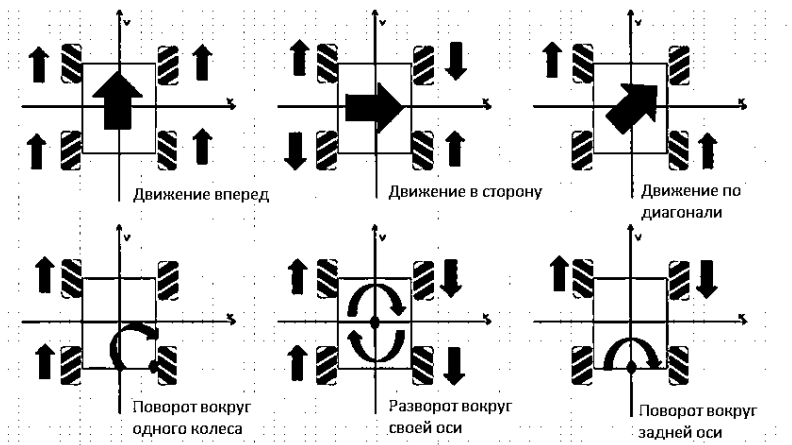


Рисунок 2. Принцип обеспечения направления движения машины с колёсами Илона [5]

- местах с трудным доступом к горючему топливу;
- узкой городской застройке.

Во все эти места фронтальный погрузчик может добраться, либо самостоятельно, либо под управлением оператора.

Благодаря электрификации силовой установки упрощается сбор технической данных для обслуживания, ремонта и диагностирования машины. Кроме того, электрификация упрощает возможность управления машиной удалено.

Обеспечение удаленного управления фронтальным погрузчиком гарантирует безопасность оператора в неблагоприятных условиях среды, не получая:

- радиационного заражения;
- биологического заражения.

Помимо этого, удаленный доступ обеспечит возможность управления фронтальным погрузчиком людям с ограниченными возможностями, что обеспечит увеличение рабочих мест.

Проведение земляных, погрузочно-разгрузочных работ в местах с повышенными требованиями к охране окружающей среды возможно благодаря техническим особенностям фронтального погрузчика:

- фронтальный погрузчик слабо деформирует грунт;
- фронтальный погрузчик не производит продуктов горения.

Модернизация фронтального погрузчика

Возможна модернизация, направленная на повышение манёвренности погрузчика и снижение экологического вреда, связана со следующим:

– заменой существующего привода на электрический с новыми редуктором и распределительными и соединительными элементами;

- установкой колёс Илона вместо существующих;
- адаптацию рамной конструкции под производимые изменения.

В качестве базовой модели существующего погрузчика выбираем Кировец К702, внешний вид которого представлен на рис. 3. Данная модель была выбрана в связи с тем, что она является одной из наиболее распространённых машин отечественного производства.

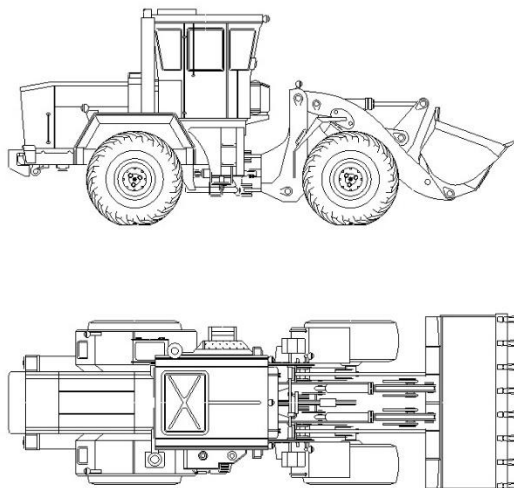


Рисунок 3. Кировец К702

Преимущества модернизации фронтального погрузчика

Исходя из выше сказанного о модернизации можно выделить ряд преимуществ перед обычным фронтальным погрузчиком:

1. Манёвренность.
2. Работа модернизированного фронтального погрузчика будет меньше повреждать грунт.
3. Экологичность благодаря электрическому двигателю.
4. Обеспечение безопасности оператора в случаях работы на местах техногенных катастроф.

Стоит заметить, что модернизация не потребует много времени и обеспечит быструю смену парка машин, не изменяя основных технических характеристик фронтального погрузчика. Кроме того, позволит экономить на топливе, работая на электричестве.

Выводы и рекомендации

В результате выполненной работы можно констатировать:

1. Проведённый анализ возможных модернизаций фронтальных погрузчиков с целью повышения их манёвренности может быть реализован

посредством установки колёс Илона с сопутствующей модернизацией рамной конструкции и привода погрузчика.

2. Установка колёс Илона является инновационным шагом, который ранее не применялся для фронтальных погрузчиков.

3. Отдельное внимание при модернизации погрузчика должно быть уделено вопросам безопасности его эксплуатации, в связи с тем, что в настоящее время отсутствуют нормы правил техники безопасности при эксплуатации машин, оборудованных колесами Илона.

Реализация перечисленных вопросов позволит обезопасить людей при работе на тяжелой технике на местах техногенных катастроф. Улучшит экологическую ситуацию в мире. Позволит данной машине работать на ранее недоступных строительных площадках.

Библиографический список

1. Сайт Википедия [Электронный ресурс] Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Фронтальный_погрузчик, свободный.

2. Строительные машины; Учебник / Волков Д.П., Крикун В.Я. Издание второе, перераб. и доп. 376 стр. с илл.

3. Машини для земляних робіт: Підручник /Л.А. Хмара, С.В. Кравець, М.П. Скоблюк та ін; за заг. ред. д.т.н., проф. Л.А. Хмари, та д.т.н., проф. С.В. Кравця. Х.: ХНАДУ, 2014 548 с.

4. Сайт Википедия [Электронный ресурс] Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Колесо_Илона, свободный.

5. Сайт онлайн справочника [Электронный ресурс] Режим доступа: https://wikihandbk.com/wiki/Электронный_компонент:Серия_наборов_4WD_Mecanum_Wheel_Robot_Kit, свободный.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ЛИФТОВ В РОССИИ

Мухитова О.И., студент 3 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Харламов Е.В., канд. техн. наук, доц.

В 2021 году потребность российского рынка в лифтах воспринималась в 46 тыс. единиц. В данный момент в РФ трудятся больше 20 российских изготовителей такового оснащения, практически 30% лифтов в минувшем году было импортировано по этой причине, докладывали раньше в Минпромторге. По сведениям министерства, на лифты из Европы, USA и иных западных государств довелось 13% и ещё 15% – на Белоруссию.

В первом полугодии 2022 года, по сведениям вебсайта Федеральной службы по аккредитации, в стране было задекларировано (подтверждено соотношение при вводе в эксплуатацию) практически 15,5 тыс. лифтов, из них 10,5 тыс. изготавливают в РФ.

Для изготовления всецело российских высокоскоростных лифтов надо создать долю узлов, которые пока же импортируют и в стране не отпускают. Их разработка стимулируется как за счет ухода с рынка западных

изготовителей, так и, например, с помощью научно-исследовательских и конструкторских разработок Минпромторгом.

Как данным из размещенных Росстатом статистических данных в РФ в 2020 году было произведено 29,3 тыс. лифтов.

Главные клиенты лифтов – строй фирмы. Еще продукция популярна между торговыми центрами, которые покупают грузоподъемники, и юрилиц, оснащающих офисные строения.

Импортозамещение стало животрепещущим в целом ряде секторов экономики России. Программу правительство РФ актуализировало впоследствии того, как кое-какие государства ввели финансовые наказания и лимитирование стали следствием начавшейся 24 февраля спецоперации РФ на Украине.

По причине подъема цены металлов и электротехнической продукции с начала 2022 года случилось наращивание цены лифтового оснащения. В реальное время стоимости поставщиков на металл и металлопродукцию стабилизировались, а себестоимость в мае прошла пик подъема и на этот момент мы можем следить ее понижение.

В начале августа "Коммерсантъ", со ссылкой на данные Росстата, заявил, что создание лифтов в РФ в первом полугодии 2022 года понизилось на 40% в годичном измерении, за это время как прежде росло на 16-18% в год. Основные участники рынка отметили уход западных изготовителей и понижение совместного размера стройки (и, как последствие, спроса на лифты).

Так как общепризнанный, в нашей стране, срок эксплуатации лифтов общегражданского предназначения измеряется 25 годами, то ясно, собственно, что за это время начали испытывать срок неопасной эксплуатации не лишь только ветхие лифты, но и в том числе и возобновил поставленные. В итоге столкнулись с прецедентом надобности неотложной замены в пределах 40% имеющегося лифтового парка государства, а это формирует некоторое количество сот тыс. лифтов.

По сведениям отчета Комитета по аналитике и статистике Национального лифтового союза (НЛС, доклад есть в постановлении Forbes), каждый год в РФ вводится в использование больше 40 000 лифтов: в 2020 году данная цифра составила 44 013 лифтов, в 2021-м – 45 892. Из них 75% приходится на выработанные в РФ – 34 402 лифта в 2021 году. Ещё 5779 (12,6%) из поставленных в минувшем году лифтов были произведены в Белоруссии.

Впрочем, в 75% российских лифтов входила и продукция Otis, потому что у фирмы есть локализованное в РФ производство. По состоянию на 2021 год доля Otis на лифтовом рынке составляла 16% (7295 лифтов), фирма занимала 2-ое место между всех изготовителей на рынке – эти данные приводит НЛС. Фаворитом же стал Щербинский лифтостроительный завод, который изготовил 20% от всех поставленных в 2021 году лифтов (9193). У Копе цифры скромнее – 3%, или же 1132 лифта. Доля других европейских

изготовителей ещё меньше: на швейцарскую Schindler довелось 0,7% (343 лифта), немецкую ThyssenKrupp Elevator – 1,1% (526 лифтов), греческую Kleemann – 0,4% (182 лифта).

По причине санкций западные изготовители лифтов начали ретироваться с рынка, и девелоперы по новой взглянули на российское лифтостроительное производство. Оказалось, что скоростные отечественные лифты изготавливаются в Челябинске: 4 метра в секунду. В скором времени стартуют проверки лифта со скоростью 6 метров в секунду.

Завод „Витчел“ первым в РФ сделал скоростные лифты. В данный момент они реализуют лифты со скоростью в 4 м/сек. И в одно и тоже время сертифицируют продукцию со скоростью движения 6 м/сек. В ведущем эти лифты будут популярны в больших городках – Столице, Санк-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске.

Сейчас Челябинский лифтостроительный завод «ВИТЧЕЛ» – это больше 5000 кв.м. цехов, оборудованных прогрессивным станочным парком, автоматической линией окрашивания и правильной логистикой.

Лифт считается наиболее глобальным крупным «транспортом», а еще благодатной основой для новейших конструкторских разработок и внедрения инноваторских технологий. На рынке есть 3 важных производителя лифтов: ОАО «Щербинский лифтостроительный завод» "ЩЛЗ", ОАО «Карачаровский машинальный завод» "КМЗ" и фирма «ОТИС» "OTIS". Завод в Щербинке начал собственную работу в апреле дальнего 1943 года, а в 1954 году на нем был выпущен 1-ый грузовой российский лифт. На нынешний день конструкторами завода в г. Щербинка разработаны и выпускаются лифты для пассажиров, грузоподъемность составляет 630 и 1000 кг, их скорость варьируется от 0,71 до 2,5 м/с.

Темпы замены лифтов в многоквартирных жилищах РФ по различным программам не понижаются. Сейчас заключено практически 90% соглашений от годовичного плана, заявили ТАСС в отделе связи с общественностью Минстроя РФ.

«По данным субъектов Российской Федерации, в 2022 году запланирована замена около 16,2 тыс. лифтов, при этом по состоянию на 29 июля заключено договоров на замену 14,4 тыс. лифтов или 89% от годового плана. Таким образом, в 2022 году, несмотря на снижение объемов государственной поддержки, рост стоимости лифтового оборудования (в ряде регионов до 30%), темпы замены лифтового оборудования не снижаются», – заявили в отделе связи с общественностью министерства.

В Минстрое еще выделили, собственно, что численность аукционов не считается показателем, потому что в одном аукционе имеет возможность быть разыграна замена как 1-го, например, так и 1 тыс. лифтов.

По сведениям отдела связи с общественностью, в 2021 году была оказана муниципальная помощь по замене 2 тыс. лифтов. В целом по результатам 2021 года по программам замены РФ поменяли 15,7 тыс. подъемников, в 2022 году – 16,2 тыс.

Таким образом, в России есть перспективы увеличения производства лифтов обычных и скоростных, и статистика тому подтверждение.

Библиографический список

1. <http://lift.ru/> НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛИФТОВЫЙ СОЮЗ.
2. Волков Д.П. Атлас конструкций лифтов / Д.П. Волков, А.А. Ионов, П.И. Чутчиков: учеб. пособие. М.: ООО «Издательство АСВ», 2003. 156 с.
3. Лифты. Учебник для вузов / Г.Г. Архангельский, Д.П. Волков, Э.А. Горбунов [и др.] / ред. Д.П. Волков. Москва: ООО «Издательство АСВ», 1999. 480 с.
4. Шарапов Р.Р., Мамедов А., Степанов М.А., Харламов Е.В. Шагающее ходовое оборудование стрелового самоходного крана грузоподъемностью свыше 100 т повышенной проходимости и мобильности // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 5. С. 5-11.
5. Степанов М.А., Тургунова Е.Н. Исследование дефектов башенных кранов // Механизация строительства. 2014. № 12 (846). С. 17-19.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА УРАВНОВЕШИВАНИЯ БАШЕННОГО КРАНА

*Пантелеева П.П., Ланицкий М.М. студенты 5 курса 40 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., канд. техн. наук, профессор,
Дроздов А.Н., канд. техн. наук, доц. Абрамов В.В., д-р техн. наук, профессор*

В различных областях деятельности часто возникает проблема передвижения крупногабаритных и тяжелых объектов. Одним из самых ярких примеров является гидротехническое строительство. Еще в давние времена человек начал использовать потенциал воды для получения энергии. Постепенно потребности человека росли и гидротехнические сооружения менялись. Первую гидроэлектростанцию построили в 1853 году. Преимущества гидроэлектростанций очевидны: Возобновляемый запас ресурсов; Простота эксплуатации; Отсутствие загрязнения окружающей среды. Гидроэлектростанции являются объектом крупного строительства. Поэтому необходимо, чтобы данная ветвь строительства была оснащена надежными машинами, которые способны повысить производительность труда. Основными машинами при создании ГЭС является башенный кран. Благодаря этим грузоподъемным машинам ведутся работы по установке арматуры, железобетонных каркасов плотин и другие.

В рамках исследования будет проанализирован механизм уравновешивания груза башенного крана кран Yongmao ST 80/60 грузоподъемностью 40 тонн. Данный кран использовался при строительстве Саяно-Шушинской ГЭС, Нижнебурейской ГЭС (г. Благовещенск).

Одно из главных требований, которое предъявляется к башенным кранам это устойчивость. Устойчивость БК – это способность БК противодействовать опрокидывающему моменту. На данный момент вопрос повышения устойчивости башенного крана является актуальным и

существуют различные способы её повышения. Например, было предложено следующее решение.

Для снижения нагрузок во время работы крана на стрелу крана между грузовой тележкой и концом стрелы установить дополнительную тележку, которая может перемещаться самостоятельно вдоль направляющих стрелы. На тележке смонтировать винт, вращающийся в вертикальной плоскости. Винт при своем вращении будет способствовать вращению стрелы, что значительно снизит нагрузки на конструкцию. При этом размещая винтовое устройство с собственным приводом на ходовой тележке возможно снижение трудоемкости ремонта винта.

Однако, данный способ не значительно повышает устойчивость башенного крана. Чтобы увеличить устойчивость башенного крана, а в частности крана Yongmao ST 80/60, предлагается модернизация противовеса.

Основным назначением противовеса является уравнивания и сбалансирования веса на стреле во время поднятия груза. Как известно, противовес по конструкции состоит из консоли и балласта (например, система железобетонных плит), который закреплен на конце грузовой консоли. Сравнительно недавно стали применяться конструкции передвижных противовесов башенных кранов.

Применение подвижного противовеса имеет несколько преимуществ по сравнению со стандартным подходом. Основным преимуществом является увеличение устойчивости башенного крана, что предотвращает его опрокидывание.

Кран не всегда поднимает высоко тяжёлые грузы, поэтому при его работе не всегда требуется максимальная грузоподъёмность. Поэтому существует вероятность того, что при поднятии малых грузов на большую высоту может осуществиться опрокидывания назад, чтобы это предотвратить предлагается применение комбинации статичного балласта с передвижным.

Другим преимуществом подвижного противовеса является возможность уменьшения массы балласта, расположенного на ходовой раме крана, а также внедрение систем безопасности, которые защищают кран от возможных аварийных ситуаций.

Основным изменением в конструкции является внедрение механизма, который сделает противовес подвижным. Это объясняется тем, что с уменьшением массы балласта уменьшается удерживающий момент и теряется собственная устойчивость, что приводит к потере устойчивости при работе с грузами малой массы на небольшом вылете.

Использование подвижного противовеса позволит избежать указанных проблем, поскольку в таких ситуациях он будет двигаться ближе к башне, что уменьшит опрокидывающий момент. Модернизация конструкции будет сводиться к установке на консоль противовеса подвижной тележки с

лебедкой и микропроцессорного устройства управления этим механизмом, а также устройств безопасности. (Рис.1)

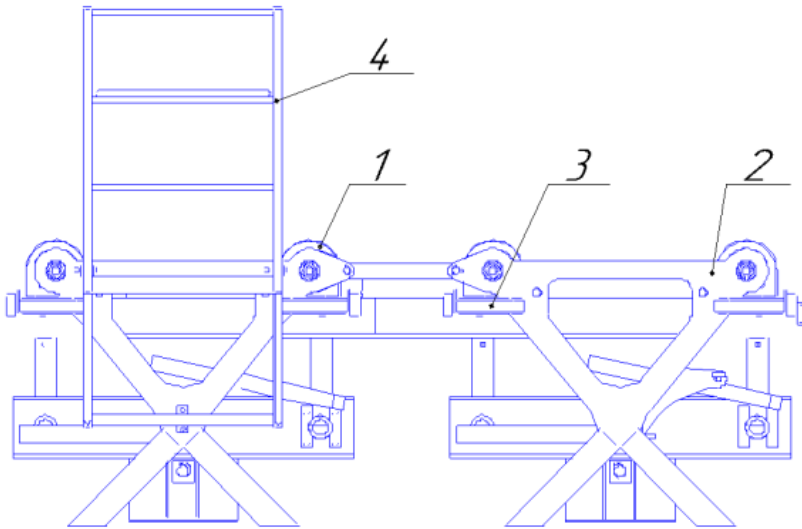


Рисунок 1. Изометрия противовесной тележки: 1 – Опорные катки; 2 – Сварная рама; 3 – Направляющие катки; 4 – Лестница

Канатный привод используется для перемещения тележки противовеса, что позволяет снизить нагрузку на консоль в сравнении с другими методами и обеспечить горизонтальное перемещение тележек. Схема кинематической системы привода изображена на (Рис.2).

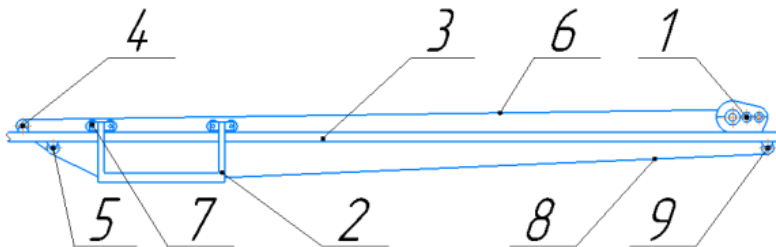


Рисунок 2. Схема механизма передвижения контргрузной тележки с канатной тягой: 1 – Тяговый барабан привода; 2 – Жесткая рама; 3 – Противовесная консоль; 4 – Обводной блок; 5 – Обводной блок; 6 – Тяговый канат; 7 – Ходовые катки; 8 – Тяговый канат; 9 – Обводной блок

Библиографический список

1. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности, А.А. Вайнсон, М: «Альянс», 2009;
2. Уменьшение _____ необходимой _____ строительной высоты.<https://pzpo.ru/company/stati/9475/>
3. Конструирование узлов и деталей машин, П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов, М:«Академия», 2006.
4. Завод кранового оборудования:[Электронный ресурс]. URL: http://tokar40.ru/mufty_muvp/. (Дата обращения: 20.05.2020)
5. Расчет и проектирование башенного крана, М.А. Степанов, Е.В. Кочетов, М: «Типография МГСУ», 2010.

КОМПЛЕКСНАЯ АКТИВАЦИЯ ВОДНО-ЦЕМЕНТНОЙ СУСПЕНЗИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА

Парусов А.А., аспирант 1 курса кафедры МиАС

Научный руководитель – Шаранов Р.Р., д-р техн. наук, профессор

Современный процесс строительства зданий и сооружений невозможно представить без использования бетона [1]. Развитие строительной отрасли требует разработки новых современных производственно-технологических линий бетонных заводов, а также оборудования, производящего бетонные смеси.

Интенсификация процесса твердения бетона в раннем возрасте (от 1 до 7 суток) позволяет уменьшить период набора требуемой прочности для распалубки сборных, монолитных и железобетонных конструкций, а также ускорить сдачу готовых конструкций для работы под проектными нагрузками. С учетом многообразия возводимых бетонных конструкций, условий бетонирования, а также различным проектным требованиям к срокам набора отпускной прочности бетона применяются разные методы активации, позволяющих форсировать процесс твердения. Один из них – это механический способ – основаны на более тонком помоле цемента, при котором увеличивается не только площадь контактной поверхности твердых составляющих, но и количество активных центров кристаллообразования, способных обеспечить повышенную степень гидратации активированного цемента [2, 3]. Существует множество методов механоактивации, наиболее известные из них: турбулентный, механохимический, ультразвуковой, гидродинамический, вибрационный и пр. Наибольший практический интерес, в связи с наилучшими экономическими и технологическими показателями, представляют гидродинамическая и ультразвуковая активация цементной суспензии.

Гидродинамическая активация производится в роторно-пульсационных аппаратах (РПА), где за счет механического (ударного) воздействия, вызванного турбулентностью от пульсации давления и скорости потока вещества, а также развития и схлопывания пузырьков воздуха (кавитации) в смешиваемых средах реализуется как измельчение и перемешивание компонентов, так и изменение их физико-механических свойств [4, 5]. При вращении ротора с установленными на нем радиальными лопастями возникают колебания и кавитация с образованием пузырьков заземленного воздуха. После обработки в РПА водно-цементная суспензия обладает повышенной седиментационной устойчивостью, дисперсностью, однородностью, а также вовлекается большое количество пузырьков воздуха, которые, увеличивая объем цементного теста, заполняют межзерновой объем пустот. При активации таким методом особое внимание следует уделить тщательному подбору продолжительности активации, поскольку при чрезмерно длительной обработке происходит снижение прочности цементного камня [6].

Ультразвуковая активация является одной из самых современных технологий деагломерирования и диспергирования водно-цементной суспензии. Для реализации указанных технологий чаще всего применяются волновые камеры, разгоняющие поток до сверхзвуковых скоростей и обеспечивающие резонансные колебания кавитационных камерн. Под явлением акустической (ультразвуковой) кавитации подразумевается эффективное средство концентрации энергии звуковой волны низкой плотности в высокую плотность энергии, связанную с пульсациями и захлопыванием пузырьков [7]. Рядом научных исследований доказано, что ультразвуковое воздействие на водно-цементную суспензию влияет на сроки схватывания. С увеличением интенсивности ультразвукового воздействия сокращается время, как начала схватывания, так и его окончания.

Как указано ранее, современной науке известно множество методов активации водно-цементной суспензии. В то же время у каждого из них существует ряд сравнительно серьезных недостатков: высокая цена, сложная технология реализации на бетоносмесительных заводах, высокая энергоемкость и пр. Для минимизации негативных факторов рассмотренных методов предлагается использовать комплексный подход к активации водно-цементной суспензии. Указанный метод подразумевает использование оригинальной технологической линии, устанавливаемой как на новых, так и на уже действующих бетоносмесительных заводах. В данном случае комбинируется механическая (гидродинамическая и ультразвуковая) и химическая активация. На первом этапе водно-цементная суспензия подается в роторно-пульсационный аппарат, где за счет высоких скоростей вращения радиальных лопастей в режиме барбогирования сжатым воздухом и кавитации происходит гидродинамическая активация – выравнивание гранулометрического состава зерен посредством их измельчения,

заполнение межзернового объема пустот за счет реализации эффекта кавитации. Параллельно с этим в лопастную камеру РПА дозированно вводятся химические добавки, в основном суперпластификаторы. При скоростном перемешивании в РПА удастся получить значительно более однородную смесь водно-цементной суспензии и химических добавок, а также существенно снизить расход дорогостоящих суперпластификаторов и пр. [8]. Далее из роторно-пульсационного аппарата подготовленная смесь подается в узел ультразвуковой обработки, представляющий собой волновую камеру, разгоняющую поток до сверхзвуковых скоростей и обеспечивающую резонансные колебания. В процессе ультразвуковой обработки происходит доизмельчение зерен цемента, что позволяет получить более однородную смесь.

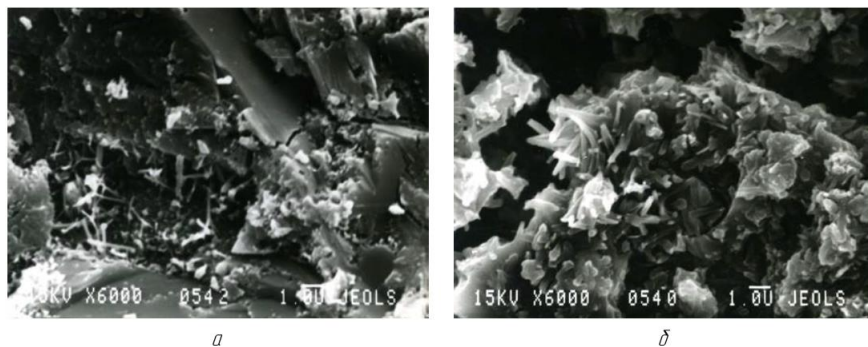


Рисунок 1. Микроструктура цементного камня в первые сутки твердения: а – неактивированный цемент, б – активированный

Такая обработка позволяет изменить сроки схватывания цементного теста, в следствие интенсивной гидратации сульфалоумоферритов кальция с образованием этtringита, характеризующегося игольчатой формой (рисунок). Межкристаллическое сцепление частиц цемента, покрытых оболочкой из игольчатых и призматических кристаллов, образует прочный каркас, что снижает подвижность пластичной массы - другими словами уменьшаются сроки схватывания бетонного раствора. Помимо этого, повышается прочность бетонного раствора, особенно в ранние сроки застывания, что вызвано особенностями процесса гидратации цемента и структурообразования цементного камня.

Комплексный метод активации водно-цементной суспензии при производстве бетонов весьма перспективен, поскольку сочетает в себе основные преимущества нескольких, ранее изученных методов активации. Наряду с этим при таком подходе значительно улучшаются технологические показатели бетона: уменьшается водоотделение, воздухосодержание и пористость бетонной смеси, происходит существенное увеличение

прочности бетона, а также его морозостойкости. Планируется испытать и линейно масштабировать данную технологию активации.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57345-2016/EN 206-1:2013" Бетон. Общие технические условия" (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2016 г. N 2015-ст) Concrete. General specifications OKS 91.100.30. Дата введения - 1 июля 2017 г. Введен впервые. Приказом Росстандарта от 10 мая 2018 г. № 242-ст. - Москва: Стандартинформ, 2017. - 79 с. - Текст: непосредственный.
2. Шарапов Р.Р., Шапгала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов. Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.
3. Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, В.С. Лесовик Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. №4 (37). С. 85-99.
4. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. К вопросу об разрушении материалов. Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 5-8.
5. Патент №2166986 Российская Федерация, МПК В01F 7/00 (2006.01). Роторно-пульсационный аппарат (РПА): №99108846/12: заявл. 11.05.1999: опубликовано 20.05.2001 / Кесель Б.А., Федоров А.Д., Гимушин И.Ф., Волков Г.А., Гатауллин Р.Ш., Воскобойников Д.В., Весельев Д.А. / 6 с.: ил. – Текст: непосредственный.
6. Егоров Е.С. Физико-химические закономерности твердения вяжущих композиций с ультрадисперсной добавкой цементной суспензии: специальность «2.6.17 Материаловедение»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Егоров Егор Сергеевич; ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ». Москва, 2022. 24 с.: ил. Место защиты: ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ». Текст: непосредственный.
7. Промтов М.А. Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации химико-технологических процессов // Вестник Тамбовского Государственного Технического университета. 2008. № 4(14). С. 861–869.
8. Чурюкин М.А., Зорин Д.А., Хамутаев А.В. Повышение активности цемента при гидродинамической активации // Успехи в химии и химической технологии. 2018. № 2 (198). С.185-187.

АНАЛИЗ ПРОТОТИПОВ ЭКСКАВАТОРА ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ СЛАБОЙ ГРАВИТАЦИИ

Сай В.А., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Кудрявцев Е.М., д-р техн. наук, профессор

Статья посвящена анализу прототипов разрабатываемой землеройной техники для использования в условиях гипогравитации на других планетах и их спутниках. Сегодня стало очевидным, что в условиях ограничений космических миссий по весу и компактности транспортируемой полезной нагрузки необходимо предпринять шаги по разработке, отличающихся по

конструкции и принципу действия строительной техники, которая будет способна функционировать продолжительное время в экстремальных условиях на Луне и Марсе. Следует из статьи Gerald B., William E. Larson [1].

Для разработки космического грунта и последующего преобразования полезных ископаемых в жизненно важные биологические, технические и строительные ресурсы под запланированные в будущем пилотируемые миссии по освоению небесных объектов Космический центр Кеннеди НАСА разработал телеуправляемую мобильную роботизированную платформу RASSOR (Regolith Advanced Surface Systems Operations Robot). Особенности конструкции и принцип взаимодействия рабочего оборудования с грунтом позволяют производить разработку, сбор, транспортирование и разгрузку реголита в условиях чрезвычайно слабой гравитации с высокой эффективностью.

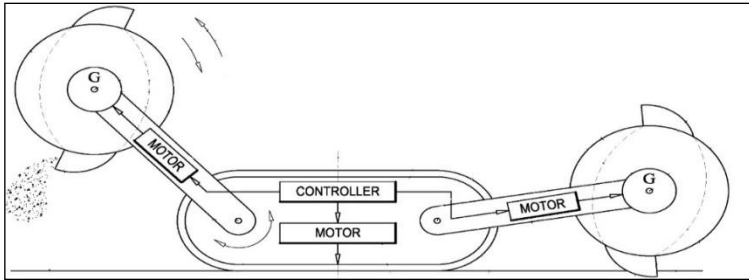


Рисунок 1. Схематичное изображение микро-экскаватора RASSOR

Представленная система на рис. 1 имеет двойное рабочее оборудование барабанного типа, каждое из которых симметрично установлено на рычагах, шарнирно соединённых с ходовой частью робота, иллюстрируемая в работе Р. Mueller [2]. Продольный габаритный размер барабанов выходит за пределы колеи ходовой части, что позволяет выкапывать траншеи и затем заезжать в них для разработки породы с повышенной концентрацией полезных ископаемых. В процессе разработки массива грунта, вращаясь навстречу друг другу, барабаны создают почти нулевую горизонтальную и минимальную вертикальную результирующую силу реакций. Такое решение позволяет удовлетворять ограничениям по весу машины и тяговому усилию, накладываемыми требованиями космических миссий и условиями гипогравитации, упомянутыми в статье Schmitt, Jack [3].

Рабочий орган, который показан на рис. 2 представляет собой секционную цилиндрическую конструкцию барабанного типа с ковшами. Внутри каждой секции установлены перегородки, позволяющие накапливать и предотвращать просыпание грунта из внутреннего объёма. После заполнения рабочего органа реголитом, барабаны поднимаются в верхнее положение за счет вращения рычагов, тем самым подготавливаясь к

перемещению в зону разгрузки. Достигнув бункера, микро-экскаватор переходит в режим разгрузки, принимая обратное направление вращения барабанов, в результате чего грунт беспрепятственно просыпается в резервуар через проемы в ковшах.

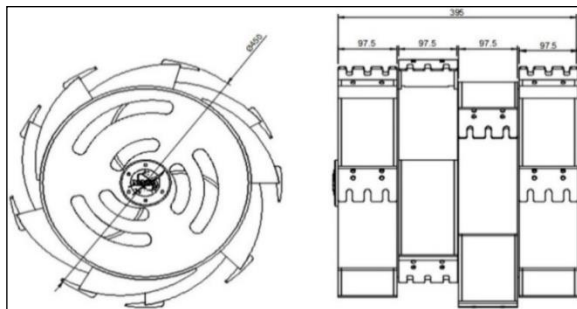


Рисунок 2. Чертеж рабочего органа RASSOR

Каждый барабан состоит из отдельных секций с зеркально расположенными ковшами по окружности цилиндра. Таким образом, только один ковш на каждом барабане одновременно соприкасается с разрабатываемой поверхностью, тем самым обеспечивая уравнивание сил реакций при выемке грунта. Объем заполнения грунтом барабана приблизительно равен 50%. Этот показатель связан с системой спиральных перегородок, которая противодействует просыпанию грунта из барабана, описанной в работе Clark, D., R. Patterson, D. Wurts [4]. Конструкция перегородок, которая показана на рис. 3 имеет решающее значение для осуществления эффективного процесса добычи породы, препятствуя потоку вращающегося грунта в одном направлении и обеспечивая свободное высвобождение гравитационным способом при вращении барабана в противоположном направлении.

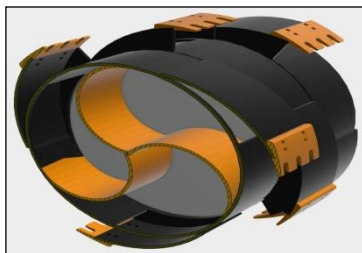


Рисунок 3. 3D-модель рабочего органа RASSOR в разрезе

Особенности использования данного рабочего оборудования является повышенная эксплуатационная универсальность, которая представлена на рис.4: 1) возможность использовать барабаны в качестве подвижных противовесов для смещения центра тяжести, которые позволяют

осуществлять движение по трассе с большими углами наклона; 2) возможность использовать барабаны в качестве аварийной системы мобильности в случае, если ходовая часть увязнет в процессе разработки массива; 3) возможность использовать барабаны в качестве возврата в исходное положение при опрокидывании; 4) принимать положение буквой “Z”, чтобы машинное зрение микро-экскаватор могло занять высокую точку обзора для оценки и преодоления препятствий, а также на разгрузке содержимого барабана в бункер при отсутствии пандуса. Следует из статьи P. Mueller [5].

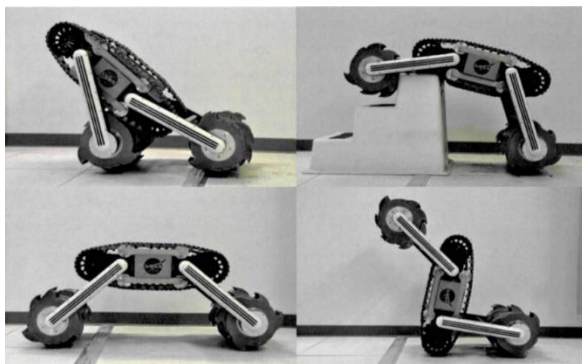


Рисунок 4. Функциональные возможности RASSOR

Первое поколение RASSOR имел гусеничное ходовое оборудование, однако в ходе проведения испытаний в среде с имитатором реголита и слабой гравитации Black Point 1 рис. 5, в которой преимущества конструкции рабочего оборудования позволили отказаться как от большого тягового усилия, так и от гусениц в пользу колёс. На прототип были установлены 44 см. колёса, которые показали хорошие показатели в сравнительных тестах при движении на ровных и наклонных поверхностях [5]. Еще одним преимуществом колёс над гусеницами является меньшее число отказов.



Рисунок 5. Испытательная лаборатория Black point 1

Привода составляют значительную долю массы всего экскаватора. Исходя из вышеупомянутых требований, для второго прототипа проектируемой машины в компоновку приводов вошли безколлекторные двигатели, волновые передачи с использованием датчиков скорости и положения рабочего органа. Это позволило исключить избыточные подшипники, монтажные фланцы и крепежные элементы, которые традиционно встречаются в готовых компоновках приводов. Таким образом, второй прототип стал на 50% легче [5]. Завершив синтез приводов можно получить значения потребляемой мощности для подбора необходимой общей емкости аккумуляторов.

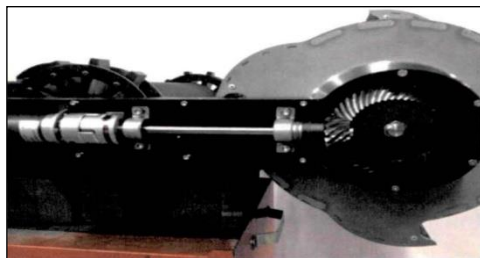


Рисунок 6. Привод барабана

В следующей версии прототипа планируется повысить уровень технологической готовности за счет испытания системы в более репрезентативных лабораторных условиях. Планируется уделить внимание тепловой системе в вакуумной среде и подбору аккумуляторов, способных выдержать экстремальные температурные воздействия. На сегодняшний день данная разработка является главным кандидатом для использования в ближайших космических миссиях на Луне.

Библиографический список

1. Gerald B., William E. Larson Progress made in Lunar In Situ Resource Utilization under NASA's Exploration Technology and Development Program. *Journal of Aerospace Engineering* 1. 2012. 157 с.
2. Robert P. Mueller ZERO HORIZONTAL REACTION FORCE EXCAVATOR. 2015, 14 с.
3. Schmitt, Jack. *Lunar sourcebook: A user's guide to the Moon*. Cambridge University Press, 1991. 778 с.
4. Clark, D., R. Patterson, D. Wurts. A novel approach to planetary regolith collection: the bucket drum soil excavator. *Space 2009 Conference & Exposition*. 2009. 4 с.
5. Robert P. Mueller *Regolith Advanced Surface Systems Operations Robot (RASSOR)*. 2012, 10 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БАШЕННОГО КРАНА В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ушаков И.Е., студент 5 курса 40 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Степанов М.А., канд. техн. наук, профессор

Введение

Строительство промышленных и гражданских зданий и сооружений является неотъемлемой частью жизни человека. С каждым годом техники на строительной площадке становится больше, а её устройство сложнее. Всё это делается для оптимизации работы, чтобы строительство объектов занимало меньше времени и, соответственно, могло быстрее сдаться в эксплуатацию и принести прибыль.

Одной из машин, участвующих в постройке высотного здания, является башенный кран. Башенный кран (БК) – грузоподъёмная машина, предназначенная для подъёма и перемещения в пространстве штучных и сыпучих грузов в пределах рабочей площадки [1]. Невозможно представить современную строительную площадку без его участия. Именно с его помощью происходит выполнение погрузочно-разгрузочных работ на объекте. Зачастую в строительстве здания участвует ни один башенный кран. Одной из главных задач, решаемых на стадии проектирования здания, является их оптимальная расстановка [2]. Так как нужно минимизировать затраты на монтаж и эксплуатацию кранового оборудования. Для этого подбираются машины с нужными грузоподъёмностью и вылетом, чтобы несколько или один кран полностью покрывали своей рабочей окружностью нужную площадь. Иногда при расстановке кранов возникает проблема: один может ударять другой в башню, например когда они стоят рядом при расположении строимого объекта углом. Так же проблемой является работа башенного крана в стесненных условиях [3], когда возведение здания происходит рядом с уже построенными зданиями.

Решение проблемы работы башенного крана в стесненных условиях

Вышеуказанные проблемы можно решить с помощью модернизации стрелы крана механизмом телескопирования. Она позволит изменять длину стрелы во время её перемещения в пространстве с помощью различных приводов механизма:

1. Механизм с гидравлическим приводом;
2. Механизм с канатным приводом;
3. Механизм с электроприводом.

За счет предложенных конструкций можно увеличить рабочую зону башенного крана [4] в стесненных условиях за счет уменьшения длины стрелы во время её поворота, а также можно оптимизировать работу нескольких кранов на строительной площадке так как крановщику не

потребуется совершать большой путь при обходе башни соседнего крана. Данная модернизация допускает пересечение рабочих окружностей БК за счет уменьшения длины стрелы.

Пример конструкции башенного крана с механизмом телескопирования с гидравлическим приводом

Эскиз модернизированной стрелы башенного крана в выдвинутом состоянии продемонстрирован на рис. 1.

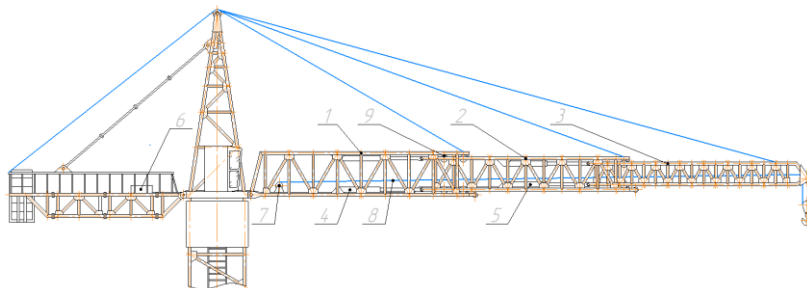


Рисунок 1. Эскиз телескопируемой стрелы башенного крана с гидравлическим приводом в выдвинутом состоянии: 1 – Корневая секция стрелы; 2 - Средняя секция стрелы; 3 - Концевая секция стрелы; 4 - Гидроцилиндры выдвижения средней секции; 5 - Гидроцилиндры выдвижения концевой секции; 6 - Гидропривод механизма телескопирования; 7 - Грузоподъемная лебёдка; 8 - Тяговый элемент грузоподъемного механизма; 9 - Опорный ролик.

Объяснение работы механизма телескопирования стрелы башенного крана

Для выдвижения секций жидкость из бака с помощью гидропривода 6 поступает в гидроцилиндры 4 или 5 в зависимости от того какую секцию нужно выдвинуть. В гидроцилиндр 4 если нужно выдвинуть только среднюю секцию 2, и в гидроцилиндр 5 если нужно выдвинуть только концевую секцию 3. На секциях установлены опорные ролики 9 для облегчения перемещения секций.

Достоинства и недостатки механизма с гидравлическим приводом относительно без механизма телескопирования и другими механизмами

Плюсы конструкции с гидроприводом:

- Кран становится более компактным по сравнению с обычным башенным краном, так как имеет возможность задвинуть среднюю и концевую секции стрелы;
- По сравнению с канатным приводом секции могут выдвигаться по отдельности, а не все одновременно, так как для каждой секции устанавливается отдельный комплект гидроцилиндров, которые начинают работать за счет гидрораспределителей находящихся в гидроприводе;

– Механизм телескопирования находится не только на стреле, а распределен по стреле и контргрузной консоли, в отличии от механизмов с канатным и электрическим приводами;

– Гидравлический привод имеет более высокую мощность чем у привода с электродвигателями. Передаваемая мощность гидроприводом примерно в 3-5 раз выше [5].

Недостатки конструкции с гидравлическим приводом:

– Кран становится тяжелее, так как на него устанавливается гидропривод;

– Гидропривод чувствителен к окружающей среде (температура, давление). В зависимости от температуры придется использовать рабочие жидкости с разными характеристиками.

– Со временем будет происходить загрязнение рабочей жидкости что будет приводить к ухудшению работы механизма.

Заключение

В ходе выполненного анализа различных конструкций башенного крана были приведены достоинства и недостатки механизма телескопирования стрелы БК с гидравлическим приводом относительно других. Так же был приведен эскиз конструкции и объяснен принцип ее работы.

Башенный кран с механизмом телескопирования сможет решить проблему их работы в стесненных условиях, когда строительство здания происходит рядом с уже построенными зданиями. Так же будет решена проблема оптимальной расстановки нескольких кранов на строительной площадке, так как благодаря телескопируемой стреле их можно будет ставить рядом.

Для проектирования такого крана потребуется:

– Спроектировать гидропривод для механизма телескопирования;

– Рассчитать нагрузки возникающие в секциях стрелы при работе крана;

– Проработать безопасность работы на кране с таким механизмом.

После выполнения всех поставленных задач и проведения испытаний такой башенный кран можно будет вводить в эксплуатацию в строительной сфере.

Библиографический список

1. Подъемно-транспортные машины / А.Ф.Базанов. – М.: Издательство литературы по строительству, 1969, 312с.

2. Расстановка на объекте башенных кранов и путей под них. URL: https://studbooks.net/2327499/nedvizhimost/rasstanovka_obekte_bashennyh_kranov_pute_y

3. МДС 12-19.2004. МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ЭКСПЛУАТАЦИЯ БАШЕННЫХ КРАНОВ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ. М.: ЦНИИОМТП и ООО «СО и С», 2004

4. Определение зон работы крана. URL: https://bstudy.net/820885/ekonomika/opredelenie_raboty_krana

5. Преимущества и недостатки гидропривода. URL: [Преимущества и недостатки гидропривода \(hydront.ru\)](#)

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

УМНЫЕ ДАТЧИКИ И МАШИНЫ В ПРОЦЕССЕ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Антонов Л.С., Гареев К.Р., Новиков А.С., студенты 3 курса б3 группы
ИПГС*

Научный руководитель – Дроздов А.Н., канд. техн. наук, доц.

Строительную отрасль всегда отличали превосходство ручного труда и оформление огромного количества документации. Несмотря на стремительное развитие высоких технологий, их внедрение в строительстве происходит очень неспешно, хотя они позволяют перестроить многие процессы, исключить из части действий и операций необходимость участия человека, повысить безопасность труда, качество труда, производительность работ и сократить расходы.

Концепция сети передачи данных между физическими объектами, оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой называется интернет вещами. В строительстве интернет вещей представляет собой подключение различных машин, механизмов, стационарных объектов и даже рабочих к единой сети, что позволяет отслеживать всё в режиме реального времени. Интернет вещей нужен, чтобы собрать воедино разрозненную информацию и предоставить большой объем новых данных.

Неотъемлемой частью любого строительного процесса является строительный контроль, представляющий собой в традиционном понимании посещение площадки специалистами, которые собирают информацию и делают определенные заключения. Контроль очень важен, поскольку от него зависит не только итоговое качество объекта, но и сроки выполнения работ, и даже соответствие бюджету на каждом этапе строительства. В случае отсутствия контроля может быть совершено множество ошибок на различных стадиях возведения объекта, а в строительстве ошибки заканчиваются в лучшем случае переделками, а любая переделка – это время и деньги.

Благодаря различным современным разработкам работу специалистов можно значительно сократить и упростить, увеличив при этом продуктивность работ. Для этого многие процессы переведены на дистанционный режим, который может применяться в следующих сценариях:

- отслеживание показателей датчиков на рабочих и на строительной технике (например, прораб может быть сразу оповещён о слишком сильном сердечном ритме рабочего или же, наоборот, о его малой активности; умные датчики могут показывать степень износа оборудования, предупреждая о необходимости ремонта техники или ее замены);
- просмотр видеокамер в случае кражи на объекте;

– искусственный интеллект, который распознает опасные ситуации на стройке и подаёт соответствующие сигналы (например, рабочие без касок могут быть моментально оповещены об их нарушениях).

Так, если рабочие будут носить «умные часы», станет возможным отследить их ежеминутное нахождение, перемещение и простой.



Рисунок 1. «Умные часы» Sitronics Smart Watch

В качестве примера можно привести объекты международного медкластера в Сколково, где строители работают в смарт-часах для оценки эффективности труда, подсчета трудозатрат и быстрого оказания помощи при травме. В 2021 году отечественная компания *Sitronics* представила «умные часы» *Sitronics Smart Watch*, которые разработаны специально для строительных бригад (Рис. 1). Прораб может через веб-интерфейс ставить задачи бригадиру, а тот передавать обратно статус выполнения. «Умные часы» позволяют контролировать, где находятся рабочие и что они делают.

«Умные подошвы» позволяют отслеживать нахождение рабочих, фиксировать их падения, напряжение в ногах и обеспечивать освещение при передвижении в темных местах.

В 2020 году канадская компания *AOMS Technologies* разработала датчики и программное обеспечение, позволяющие тоже в режиме реального времени наблюдать за состоянием бетона: его влажностью и температурой на разных участках (Рис. 2.). Собранная с сенсоров информация обрабатывается программой, которая строит график набора прочности и оценивает зрелость конструкции. Вся информация передается в реальном времени по Wi-Fi.



Рисунок 2. Контроль за статусом выполнения работ

Отечественные разработчики тоже ведут разработки высоких технологий в области отверждения бетона, что даст возможность закупать такое оборудование по гораздо низкой цене. Многообещающими являются, напр., разработки российской компании PropTech Group.

Уже широкое применение в строительстве получили дроны (Рис. 3), которые контролируют ход работ, предупреждают об отклонениях и опасных ситуациях, а также способны создавать карты и планы с автоматическим вычислением объемов и размеров объектов с применением *AutoDesk ReCAP*, *Pix2Dmapper*, *Datugram* и другого программного обеспечения.



Рисунок 3. Дрон

На рынке в настоящее время уже довольно широкий выбор дронов российского производства, а в Международном медицинском кластере в Сколково работает целый «дропоорт», разработанный отечественной компанией Gaskar Group. Он осуществляет мониторинг динамики строительства объектов кластера, при этом работает без участия людей.

Ведутся активные разработки специальных дронов и для сноса строительных элементов по окончанию проекта.

В строительстве активно используют роботы, представляющие собой механизмы с удаленным управлением или искусственным интеллектом. Они решают важную проблему в строительстве как нехватка рабочей силы и подходят для задач, не требующих высокой квалификации: забивки свай, демонтажных работ, копки траншей и т.п. Нужно отметить, что роботы существенно повышают безопасность стройки с сохранением скорости производства работ, поскольку они могут работать 24 часа в сутки (Рис. 4). Кроме того, такие роботы могут быть многофункциональными. Например, российский робот РОИН Р-700 способен выполнять земельные, бурильные, высотные, бетонодробильные работы.

Некоторые современные роботы освоили и кирпичную кладку. Так робот-каменщик *Hadrian X* кладет до 1000 кирпичей в час (Рис. 5). В декабре 2021 года робот этой модели построил 16 таунхаусов в местечке Уилладжи, находящемся в Западной Австралии по заказу местной строительной компании *Inspired Homes*.

И это далеко не весь список. Так компания *Weston Robot* в Сингапуре запустил автономные роботы для логистики и подъема грузов. В настоящее время американская компания *Advanced Constuction Robotics* ведет разработку роботов для автоматизации завязывания арматуры.



Рисунок 4. Российский робот РОИН Р-700



Рисунок 5. Робот-каменщик Hadrian X

Строительная отрасль стремительно эволюционирует. Тренд сегодняшнего дня – повышение производительности. Рассмотрев всего лишь несколько умных датчиков и машин, можно смело утверждать, что уже в ближайшие годы строительство уверенно шагнет вперед благодаря внедрению новых ИТ-технологий, которые не только увеличат

производительность труда и исключают человеческих фактор, зачастую ведущий к ошибкам, но и позволят использовать более экологичные материалы, сделать многие процессы «прозрачными» и контролируемыми, повысят безопасность на площадках и качество работ на всех этапах строительства, изменив его до неузнаваемости.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства РФ от 31.10.2022 N 3268-р «Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года».
2. В.В. Уськов. Инновации в строительстве: организация и управление. Учебно-практическое пособие.- М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 342 с.
3. (Критически важные идеи с помощью цифровых решений для более безопасного, устойчивого и устойчивого будущего: [сайт]. URL: <https://www.aoms-tech.com/>)
4. (Информационные технологии в строительстве. Как ИТ меняют отрасль: [сайт]. URL: <https://www.1cbit.ru/>)
5. URL: <https://ru.wikipedia.org/>)
6. (McKinsey&Company: [сайт]. URL: <https://www.mckinsey.com/>)
7. (Sitronics Group: [сайт]. URL: <https://www.sitronics.com/>)
8. (АО МГК «ИНТЕХРОС»: [сайт]. URL: <https://www.intehros.ru/>)

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ И ЗДАНИЙ

Богданов М. А., студент 2 курса 30 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Гордеев-Бурзвиц М.А., Изобретатель СССР; доктор – инженер ФРГ; канд. техн. наук, профессор

Искусственный интеллект (ИИ) меняет способы проектирования, строительства и обслуживания конструкций и зданий. Благодаря способности анализировать большие объемы данных, генерировать несколько вариантов конструкции и делать прогнозы в реальном времени, ИИ может открыть новые уровни эффективности, безопасности и устойчивости в инженерной и строительной отрасли.

Одним из ключевых преимуществ ИИ в проектировании является его способность оптимизировать конструкцию в соответствии с конкретными критериями производительности, такими как энергоэффективность, безопасность конструкции и стоимость. Используя алгоритмы искусственного интеллекта для анализа данных из различных источников, архитекторы и инженеры могут оценивать широкий спектр возможностей проектирования и принимать обоснованные решения для данного проекта. ИИ также может помочь архитекторам и инженерам преодолеть бюджетные или материальные ограничения, путем создания творческих и инновационных решений, которые иначе не рассматривались бы.

В процессе строительства ИИ можно использовать для повышения безопасности, эффективности и качества. Например, управляемые ИИ роботы могут выполнять такие задачи, как сварка, покраска и укладка кирпича с точностью и скоростью, снижая риск несчастных случаев и повышая качество готовой продукции. Кроме того, алгоритмы ИИ могут отслеживать процесс строительства в режиме реального времени и предупреждать рабочих о потенциальных угрозах безопасности, помогая предотвратить несчастные случаи и свести к минимуму ущерб.

После окончания строительства, ИИ можно использовать для улучшения ее обслуживания и эксплуатации. Например, системы, управляемые ИИ, могут контролировать такие системы здания, как отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (HVAC), чтобы обнаруживать и диагностировать проблемы до того, как они смогут нанести ущерб. Кроме того, алгоритмы ИИ могут оптимизировать энергопотребление здания, снижая затраты и сводя к минимуму воздействие на окружающую среду.

Однако ИИ также вызывает этические проблемы, в том числе возможность того, что ИИ заменит людей-работников и увековечит предвзятость, если данные, используемые для обучения систем ИИ, будут предвзятыми. Для отрасли крайне важно ответственно и продуманно внедрять ИИ, принимая во внимание потенциальное воздействие на работников и общество в целом.

Есть много реальных примеров того, как ИИ используется при строительстве и проектировании зданий и сооружений. Одним из таких примеров является Autodesk Dreamcatcher, инструмент на основе искусственного интеллекта, который, анализируя ограничения проекта, такие как бюджет, материалы и требования к производительности, использует генеративный дизайн для создания нескольких вариантов проекта для архитекторов и инженеров, позволяя им выбрать лучший вариант для данного объекта.

Другим примером является KONE MonoSpace 500. Алгоритмы искусственного интеллекта анализируют данные из лифтовой системы и прогнозируют потребности в техническом обслуживании, позволяя владельцам зданий более эффективно планировать техническое обслуживание и снижать риск поломок.

WeWork Space as a Service – еще один пример того, как ИИ используется при строительстве и проектировании зданий и сооружений. Эта платформа искусственного интеллекта использует алгоритмы машинного обучения для оптимизации использования офисного пространства и снижения энергопотребления. Алгоритмы искусственного интеллекта анализируют такие данные, как занятость, встречи и энергопотребление.



Рисунок 1. Autodesk Dreamcatcher, пример

Design Navigator от Arup – это еще один инструмент на базе искусственного интеллекта, который использует алгоритмы машинного обучения для оптимизации проектирования конструкций на основе конкретных критериев производительности, таких как прочность, устойчивость и безопасность.

Procure Project Intelligence - инструмент на базе искусственного интеллекта, который использует алгоритмы машинного обучения для мониторинга строительных площадок на предмет угроз безопасности. Алгоритмы искусственного интеллекта анализируют данные с камер и датчиков на строительной площадке, чтобы обнаруживать потенциальные опасности в режиме реального времени и предупреждать рабочих о необходимости принять меры до того, как произойдет авария.

ChatGPT, как языковая модель, разработанная OpenAI, может помочь в построении и проектировании несколькими способами:

Предоставление информации и знаний: ChatGPT обучен работе с большим объемом текстов и обладает знаниями по широкому кругу тем, включая проектирование, строительство и дизайн. Например, он может дать ответы на технические вопросы о материалах, строительных нормах и правилах или отвечать на общие вопросы о процессе строительства и проектирования.

Создание отчетов и документов: ChatGPT можно использовать для создания отчетов, предложений и других документов в сфере строительства и дизайна. Например, он может написать сводку о ходе проекта, создать предложение для нового проекта или генерировать анализ затрат и выгод различных вариантов дизайна.

Это всего лишь несколько примеров того, как ИИ используется для улучшения инженерной и строительной отрасли.

Одна из новых идей использования ИИ и нейронных сетей при строительстве и развитии зданий и сооружений заключается в

использовании автоматизированного проектирования и оптимизации зданий. Алгоритмы ИИ можно обучить анализировать различные факторы, такие как местные строительные нормы, строительные материалы и энергоэффективность, для создания оптимизированных проектов зданий, отвечающих конкретным требованиям и стандартам. Затем нейронные сети можно использовать для непрерывной тонкой настройки проекта на основе текущих данных о строительстве и отзывов рабочих и инженеров.

ИИ также может помочь строительным компаниям оптимизировать планирование и распределение ресурсов, сокращая сроки проекта и минимизируя затраты. Анализируя данные из различных источников, таких как погода, оборудование и материалы, алгоритмы ИИ могут прогнозировать возможные задержки и давать рекомендации в режиме реального времени, чтобы обеспечить бесперебойную работу процесса строительства.

С точки зрения обслуживания зданий ИИ может сыграть решающую роль в оптимизации энергоэффективности и снижении эксплуатационных расходов. Например, алгоритмы ИИ могут анализировать данные о потреблении энергии и вносить коррективы в режиме реального времени в системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и освещения, чтобы сократить потери энергии. Кроме того, системы профилактического обслуживания на основе ИИ могут выявлять потенциальные сбои оборудования до их возникновения, позволяя владельцам зданий заранее решать проблемы и минимизировать время простоя.



Рисунок 2. Midjourney, пример

В целом, использование ИИ при строительстве и развитии зданий и сооружений может произвести революцию в отрасли, открывая новые уровни эффективности, безопасности и устойчивости. Поскольку технология продолжает развиваться, мы можем ожидать еще больше инновационных применений ИИ в строительстве, что приведет к намного большей степени автоматизации данного процесса, а также существенно снизит его стоимость.

Библиографический список

1. Хабр [Электронный ресурс] : Нейронные сети для начинающих, 2016. URL: <https://www.google.com/amp/s/habr.com/ru/amp/post/312450/> .
2. uperator [Электронный ресурс]: Нейросети в строительной индустрии, 2021. URL: <https://upperator.ru/construction> .
3. openai [Электронный ресурс]: ChatGPT, 2022. URL: <https://openai.com/blog/chatgpt/> .
4. elport [Электронный ресурс]: Искусственный интеллект в строительстве. Примеры ИИ для строительной отрасли, 2021. URL: https://elport.ru/articles/iskusstvennyiy_intellekt_v_stroitelstve_primeryi_ii_dlya_stroitelnoy_otrasli .
5. autodesk [Электронный ресурс]: Project Dreamcatcher - Autodesk, 2023. URL: <https://www.autodesk.com/research/projects/project-dreamcatcher> .
6. Попкович Г.С., Гордеев М.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1986, с 392.
7. Гордеев-Бургвиц М.А. Общая электротехника и электроника. Учебное пособие.- М.: МГСУ, 2014. С. 256
8. Гордеев-Бургвиц М.А. Математическое описание в обобщенных производных системах управления электроприводами мощных агрегатов в строительных и горных машинах и в системах водоотведения. Интернет- вестник ВолгГАСУ. 2013. № 4 (29). С. 16.
9. Гордеев-Бургвиц М.А. Общая электротехника и электроснабжение. Учебное пособие. НИУ МГСУ. Москва, 2019. С. 472.

ОБЗОР ЭКСПЕРИМЕНТОВ ДИСТАНЦИОННОЙ РАБОТЫ МОДЕЛИ ПОДВОДНОГО ЭКСКАВАТОРА

*Бубнов Д.В., Волнушкина К.А., студенты 3 курса 9 группы ИГЭС
Научный руководитель – Дроздов А.Н., канд. техн. наук, доц.*

Введение

Россия обладает большим потенциалом для реализации средств механизации подводно-строительных работ, подтверждением тому документ «Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года». Можно утверждать, что для России механизация подводно-строительных работ является способом упрощения достижения поставленных целей и является актуальной проблемой, поскольку многие портовые и портовые сооружения строятся под поверхностью воды,

большая часть их проверок и диагностики, а также технического обслуживания и ремонта выполняется под водой, и весомая часть этого требует ручной работы водолазов. Цель работы – осветить данную технологию для её реализации, что позволит выполнять подводные работы более безопасно и эффективно.

По мере того, как строительные площадки портов перемещаются в более глубокие районы, а также в связи с увеличением масштабов порта возрастает потребность в механизации для более безопасных и эффективных строительных работ. Для этого уже были разработаны пилотируемые подводные экскаваторы. Это привязанные водонепроницаемые строительные машины с обратной лопатой, которыми управляют водолазы, садящиеся на борт. Эффективность работы повышается, однако по-прежнему остаются два вида проблем. Первая проблема – недоступность визуальной информации из-за мутной морской воды или грязи, вызванной непосредственно строительными работами. Вторая проблема – это затруднительное обеспечение безопасности оператора, а также ограниченность непрерывной работы одного оператора из-за давления воды.

Разработка телеуправляемых подводных строительных машин, которые используют тактильную информация как средство управления строительными машинами, заменяющее визуальную информацию стала объектом экспериментов исследовательского института портов и аэропортов и компании Saeki Kensetsu Kogyo. Компонентами технологий управления являются визуализация тактильного изображения, силовая обратная связь и аналогичный фигурный контроллер [1].

Материалы и методы

Компоненты технологий для подводных строительных машин с телеуправлением.

Визуализация тактильного изображения. Трудно распознать общий вид исполнения с тактильным ощущением. Одна из причин заключается в том, что первоначальная форма тактильной информации передается в режиме реального времени и является временной во время контакта. Визуализация тактильного изображения полезна для распознавания общего представления о выполнении, поскольку оно накапливает всю информацию и показывает ее столько времени, сколько необходимо. Визуализация тактильного образа заключается в преобразовании информации, полученной тактильным чувством, в визуальный образ. Положения точек контакта рассчитываются по углам шарнирного сочленения рабочих органов строительной машины. Конфигурация объекта визуализируется компьютерной графикой. [2].

В этом исследовании технология дополненной реальности используется для визуализации положения точек контакта между строительной машиной и объектом с помощью трехмерного дисплея и позволяет оператору распознавать конфигурацию объекта.

Визуализированное тактильное изображение экспериментальной наземной модели телеуправляемой подводной обратной лопаты показано на рисунке 1 [1]. Это вид сбоку на обратную лопату и местность. Точка зрения изменчива. Каркасы показывают фактическое положение, а многоугольники показывают упорядоченное положение. Разница между положениями каркасов и полигонов сообщает оператору временные задержки гидромеханизма. Цвет ковша меняется с синего на красный в момент соприкосновения с землей, чтобы обозначить контакт. Зеленая линия показывает целевую высоту выравнивания. Красная линия показывает реальную местность, полученную с помощью тактильного ощущения.

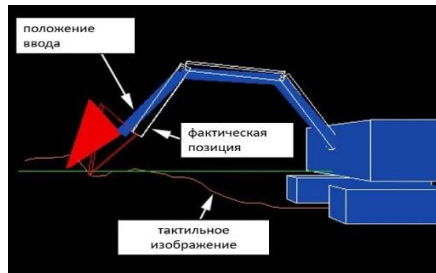


Рисунок 1. Визуализация тактильного изображения

Обратная силовая связь. Силовая обратная связь позволяет операторам распознавать контакт по ощущению рук. В этом исследовании применяется симметричная система силовой обратной связи сервопривода для поддержания постоянного положения ковша, когда ковш не соприкасается, а система силовой обратной связи типа отражения силы применяется для легкого измерения силы реакции при касании. Переход между этими двумя системами происходит автоматически.

Контроллер аналогичной формы. Подобный фигурный регулятор имеет такую же форму, как и рабочие органы строительной машины. Он позволяет операторам интуитивно управлять строительными машинами по сравнению с обычным контроллером многорычажного типа. Контроллер аналогичной фигуры с системой силовой обратной связи позволяет операторам распознавать силу и направление силы реакции. Оператор должен держать контроллер, как карандаш, и перемещать его. В соответствии с движением контроллера машина будет двигаться.

Морские испытания

Рабочий интерфейс. Система представляет информацию в виде компьютерных графических изображений на обычном устройстве отображения. А функции и условия, необходимые для аналогичного интерфейса, заключаются в том, что он обеспечивает хорошую работоспособность, показывает силы реакции, возникающие при контакте машины с объектом, и обеспечивает безопасность и надежность. Поскольку основной задачей этой машины является сглаживание каменной наброски,

она должна быть в состоянии чувствовать, что она соприкоснулась с твердым материалом. Степень свободы обратной лопаты состоит из четырех степеней свободы: оси ковша, оси рукоятки, оси стрелы и оси вращения.



Рисунок 2. Контроллер аналогичной формы

Разработка дистанционно управляемого подводного экскаватора. Была изготовлена тестовая машина для использования в пробных работах по сглаживанию в реальной океанической воде. В основу подводной испытательной машины была положена подводная экскаваторная лопата BIGCRAB, показанная на рисунке 3. Испытательная машина, подготовленная для этого испытания, была оборудована управляющим ПК и контрольными герметизированными сосудами, содержащими датчики-усилители. Контрольные герметизированные сосуды имели двойную конструкцию и были оснащены подводными датчиками типа поплавкового выключателя. Внутри, помимо приборов управления, он был оборудован устройством источника бесперебойного питания. А для мониторинга основных данных, полученных датчиками обратной лопаты над водой, было установлено устройство расширения консоли, которое позволяет разрешить перезагрузку бортового ПК и исправить свою программу. Он также оснащен транспондером SBL и датчиком давления воды для измерения положения подводной обратной лопаты. Для измерения глубины обратной лопаты он оснащен высокоточным манометром воды. Влияние уровня прилива при использовании манометра воды корректируется путем ввода уровня прилива в момент времени в базу данных. Ориентация корпуса машины и угол наклон определяется магнитным датчиком ориентации и ВОГ (волоконно-оптическим гироскопом). Магнитный датчик ориентации герметизирован уретановой смолой, а ВОГ установлен в герметичном контейнере контрольного использования. Был изготовлен новый датчик силы реакции, который был оснащен механизмом, измеряющим силу через пружинную шайбу с учетом ударной нагрузки [3].

Контроллер. Позиционно-симметричное двустороннее управление позволило упростить управление во время холостого хода, а когда датчики силы обнаруживали контакт, выполняя управление для увеличения усиления ограничения положения. Метод управления такого типа изменяет усиление пропорциональной коррекции и усиление передачи мощности на

основе ввода контактного датчика, поэтому он называется позиционно-симметричным двусторонним управлением с переменным усилением [4].

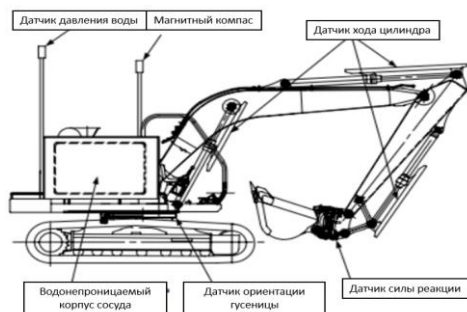


Рисунок 3. Подводный экскаватор

Результаты исследования

Испытания проводились на вершине каменной наброски толщиной 1,65 м на волнорезе у берега острова Каминошима в городе Нагасаки префектуры Нагасаки. Размер каменной наброски составлял от 5 до 100 кг каждый, диапазон оценки составлял 10 м × 10 м, а целью работы было сглаживание каменной наброски до ± 30 см. Для сравнения, та же работа по сглаживанию выполнялась экскаватором, управляемым водолазом, сидящим на экскаваторе. Эти данные были введены в базу данных, и оператор определил место для опускания обратной лопаты и подготовил план работы на день, просматривая экран, на котором отображалась топография. После подтверждения работы под водой была проведена проба сглаживания в условиях нулевой видимости. Испытание проводилось опытным оператором подводной обратной лопаты, хорошо осведомленным о характеристиках подводной обратной лопаты. Оператор выполнял работу без телекамеры, используя только информацию из изображений компьютерной графики, описанных выше. Основная операция заключалась в раскопке насыпи до необходимой высоты, а затем выбрасывании материала, удаленного за пределы рабочего диапазона. Плоские координаты обратной лопаты были получены путем ультразвукового позиционирования с помощью SBL, а вертикальные координаты были полученный по данным, полученным от манометра воды, установленного на обратной лопате. Координаты кончика ковша были рассчитаны как абсолютная система координат путем добавления к этой координате угла наклона и информации об угле наклона стрелы, рукояти и ковша. Оператор выполнял работу, не опираясь на чистовые вехи, вводя эту систему координат в базу данных и сравнивая ее с проектными высотными координатами, являющимися абсолютной системой координат.

После работы была проведена съемка с помощью подводного уровня. Результат обследования основан на измерениях дальности, на которой производилась дистанционно управляемая работа с интервалом в 1м. Усреднение всех точек съемки в пределах диапазона исполнения дает +17, а его стандартный перепад составил $\pm 8,1$ см. Стандарт контроля выполнения ± 30 см был выполнен. Более чем в половине точек съемки перепад находился в пределах от +10см до +20см. Тем не менее, можно констатировать, что работа по выравниванию насыпи была выполнена адекватно, как показывает эталонный перепад.

Выводы

На основе всего вышесказанного, можно сделать вывод, что телеуправление строительными машинами доказывает свою состоятельность, так как решает проблемы механизации подводно-строительных работ. Развитие данного направления и внедрение телеуправления позволит упростить и сделать более безопасным процесс строительства уникальных объектов.

Библиографический список

1. Junichi Akizono, Taketsugu Hirabayashi, Yasushi Yamamoto, Hiroshi Sakai, Hiroaki Yano, Masaki Iwasaki: Teleoperation of construction machines with haptic information for underwater applications, International Association for Automation and Robotics in Construction (IAARC), 2004, pp. 340 – 345
2. Michael Massimino, Thomas Sheridan, Sensory Substitution for Force Feedback in Teleoperation, Presence, Vol.2. Nr.4, MIT PRESS, 1993, pp.344-352
3. T. Hirabayashi, T. Yamamoto, H. Yano, H. Iwato, Experiment On Teleoperation Of Underwater Backhoe With Haptic Information (IAARC), 2006, pp. 36 – 41
4. Hironao Yamada, Kyoji Takeichi, Muto Takayoshi: Master-Slave control for remote operation constructed robot systems, Collected Reports of the Japan Society of Mechanical Engineers, (C)Volume 66, No. 651, 2000, pp. 140-147
5. Morton A Heller, Haptic dominance in form perception with blurred vision, Perception, 1983, vol. 12, pp.607-613

МОДЕРНИЗАЦИЯ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР КОНВЕКЦИОННОГО ТИПА

*Гасангусейнов М.Р., студент 4 курса 30 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гордеев-Бурзвиц М.А., Изобретатель СССР;
доктор – инженер ФРГ; канд. техн. наук, профессор*

Сушка древесины – это процесс снижения содержания воды в древесине до определенного уровня влажности. Цель сушки – превратить древесину из природного сырья в промышленный материал с улучшенными биологическими и физико-механическими свойствами.

В качестве объекта управления будет рассмотрена сушильная камера компании "ТЕРМОТЕХ" (г. Брянск). Расход теплоэнергии равен 5710.43 кДж/кг, а объем загрузки от 15 м³ условного пиломатериала. На рис.1 представлена технологическая схема управления сушильной камерой.

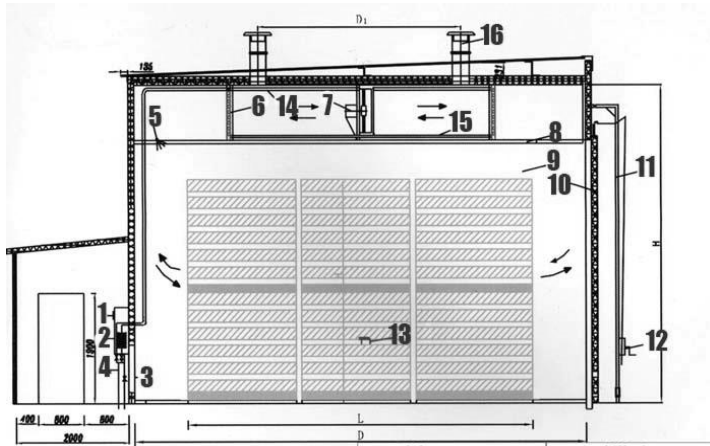


Рисунок 1. Схема управления конвекционной сушильной камеры

Недостатком такой схемы является теплопотери, которые обусловлены забором холодного воздуха.

На рис.2 представлена модернизированная схема управления сушильной камерой. Процесс сушки пиломатериалов происходит в несколько этапов: начальный прогрев древесины, собственно сушка по определенному режиму, конечная (в ряде случаев промежуточная) влаготеплообработка и кондиционирование.

На стадии начального прогрева лесозаготовки для предупреждения образования внутренних напряжений и для подготовки древесины к стадии сушки древесина подвергается быстрому прогреву без испарения из нее влаги в среде с повышенной температурой и высокой влажностью, для чего в камеру подают насыщенный пар при включенных калориферах.

Начало прогрева считается с момента, когда температура в камере достигнет требуемой температуры древесины. Начиная с этого момента снижение температуры в камере или резкое падение влажности недопустимо во избежание растрескивания пиломатериалов.

Система вентиляции в схеме управления (рис.1) нужна и используется только для того, чтобы сбрасывать воздух, влажность которого превысила нормативные значения, а также для забора в систему сухого воздуха.

В схеме, разработанной мной, рекуператор позволяет нагнетать воздух в систему плавнее, в силу того, что в установку попадает уже подогретый воздух, что положительно сказывается на рассматриваемом объекте.

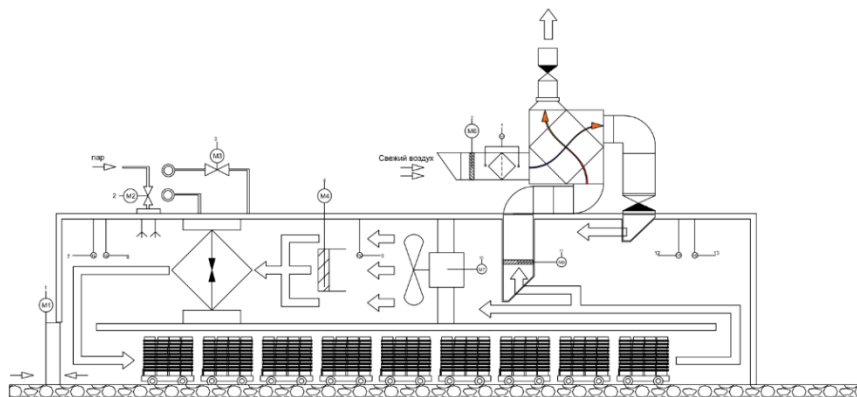


Рисунок 2. Модернизированная схемы управления конвекционной сушильной камеры

Стоимость рекуператора у производитель-поставщик вентиляционного оборудования «уапvent» составляет 100000 рублей.

$$K_t = \frac{T_4 - T_1}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

где K_t – коэффициент эффективности рекуператора по температуре; T_1 – температура наружного воздуха, оС; T_2 – температура вытяжного воздуха (т.е. воздуха в помещении), оС; T_4 – температура приточного воздуха, оС.

Воспользовавшись формулой (1) узнаем значение КПД равное 45%.

Таблица 1. Расчет срока окупаемости

Год	% индексации тарифов	Стоимость единицы ТЭР, руб / кВт*ч	Стоимость ТЭР в базовом варианте, руб.	Стоимость ТЭР в новом варианте после модернизации, руб.	Годовая экономия и ТЭР, руб	Денежный поток нарастающим итогом, руб.	Расчет срока окупаемости, лет
						-100 000	
2023	3,5	5,48	949 002,17	521 951,20	427050,98	327051	1,23
2024	3,6	5,67	983 166,25	540 741,44	442 424,81	769 475,79	-
2025	3,55	5,88	1 018 068,65	559 937,76	458 130,89	1 227 606,68	-
2026	3,60	6,08	1 054 719,12	580 095,52	474 623,61	1 702 230,29	-
2027	3,70	6,30	1 093 743,73	601 559,05	492 184,68	2 194 414,97	-
2028	3,65	6,54	1 133 665,38	623 515,96	510 149,42	2 704 564,39	-
2029	3,80	6,78	1 176 744,66	647 209,56	529 535,10	3 234 099,49	-
2030	3,75	7,03	1 220 872,59	671 479,92	549 392,66	3 783 492,15	-
2031	3,85	7,30	1 267 876,18	697 331,90	570 544,28	4 354 036,44	-
2032	3,90	7,58	1 317 323,35	724 527,84	592 795,51	4 946 831,94	-
2033	3,90	7,87	1 368 698,96	752 784,43	615 914,53	5 562 746,48	-
2034	4,00	8,18	1 423 446,92	782 895,81	640 551,12	6 203 297,59	-

Проведя экономический расчёт (табл.1), при условии работы сушильной камеры за 355 дней в году, используя данные ПАО "МОЭК" можем посчитать предположительный срок окупаемости агрегата, который составил 1 год и 2 месяца.

Таким образом, предложенная схема управления не только снижает нагрузку на систему отопления, но и повышает гибкость системы, при этом имея низкий срок окупаемости, что является экономически целесообразным.

Библиографический список

1. Сушильные камеры работают на отходах производства. объем загрузки сушильных камер от 15 м³ пиломатериала. фронтальная и трековая погрузка пиломатериала в сушильную камеру. URL: <http://sushilo.ru/komplex.htm> (дата обращения 18.02.2023)
2. Тарифы на 2019–2023 годы. URL: Тарифы (moek.ru) (дата обращения 18.02.2023)
3. ГОСТ3808.12019 Пиломатериалы и заготовки хвойных пород URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293726/4293726310.pdf> (дата обращения 18.02.2023)
4. П.В. Болдырев Сушка древесины практическое руководство URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/rusles/sushka/text.pdf> (дата обращения 18.02.2023)
5. Рекуперация в системах вентиляции. Анализ систем рекуперации и экономическая целесообразность их применения. URL: Рекуперация в системах вентиляции. Анализ систем рекуперации и экономическая целесообразность их применения. | Техническая библиотека ПромВентХолод (promventholod.ru) (дата обращения 18.02.2023)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ КОТТЕДЖНОГО ПОСЁЛКА

Дьяков Г.А., студент 4 курса 32 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Саклаков И.Ю., канд. техн. наук, доц.

С каждым годом современные технологии стремительно развиваются и параллельно их развитию появляются возможности интегрирования новых разработок в различные отрасли. В данной статье я рассмотрю системы автоматизации, а также систему «умный дом» на базе производителя Loxone для коттеджного посёлка премиум класса, в целях повышения комфорта и безопасности.

Общая концепция заключается в повышении комфорта и оптимизации всех систем, как каждого коттеджа, так и всего посёлка в целом. От климат-контроля в отдельном жилом помещении дома, до централизованного энергоучёта всех потребителей на территории и применения видеоаналитики в системе контроля и управления доступом.

В каждом жилом частном доме будет установлен контроллер Miniserver, отвечающий за системы автоматизации в здании. Данные

устройства будут подключены к одному головному контроллеру для возможности мониторинга, анализа и диспетчеризации всех систем.

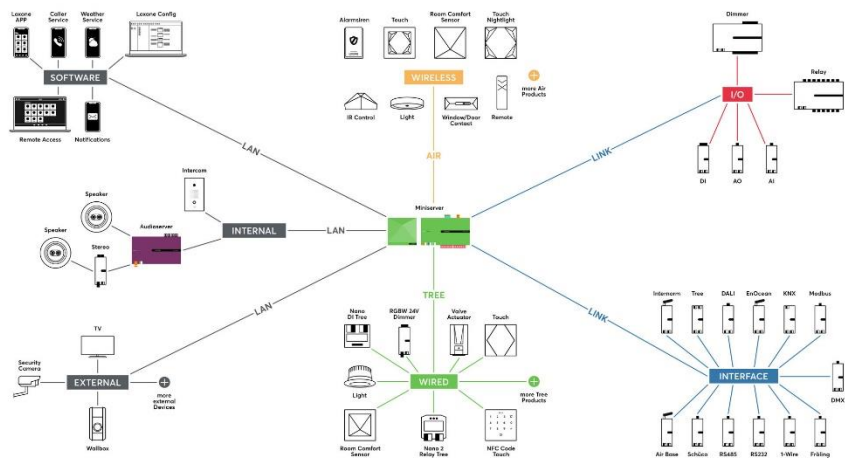


Рисунок 1. Структурная схема подключения Loxone Miniserver

Стоит ознакомиться с функционалом Loxone, для большего понимания того, что именно предлагает производитель.

Австрийская система автоматизации Loxone, несомненно, один из самых оптимизированных, простых в эксплуатации и доступных продуктов, что на сегодняшний день предлагает рынок «умных домов».

Loxone согласовано управляет прежде изолированными друг от друга системами: вентиляции, канализации, водоснабжения, кондиционирования, пожарной безопасности и электроснабжения при помощи центрального контроллера – Loxone Miniserver. У данного головного устройства есть как цифровые, так и аналоговые входы, и выходы, количество которых, при необходимости, можно увеличить за счёт расширений производителя. Помимо принудительного управления через адаптированное для пользователя приложения, система сама принимает решения о режимах работы коммуникаций и устройств, отталкиваясь от заранее заданных параметров пользователя[3].

Для более детального понимания возможностей средств автоматизации, рассмотрим предлагаемый производителем функционал:

Автоматизация освещения:

- Во всех нежилых помещениях – коридорах, ванной комнате и туалете, в гараже и за пределами дома свет включается и выключается автоматически, работая в связке с датчиками присутствия или по заданному расписанию. Помимо удобств, данное решение помогает экономично использовать электроэнергию.

- В жилых комнатах яркость света автоматически корректируется по заданным алгоритмам, а также исходя из показаний датчиков освещённости, которые определяют уровень естественного освещения в различное время суток.

- Возможность управления шторами и маркизами оберегает жилое пространство от попадания яркого солнечного света и перегрева в тёплый период года, что позволяет поддерживать комфортные условия в любой сезон, а также экономить на кондиционировании, за счёт гибких настроек системы.

Контроль над параметрами микроклимата помещений:

- Пользователю достаточно единожды задать желаемые параметры температуры и влажности в каждом помещении, а система самостоятельно отрегулирует режимы работы конвекторов, радиаторов, кондиционера, тёплых полов и увлажнителей воздуха. Можно запланировать изменение климата в течение суток, например, если жилец хочет засыпать при прохладной температуре, а просыпаться в более тёплой.

- Вентиляция в ванных комнатах и санузлах будет включаться автоматически, при срабатывании датчика присутствия и продолжать работу некоторый период времени после отсутствия движения и звука.

- Будут полезными функции снеготаяния и антиобледенения. Данная функция реализована за счёт нагревательных кабелей, выведенных под кровлю здания, ступени лестницы или покрытие стоянки, она позволяет предотвратить образование снега и льда в зимнее время. Такой функционал может быть задействован для предотвращения промерзания водопроводных и канализационных труб.

Безопасность:

- Система автоматизации Loxone предполагает использование датчиков на всех узлах коммуникаций. Таким образом, при возникновении пожара, утечки газа или протечки водопровода, программа предпримет необходимые меры - перекроет шаровые краны или запустит систему пожаротушения, а также отправит отчет о случившемся на телефон владельца.

- Всегда есть удаленный доступ и поэтому просмотреть изображение с камер видеонаблюдения, а также отправить голосовое сообщение через аудиосистему. О попытке несанкционированного проникновения на территорию программа оповестит пользователя и частное охранное предприятие[3].

Энергоучёт:

- За счёт специальных цифровых счётчиков электроэнергии может быть реализован учет расхода электричества, воды и газа с функцией автоматической передачи показаний и параметров конечному потребителю и энергосбытовым компаниям.

Для повышения уровня безопасности и автоматизации системы СКУД, будут использоваться камеры видеонаблюдения с технологиями видеоналики производителя Hikvision [2]. Данные видеокamеры

оснащены функциями распознавания лиц, номерных автомобильных знаков, вторжения в зону и многое другое, что будет интегрировано в охранную систему. А также производитель включил в своё оборудование технологию «Acusense», которая позволяет различать людей и разные движущиеся объекты, что увеличит качество работы системы.

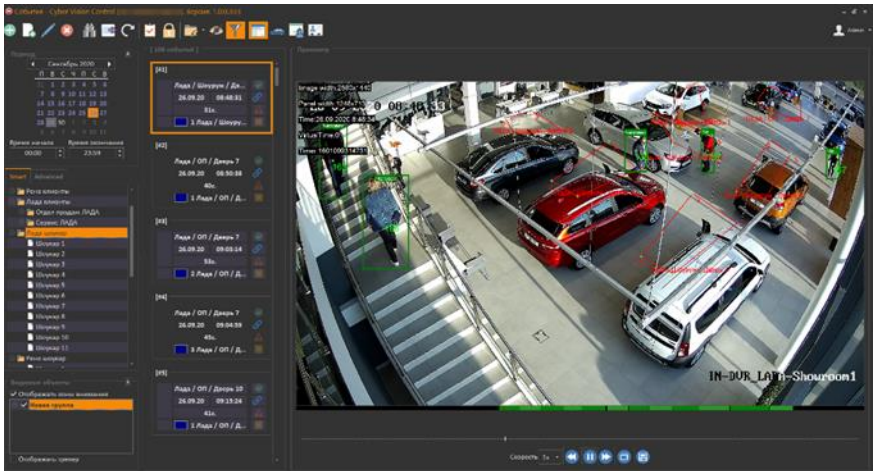


Рисунок 2. Работа видеокамер с видеоаналитикой

Таким образом, для получения доступа на территорию посёлка сотрудником, к примеру, службы доставки, хватит отправленного и подтверждённого удостоверения личности. Усилить систему безопасности можно за счёт двухфакторной аутентификации посредством функции распознавания лица и распознавания номерного знака автомобиля доставщика. Для этого потребуются лишь одна камера на въезде и автоматизированное управление шлагбаумом/воротами.

Статус и сигнализация охранно-пожарной системы каждого дома будет поступать напрямую в диспетчерскую для подтверждения и моментального вызова соответствующих служб.

Система «умный дом» позволит экономить на электричестве за счёт автоматизированного управления в системах отопления, вентиляции, кондиционирования и освещения. А весь энергоучёт будет происходить автоматически, передавая показания в инстанции. Помимо этого, пользователь всегда может отследить статистику потребления в определённые интервалы времени.

Итак, мы ознакомились с различными средствами автоматизации, которые могут быть интегрированы в экосистему коттеджного посёлка, а ещё рассмотрели несколько примеров использования современных решений для повышения уровня комфорта и безопасности.

Библиографический список

1. Абрамов А.М. Системы управления доступом. М.: "Оберег-РБ", 2013. 238с.
2. Hikvision. Оборудование для видеоналитики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://Hikvision.ru>
3. Loxone. Оборудование для умного дома [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://Loxone.com>
4. Крахмалев А.К. Интегрированная система безопасности: учеб.пособие. М.: Москва, 2013. 243с.
5. Мальцев И. В. Системы контроля доступом // Системы безопасности, 1996. № 1. С. 43-45.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ЗДАНИЯ ДЕЛОВОГО ЦЕНТРА

Сучкова А.С., студент 4 курса 31 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Саклаков И.Ю., канд. техн. наук, доц.

В любом общественном здании должны соблюдаться определенные микроклиматические условия, поскольку именно от данных параметров зависят здоровье и работоспособность находящихся в сооружении сотрудников предприятия или временных посетителей. На сегодняшний день во многом это осуществляется с помощью средств автоматизации. Автоматизированные инженерные системы не только обеспечивают комфортные условия в здании, но и решают проблемы в области энергосбережения и экологии. Одной из составляющих в поддержании микроклиматических параметров в здании является система теплоснабжения.

Индивидуальный тепловой пункт – это комплексное устройство, предназначенное для обеспечения здания теплом, вентиляцией и горячим водоснабжением. ИТП служит промежуточным звеном между теплосетью и потребителем. Данный комплекс передает теплоноситель от ТЭЦ или котельной, распределяя его между потребителями, и при этом осуществляя регулирование параметров (температуры, теплового потока и т.д.).

На рисунке 1 представлена схема расположения оборудования теплового пункта здания делового центра.

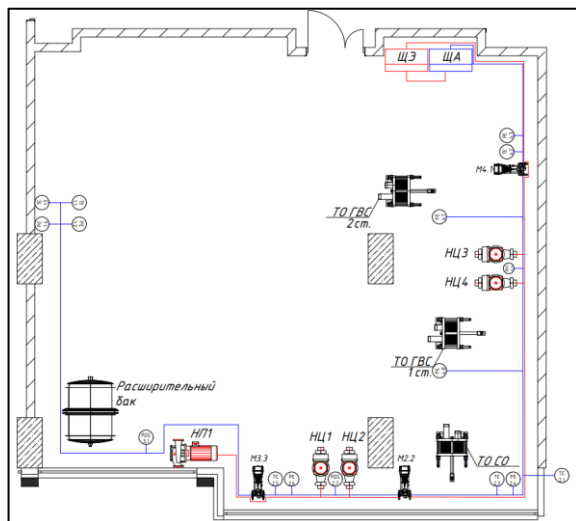


Рисунок 1. Схема расположения оборудования ИТП

Принцип работы данной системы теплоснабжения состоит в следующем:

Вода, поступающая из теплосети, разделяется на два потока – первый идет на отопление, а второй – на ГВС.

В контуре отопления теплоноситель поступает в теплообменник и нагревает пришедшую воду от потребителя, и нагретая вода уходит обратно в систему отопления. Температура подаваемого теплоносителя к потребителю зависит от температуры наружного воздуха. Параметр, измеренный датчиком температуры, расположенным на подающем трубопроводе, сравнивается с уставкой, задающейся по температуре на улице, и в зависимости от этих значений, контроллер изменяет положение регулирующего клапана, который регулирует температуру воды, поступающей к потребителю.

В системе отопления предусмотрена линия подпитки, предназначенная для предотвращения аварийных ситуаций, возникающих из-за уменьшения объема воды в системе. Если давление в подающем трубопроводе системы отопления оказывается ниже нормы, то открывается регулирующий клапан на линии подпитки и контроллер запускает электродвигатель насоса подпитки и насос начинает работать. Когда давление достигает верхнего предела, сигнал с датчика поступает на ПЛК, закрывающий клапан и выключающий насос.

Также система отопления оборудована герметичным расширительным баком для накопления избыточного теплоносителя, образующегося в результате повышения температуры в системе. Данное устройство помогает избежать аварийных ситуаций, возникающих из-за теплового расширения

теплоносителя, приводящее к неисправностям в трубопроводах и оборудовании.

Рассмотрим контур горячего водоснабжения. Обратная вода системы отопления и обратный теплоноситель от теплообменника 2 ступени поступают в теплообменник 1 ступени для нагрева воды из системы ХВС. После того как вода была нагрета, она отправляется во второй теплообменник для последующего повышения температуры и подачи к потребителю. Для поддержания температуры воды используется теплоноситель из теплосети, который поступает в магистраль, идущую к теплообменнику 2 ступени. На данном трубопроводе перед теплообменным аппаратом установлен регулирующий клапан. Он открывается или закрывается в зависимости от температуры на подающем трубопроводе, измеренной датчиком температуры. Данный параметр сравнивается с установочным значением, и положение клапана изменяется для установления соответствия температуры в подающем трубопроводе значению уставки.

Поскольку в системе теплоснабжения установлены циркуляционные насосы, то для контроля их работы оборудование оснащается реле перепада давления. Устройства при возникновении аварии на насосах отправляют на контроллер сигнал об аварии и загораются сигнальные лампы, свидетельствующие о возникших неисправностях. Помимо реле перепада давления для насосов предусмотрен ручной запуск и останов. Этому соответствует наличие переключателей для перехода из автоматического в ручной режим и наоборот.

Представленная выше система автоматизации построена на следующем оборудовании:

- 1) Программируемый логический контроллер;
- 2) Датчики температуры (1 из которых предназначен для измерения температуры окружающего воздуха);
- 3) Датчики давления;
- 4) Реле перепада давления;
- 5) Сигнальные LED лампы;
- 6) Двухпозиционные кулачковые переключатели;
- 7) Кнопки "Пуск-Стоп";
- 8) Понижающий трансформатор TV1 220/24В;
- 9) Блок питания 24В;
- 10) Магнитные пускатели;
- 11) Автоматические выключатели;
- 12) Промежуточные реле 220В;
- 13) Кабельная продукция и монтажные материалы;
- 14) Распределительные щиты.

Несмотря на объемный перечень оборудования и, казалось бы, немалые материальные затраты, автоматика позволяет усовершенствовать систему теплоснабжения в следующих аспектах:

1. Обеспечение комфортных условий в офисных помещениях;
2. Увеличение срока службы систем;
3. Повышение качества регулирования параметров теплоносителя;
4. Уменьшение потребления энергоресурсов (воды, тепловой энергии, электроэнергии);
5. Сокращение финансовых затрат на оплату энергоресурсов;
6. Уменьшение персонала, контролирующего работу системы и, как следствие, сокращение расхода финансовых ресурсов на оплату труда;
7. Дистанционный контроль за работой системы.

Таким образом, правильно спроектированная система автоматизации теплового пункта позволяет обеспечить нужды потребителя на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию в автоматическом режиме, а применение современного подхода с использованием погодозависимого режима регулирования и регулирование по суточным интервалам внутренней температуры позволяет экономить энергоресурсы.

Библиографический список

1. Автоматика и автоматизация систем теплогасоснабжения и вентиляции: Учеб. для вузов / А.А. Калмаков, Ю.Я. Кувшинов, С.С. Романова, С.А. Щелкунов; под ред. В. Н. Богословского. М.: Стройиздат, 1986. 479 с: ил.
2. СП 510.1325800.2022 Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения.
3. СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов 7-е изд., стереот. М.: Издательство МЭИ, 2001. 472 с.: ил.
5. ОВЕН. Оборудование для автоматизации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://owen.ru/>.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

Костин А.И., студент 4 курса 30 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Величкин В.А., канд. техн. наук, доц.

При организации производства важно помнить про человеческий фактор или фразу о том, что каждый человек может ошибиться. На производстве ж/б стеновых панелей трудится более 30 работников.

Ниже приведены этапы производства ж/б стеновых панелей, из которых 2-5, 7 и 8 выполняются с непосредственным участием человека.

Этапы производства железобетонной стеновой панели:

1. Нанесение границ установки бортоснастки на плоттере
2. Установка бортоснастки
3. Установка кессонов и матрицы под облицовочную плитку

4. Установка доборов и укладка плитки (доборы - деревянные или пенопластовые вставки в местах, где установка бортоснастки из-за ее размеров невозможна)

5. Укладка наружного слоя арматуры

6. Заливка наружного слоя бетонной смесью

7. Укладка утеплителя и гибких связей

8. Укладка внутреннего слоя арматуры и обвязка с наружным

9.а. Заливка внутреннего слоя бетонной смесью

9.б. Транспортировка в камеру тепловой обработки

Процесс передвижения паллет начинается с нажатия кнопки «ПУСК» на пульте оператора (находится недалеко от первой станции) запускается таймер отсчета времени на пульте, который будет отражать затраченное время на выполнение необходимых операций (важно не превысить выделенное время в 26 минут, меньше можно, больше – нельзя). Паллета перемещается между станциями продольно с помощью фрикционных приводов и направляющих валков после нажатия кнопки на пульте управления, а также от этапа 8 на этап 9 задействуется подъемная тележка поперечного хода, приводимая в действие с помощью привода поперечного движения.

После нажатия кнопки «Пуск» на пульте оператора процесс движения начинается с параллельной работы двигателя подъемной тележки (подъем платформы) на этапе 8 (укладка арматуры) и на этапе 9б (заливка внутреннего слоя бетона). Когда платформа поперечного движения завершила подъем и переместилась до промежуточного датчика начинается продольное движение от станции 1-го этапа до станции 8-го.

После станции 9б паллета с залитым, но еще не затвердевшим изделием отправляется в сушильную камеру, где под действием тепловой обработки наберет необходимые прочностные характеристики.

Поступающее в сушильную камеру изделие не проходит никакого контроля на предмет наличия внутри формы случайно оставленных предметов, выступающих вверх из объема изделия. По этой причине в камеру тепловой обработки изделие может попасть с предметами инвентаря и другими предметами, которых не должно быть в стеновой панели, из-за чего изделие будет забраковано, а также может повредить камеры тепловой обработки.

Для предотвращения подобной ситуации необходимо установить лазерный датчик перемещения RLD-150, установив его на 0,5-1 см выше верхней точки паллеты с изделием. Такое расположение датчика позволит аварийно останавливать движение паллеты для осмотра изделия на наличие выступающих предметов.

Для исключения ложного срабатывания команды на аварийный останов паллеты при движении к лифту, предусматривается алгоритм работы системы, представленный на рисунке 2.

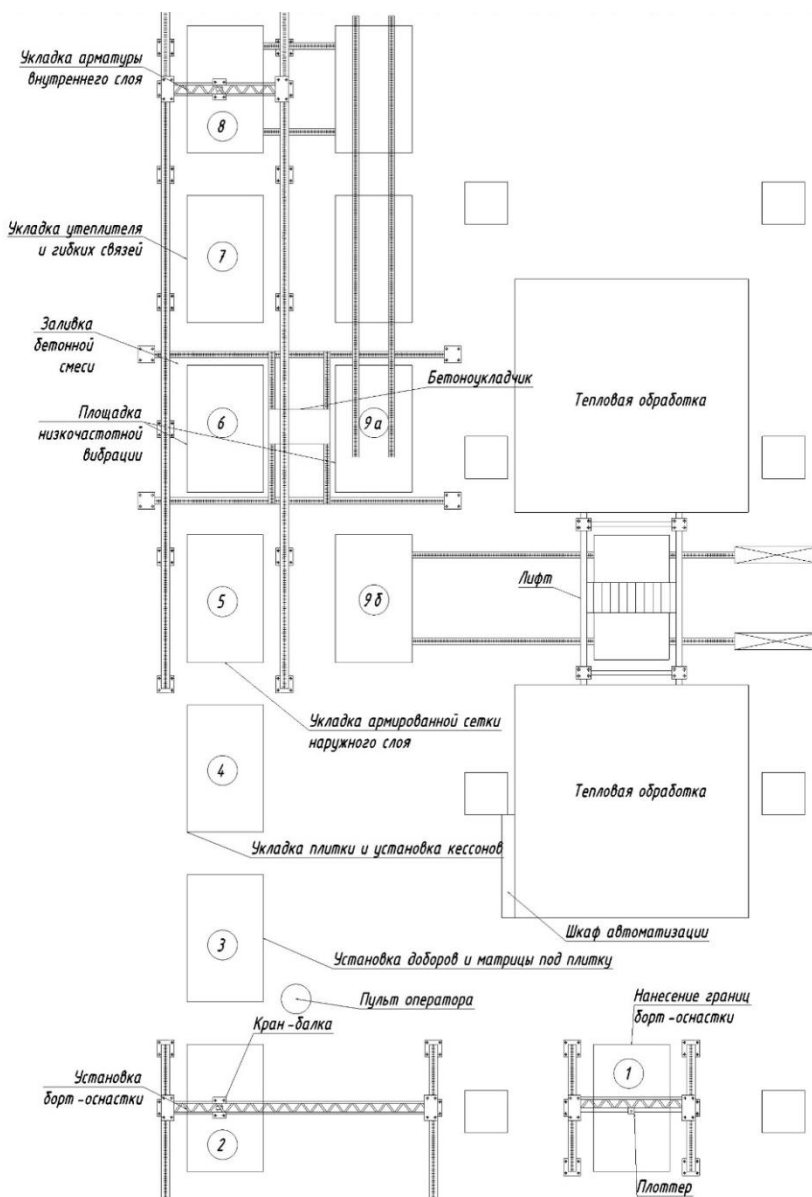


Рисунок 1. Основные этапы производства ж/б стеновых панелей

Переменная Alarm_Stop (отвечает за аварийный останов паллеты) работает только когда и переменная Motion (принимает значение TRUE,

когда запустится двигатель и FALSE, когда двигатель остановится) и переменная Datchik (срабатывание датчика) будут иметь значение TRUE.

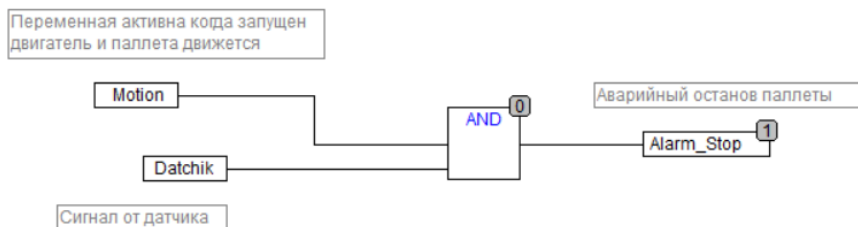


Рисунок 2. Алгоритм аварийного останова паллеты

Т.о. при установке датчиков перемещения перед погрузкой изделия в камеру тепловой обработки исключается возможность пропустить паллету с выступающим из объема изделия предметом. Своевременная сигнализация о несоответствии норме позволит убрать выступающий объект и снизить процент бракованных изделий.

Библиографический список

1. EBAWE ANLAGENTECHNIK. Компания-производитель оборудования для изготовления сборных бетонных элементов. <https://www.ebawe.de/ru/>
2. Бородин, И.Ф., “Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ)” / И.Ф. Бородин. М.: Колос, 2006 г. 352 с.
3. Иванов, А.А., “Автоматизация технологических процессов и производств”: Учебное пособие / А.А. Иванов. М.: Форум, 2016 г. 224 с.
4. Савченко В.И. Электротехника и электроника: Учеб. Для вузов. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012, 264 с. ISBN 978-5-93093-884-5
5. АО "Сенсор Системс Солюшнс". Торгово-производственная компания в области беспроводных сенсорных сетей. - https://www.sensor-systems.ru/index.php?show_aux_page=1

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Петрий А.А., Курзина О.О., студенты 3 курса 61 группы ИПГС
Научный руководитель – Дроздов А.Н., канд. техн. наук, доц., **Величкин В.А.,** канд. техн. наук, доц.

На сегодняшний день развитие вычислительной техники достигло такого уровня, что стало вполне возможно делать расчеты различных строительных конструкций. Одним из самых распространенных и действенных способов решения является метод конечных элементов, он универсальный и дает наиболее точный результат, но этот метод требует больших вычислительных ресурсов.

В настоящее время строительной сфере приходится сталкиваться с различными сложностями. К ним относятся избыток подземных инженерных сетей, увеличение плотности строительства зданий и сооружений в городе, глобальное распространение высотного строительства, применение для строительных работ грунтов с изменчивыми свойствами и тд. Перечисленные факторы вынуждают специалистов находить более совершенные и подходящие методы, также используя сложные математические системы с учетом значительного объема дополнительных параметров и особенностей целевой функции, что делает процесс принятия решений весьма затруднительным[1]. Вследствие обязательного участия людей в ранее перечисленных методах, возникают сложности, связанные и с человеческим фактором.

Нейросетевые технологии являются одним из самых мощных инструментов современности для решения задач в самых разнообразных сферах нашей жизни. Нейронные сети принадлежат той части ИИ, в которой для распознавания и анализа поступающих запросов и команд применяются явления, происходящие в нейронах живых существ. Рассмотрим плюсы использования нейросетевых технологий[2]:

1) Нейронные сети нелинейные, поэтому они представляют достаточно действенный метод моделирования, который может воспроизводить сложные зависимости.

2) Нейронным сетям подвластна проблема с размерностями, которая может препятствовать моделированию даже линейных зависимостей в случае содержания большого количества переменных.

3) Нейронные сети подходят для описания динамически меняющихся систем, так как при неизменной архитектуре системы способны адаптироваться к быстро изменяющейся реальности[3].

Несмотря на удобство и эффективность использования нейросетевых технологий, существует и ряд недостатков:

1) Неточность ответа. Ответ в результате применения нейросетевых технологий всегда получается приближенным.

2) В случае создания модели строительного объекта с использованием нейронных сетей необходима многоцикловая настройка различных элементов и межэлементных связей.

Основной принцип работы нейронной сети заключается в нахождении зависимостей и уменьшении некоторой функции ошибки в процессе функционирования того или иного строительного оборудования. Существуют различные типы нейросетевых задач, предназначенные для реализации поставленных целей технологического процесса:

○ традиционный подход подразумевает использование в работе исключительно исходных данных и осуществление единственной экстраполяции. Данный тип называется одношаговым и применяется для решения прямых и обратных задач строительной механики, теории оболочек и теории упругости. Точность результата в перечисленных областях

применения нейротехнологий достигается за счет простого вида нейросетевой модели, так как она является одномерной и однопараметрической.

○ второй метод отличается от традиционного тем, что помимо использования исходных данных нейросеть может быть дообучена путем освоения дополнительной информации. Соответственно, при возникновении ситуаций, для решения которых сети необходимо передать дополнительные сведения, данный тип нейросетевых моделей продолжает решение, а не прекращает его как в ранее описанном подходе. Тем не менее, подобное введение вспомогательной информации может совершаться лишь единожды.

○ третий тип нейросетевых задач представляет собой многошаговый подход с доучиванием необходимой информации в процессе решения, но без изменения ее первоначальной структуры. В данном случае точность решения повышается, поскольку нейросеть использует информацию не только о рассматриваемом конкретном значении функции, но и сведения о влиянии всей области параметров на данный элемент. Максимальная погрешность решений при применении данного типа нейросетевых задач составляет 5%.

○ нетрадиционный подход схож с предыдущим, однако в данном случае возможно изменение и совершенствование структуры нейросетевой модели. Благодаря тому, что доучивание модели с учетом дополнительных сведений происходит на каждом малом шаге, данный тип нейрозадач обеспечивает достоверность полученных результатов.

Конструкции грузоподъемных машин и их элементов обладают весьма значительной деформативностью, поскольку их высота достигает сотен метров, и повышения материалоемкости или применения технологий предварительного напряжения в традиционном понимании, когда величина преднапряжения не изменяется при варьировании эксплуатационной нагрузки, а остается постоянной, для обеспечения полноценного качественного управления строительными машинами будет недостаточно[4]. На данный момент активные методы управления динамическими нагрузками в описанной области еще не доведены до совершенного вида, чтобы свободно его применять для различных строительных машин. Исходя из этого, можно сделать вывод, что данная сфера нуждается в разработке и использовании нейросетевого управления с целью эффективного воздействия на параметры конструкции и полноценного контроля над строительной машиной.

Уплотнение дорожного полотна с помощью асфальтоукладчика и комплектом дорожных катков является примером использования нейросетевых технологий в строительной сфере[5]. (рис.1). Для того чтобы настроить оптимальную работу асфальтоукладчика, необходимо знать коэффициент уплотнения. В современном оборудовании режимы уплотнения изменяются вручную, однако асфальтоукладчик – сложная

система, выполняющая множество процессов во время работы, поэтому является необходимым исключить или, по крайней мере, сократить влияние человеческого фактора в работе машины.

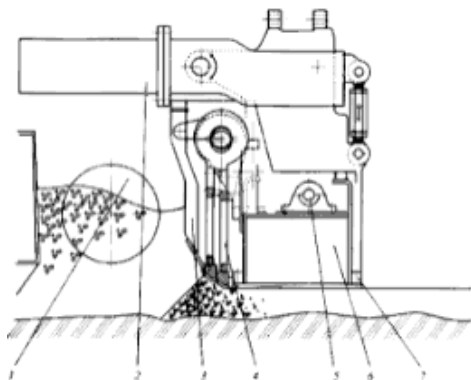


Рисунок 1. Схема блока рабочих органов асфальтоукладчика: 1 – распределяющий шнек; 2 – боковой несущий рычаг; 3 – выравнивающий щит; 4 – трамбующий брус; 5 – вибратор; 6 – кожух обогревателя выглаживающей плиты; 7 – выглаживающая плита

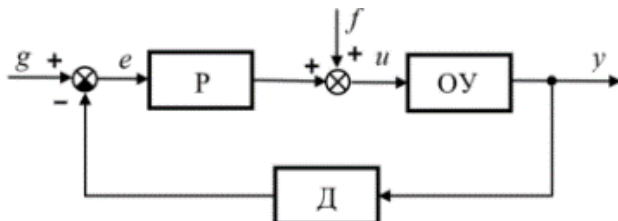


Рисунок 2. Схема линейной одноконтурной конечномерной стационарной САУ

Рассмотрим линейную одноконтурную конечномерную стационарную САУ (рис.2.)

На представленной схеме g – задающее воздействие; e – ошибка регулирования ($e = g - y$, где u и y – регулируемый вход и регулируемый выход объекта соответственно); f – внешние возмущения, приложенные ко входу объекта; P – регулятор; OY – объект управления; D – датчик. Приняты следующие условия:

- регулируемая величина – коэффициент уплотнения;
- регулирующее воздействие – частота колебаний трамбующего бруса;
- толщина уплотняемого слоя находится в диапазоне 0,04 - 0,08м.

Предложена функциональная зависимость нейросетевой САУ уплотнением для асфальтоукладчиков:

$$f_t = (Type, V, h, e),$$

где f_t – частота колебаний трамбующего бруса, Гц; Туре – показатель типа смеси; V – скорость движения асфальтоукладчика, м/мин; h – толщина слоя покрытия, м; e – ошибка регулирования.

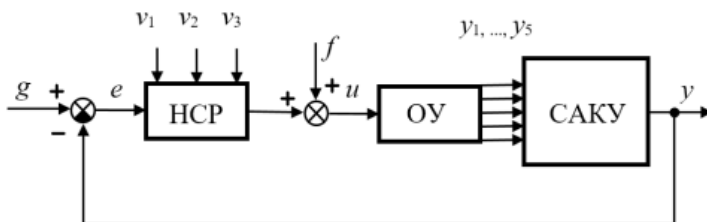


Рисунок 3. Функциональная схема нейросетевой САУ

Здесь y – коэффициент уплотнения смеси, полученной после укладчика; g – заданное (желаемое) значение коэффициента уплотнения смеси; y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 – переменные на входе нейросетевой системы автоматического контроля уплотнения (показатель типа смеси, скорость АУ, усилие в толкателе трамбующего бруса, частота трамбующего бруса, толщина слоя соответственно); v_1, v_2, v_3 – переменные на входе нейросетевого регулятора (показатель типа смеси, скорость движения АУ, толщина слоя соответственно).

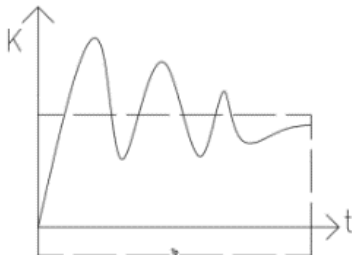


Рисунок 4. График переходного процесса без использования нейросетей (K – коэффициент уплотнения грунта, t_p – время регулирования)

В данном случае берутся в расчет следующие характеристики рабочего процесса: уплотнение смеси, изменение свойств различных типов смеси при уплотнении, отсутствие приборов, обеспечивающих прогнозирование коэффициента уплотнения по параметрам рабочего процесса.

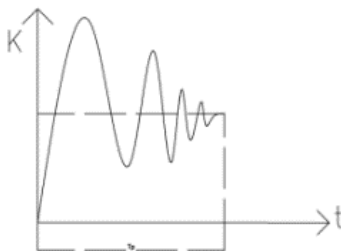


Рисунок 5. График переходного процесса с использованием нейросетей (K – коэффициент уплотнения грунта, t_p – время регулирования)

Объект управления (ОУ) представляет собой процесс взаимодействия рабочего органа асфальтоукладчика (трамбуемый брус – вибрационная плита) и асфальтобетонной смеси[6]. Предположим, что ОУ является линейной стационарной динамической системой, описываемой уравнениями вида:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu$$

$$y = Cx$$

где $u \in R^r$ – управляющий вход; $x \in R^n$ – состояние; $y = \text{col}(y_1, y_2, \dots, y_m) \in R^m$ – управляемый выход; $A \in R^{n \times n}$, $B \in R^{n \times r}$, $C \in R^{m \times n}$ – числовые матрицы, причем $1 < m \leq r$.

Проведя полный анализ и расчет нейросетевой САУ для определения коэффициента уплотнения грунта, мы можем отобразить результаты процесса установления искомого значения в виде графиков (без использования нейросетей (рис.4) и с их использованием (рис.5)).

Основываясь на полученных графиках, следует сделать вывод, что применение нейросетевых технологий в сфере автоматизации строительных процессов значительно упрощает и ускоряет работу на строительной площадке, что является большим преимуществом.

Библиографический список

1. Нейроуправляемые конструкции и системы: учеб. пособие для вузов // Абовский Н.П. [и др.]; Кн.13 научной серии «Нейрокомпьютеры и их применение»
2. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособие. М.: Академия, 2005. 176 с
3. Игнатов В.П. Моделирование строительного проектирования на основе интеллектуальных технологий. М.: Книжный мир, 2012.
4. Абовский Н. П. Управляемые конструкции: Учеб. пособие/ КрасГаса. Красноярск, 1998. 433 с.
5. Дроздов А. Н. Строительные и дорожные машины/ Автоматизация управления рабочим механизмом машин при устройстве дорожных покрытий: СДМ №6, 2020.

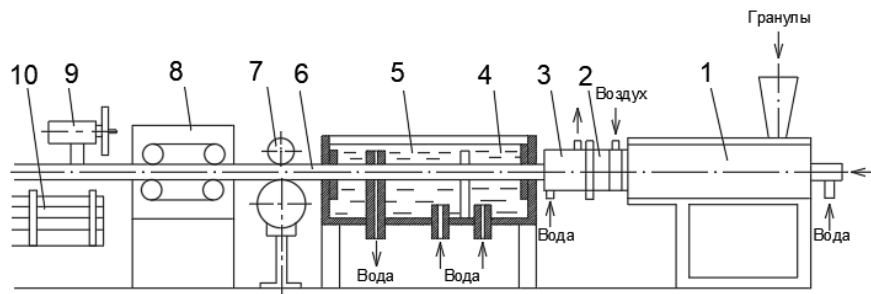
6. Дроздов А. Н., Тихонов А. Ф. Принцип автоматизации управления рабочим механизмом грунтоуплотняющей машины DOI: 10.1088/1757/-899x/317/1/01242, 2017.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

Рындин Н.А., студент 4 курса 30 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Коломиец В.И., канд. техн. наук, доц.

В рассматриваемом процессе производства полимерных труб участвуют три асинхронных трехфазных двигателя. Надежность в эксплуатации и гибкость управления этими двигателями в данном технологическом процессе в значительной степени определяют качество конечной продукции.



1 – зона нагрева, 2 – формующая головка, 3 – калибрующая насадка, 4 – первая зона охлаждения, 5 – вторая зона охлаждения, 6 – труба, 7 – измерительно-маркирующее устройство, 8 – тянущее устройство, 9 – отрезающее устройство, 10 – приёмный стол.

Рисунок 1. Технологическая схема процесса

Электродвигатели устанавливаются на шнек экструдера, тянущее и отрезающее устройства (рис.1). На первом этапе автоматизации процесса предлагается установить преобразователи частоты для плавного непрерывного регулирования частоты оборотов двигателей, что позволит обеспечить заданную скорость выхода расплава, требуемое избыточное давление на входе в формующую головку, необходимую скорость протягивания трубы, возможность управления работой двигателей из интерфейса оператора. Дополнительно это повысит надежность системы в целом, обеспечит защиту от высоких пусковых токов.

В открытом доступе не было обнаружено решений по автоматизации рассматриваемого сегмента с соблюдением всех требований технической

составляющей для рассматриваемого объекта, и я предлагаю решение, приведённое на рисунке 2.

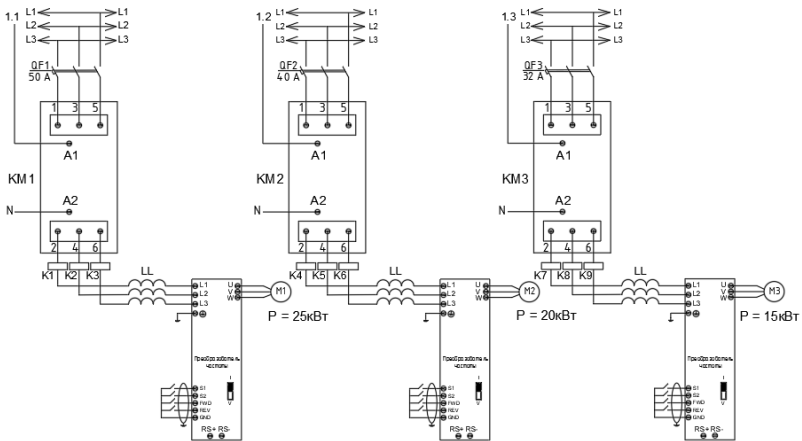


Рисунок 6. Предлагаемая схема управления частотой вращения электродвигателей

На схеме представлены специализированные автоматические выключатели (QF1, QF2, QF3) для электродвигателей с высоким значением тока расщепления, которые обеспечат защиту от срабатываний при высоких пусковых токах.

Применены трёхполюсные контакторы (KM1, KM2, KM3) с тремя силовыми контактами и контактами питания катушки (A1, A2) на которые поступают сигналы с релейных выходов контроллера или соответствующего блока расширения (1,1, 1,2, 1,3). Такой способ коммутации позволит реализовать дистанционное управление двигателями с рабочего места оператора или другого устройства с системой Scada.

Реле (K1, K2, K3) применяются в качестве устройств индикации замыкания и размыкания силовых контактов контактора, дроссели (LL) для подавления высших гармоник напряжения питающей сети с целью защиты оборудования.

Частотные регуляторы выполняют главные функции системы, а именно – регулирование частоты вращения двигателя, которую можно задавать дистанционно при помощи последовательного порта RS-485 с протоколом Modbus, реализацию плавного пуска электродвигателей и решение проблемы «перекоса» фаз питающей сети.

Реализация представленной схемы включения позволит значительно снизить нагрузку на оборудование при запуске двигателей что напрямую скажется на долговечности работы оборудования. Применение частотного регулирования в подобной конфигурации способно снизить потребление электроэнергии двигателями до 25%.

Рассчитаем среднемесячную экономию:

$$P_{\text{ЭК}} = t * P * k,$$

где $P_{\text{ЭК}}$ – среднемесячная экономия электроэнергии (кВт), t – среднее время работы оборудования в месяц (час), k – предполагаемая экономия электроэнергии(%).

$$P_{\text{ЭК}} = 480 * 25 * 25 = 7200 \text{ кВт} * \text{час}$$

Стоимость сэкономленной электроэнергии исходя из тарифа 5 руб. за кВт*час составит:

$$S_{\text{ЭК}} = 7200 \text{ кВт} * \text{час} * 5 \text{ руб. за кВт} * \text{час} = 36000 \text{ руб.}$$

Определяем срок окупаемости исходя из общей расчётной стоимости оборудования в 330 000 рублей:

$$S_{\text{ЭК}} = 330000 / 36000 = 9,2 \text{ месяца}$$

Срок окупаемости предложенного решения в размере 9,2 месяцев является показателем целесообразности финансовых вложений, которые в достаточно скором времени начнут приносить прибыль предприятию.

Чтобы оценить надежность оборудования в числовом эквиваленте наиболее достоверным будет применить метод оценки надежности МТВФ «Наработка на отказ», который подразумевает под собой проведения опытов и фиксацию неисправностей. Для приблизительной оценки улучшения параметров эксплуатации электродвигателей используем метод оценки старения изоляции электродвигателя под воздействием разных температур. «В подавляющем большинстве случаев (85-95%) отказы АД мощностью свыше 5 кВт связаны с повреждением изоляции обмоток и распределяются следующим образом: межвитковые замыкания – 93%, пробой межвитковой изоляции – 2%. Остальные отказы в работе вызваны механическими повреждениями» [3]. Таким образом, срок службы асинхронного электродвигателя определяется, в основном, качеством изоляции обмоток.

При помощи формулы 1, зная срок службы изоляции T_1 при температуре t_1 , можно определить ее срок службы T_2 при температуре t_2 :

$$T_2 = T_1 e \left[-B \left(\frac{1}{t_2} - \frac{1}{t_1} \right) \right] \quad (1)$$

Для класса изоляции категории А экспериментальное значение $B = 0,95 * 10^{-4} K$.

Исходя из формулы 1, при ожидаемом снижении температуры изоляции на 17% от первоначальных 100 °С возможно увеличить срок службы электродвигателя, уменьшив вероятность его поломки из-за нарушения качеств изоляции, практически на 50%.

Так же, предлагаемым решением будет устранена проблема несимметрии напряжений. «При несимметрии напряжений 2% срок службы АД сокращается на 10,8%. При несимметрии напряжений 4%, так же, как и при уменьшении напряжения на 10% срок службы АД сокращается вдвое» [3]. Образованные из-за перекаса фаз токи обратной последовательности так же приводят к дополнительному нагреву. Формула 2 служит для расчёта температуры обмоток в режиме несимметрии напряжений.

$$t_{\text{пер}} = t[1 + 2(e_u)^2], \quad (2)$$

где t – температура обмоток при симметрии напряжений, e_u - коэффициент несимметрии напряжений, который равен отношению напряжения обратной последовательности к номинальному. Из формулы 2 можно сделать вывод, что при $e_u = 3,5\%$ следует ожидать повышение температуры обмоток двигателя приблизительно на 25%.

Результаты работы: Предлагаемая схема управления электродвигателями для рассматриваемого производства имеет возможность гибкой эксплуатации, отвечает главным требованиям производства, имеет низкий расчётный срок окупаемости в 9,2 месяца, повышает надёжность системы, позволяя ожидать увеличение срока службы электродвигателей, предположительно, на 50%, в зависимости от конкретных условий эксплуатации, в виду снижения вероятности повреждения изоляции, с проведением соответствующих расчётов.

Библиографический список

1. Технология изготовления труб и профилей методом экструзии [Электронный ресурс] URL: https://studref.com/355944/tehnika/tehnologiya_pererabotki_polimerov/ (Дата обращения 04.02.2023).
2. Слоним Н.М. Испытания асинхронных двигателей. М., Энергия, 1980.
3. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надёжность электрических машин. М., Высшая школа, 1985.
4. Воробьев В.Е., Кучер В.Я., Прогнозирование срока службы электрических машин: Письменные лекции. СПб.: СЗТУ, 2004, 56 с.
5. Данилов И. А., Иванов П. М. Общая электротехника с основами электроники. Москва: Высшая школа, 2000.

Секция «Общая и прикладная физика»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОРОБОТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Савинская Н.Д., Есечко П.Д., студенты 1 курса 8 группы ИПГС
Научный руководитель – Парфентьева Н.А., к.ф.-м.н., доц.*

В наши дни нанотехнологии находятся на начальной стадии, но без них мы бы и не представили свою жизнь. Рождение кремниевой микромеханики – важнейший шаг в науке: процедуры, освоенные микроэлектроникой, вытеснили все привычные процессы, и детали, производимые методами микромеханики, стали совсем крошечными, и, главное, резко повысилась точность допусков и посадок. Потом их кремниевой механики родились так называемые «микроэлектромеханические системы» (МЭМС). Сегодня МЭМС трудятся в фотоаппаратах, видеокамерах, часах, кардиостимуляторах и на них приходится 20-40% стоимости современного автомобиля.^[1]

Это направление является одним из самых перспективных в современной науке. Ниже перечислены наиболее известные открытия и достижения в этой области, отображающие непрерывное развитие нанотехнологий:

1. Самые малые из возможных двигатели, который преобразует тепловую энергию в движение на самых малых масштабах.

2. 3D-движущиеся наномашины из ДНК, созданные с использованием “ДНК-оригами”.

3. С помощью туннельного микроскопа получили изображение 51 атома золота (и еще одного атома, природу которого узнать так и не удалось) на поверхности кристалла золота. Атомы выглядят бугорками высотой 0,15 нм. Каждый из этих атомов был перемещен иглой микроскопа, с тем чтобы образовалась надпись NANO^[1].

4. Молекулярная интегральная схема, которая является одним из нескольких вариантов вычислительного процессора, объединяющего в себе достижения молекулярного моделирования.

Сейчас нанотехнологии используются в основном в медицине и биоинженерии для доставки лекарств в клетки и манипуляции стволовыми клетками, а в перспективе – в борьбе с раковыми клетками. Однако в будущем нанотехнологии могут активно использоваться в строительстве. С помощью нанороботов можно сделать программированный материал, меняющий свою форму. Для этого необходимо создать катомы, которые при заданных значениях заряда катомы будут выстраиваться в разные фигуры. Также решится проблема строительных отходов – все неиспользованные или испорченные материалы можно перепрограммировать и использовать повторно. Однако, конечно, присутствуют проблемы и риски:

1. Затратность. Около 300 миллилитров катомов требуется для создания только смартфона.

2. Сейчас невозможно организовать и упорядочить движение большого количества катомов. Решение можно найти в киноиндустрии: переходы одного объекта в другой происходят с помощью задания нескольких векторов на компьютере, что может быть применимо и к катомам.

3. Электрические силы слабее межатомных, поэтому необходимо сымитировать квантовые силы с помощью сил электростатического напряжения. Однако в Университете Карнеги-Меллон были проведены опыты по соединению кубиков с чипами внутри с помощью электрических сил – они прошли успешно, кубики рассоединить не получилось. При уменьшении размеров действие сил будет увеличиваться.^[2]

Сторонники нанотехнологий предсказывают появление репликатора – молекулярного сборнике, способном сотворить любую вещь. В него надо загрузить сырьё, запустить, и триллионы наноботов разберут сырьё на молекулы и затем соберут из них заданный объект, что, конечно, может пригодиться в строительстве для производства строительного материала. Собирая молекулы, нанороботы смогут их располагать в различных конфигурациях, а, так как от их положения зависят свойства вещества, то будет возможно регулировать характеристики материалов. Однако возникают проблемы: нанороботы могут быть слишком грубыми и неаккуратными для соединения молекул между собой. Для создания репликатора можно пользоваться примерами из биогенетики. Нанотехнологии смогут хранить большое количество информации и воспроизводиться, как ДНК, если окажется возможным наделить нанороботы этими способностями. Чтобы избежать риска бесконечного “размножения” нанороботов, опять же поможет пример из биологии, а именно лейкоциты.

Таким образом в строительстве мы перейдём от использования инструментов к самосборке, что крайне упростит и ускорит процесс строительства. Более того нельзя преумалывать взаимосвязь нанотехнологий и материалов: защита металлов от коррозии может происходить на микроуровне, делая слой максимально тонким и вместе с тем полностью покрывающий поверхность и достаточно стойкий; повреждения опор можно исправлять непосредственно на месте, не через их полную замену, а с помощью репликатора, если сделать его мобильным.

В марте 2022 года компания Dyson представила уникальные наушники, выполняющие функции очистки воздуха и шумоподавления. Как заявили разработчики, «это первый носимый очиститель воздуха от Dyson». Такое устройство способно улавливать различные аллергены, газы, твёрдые частицы. Кроме того, наушники обладают способностью подавлять шум при помощи чистого высококачественного звука и усовершенствованного шумоподавления. По словам представителей компании, Dyson Zone способно фильтровать до 99% загрязняющих веществ.^[3] Благодаря наушникам нахождение человека на стройплощадке не будет приносить большого дискомфорта.

Уже разработанные нанотехнологии могут помочь не только в строительстве зданий, но и в их обустройстве. Наиболее ярким примером являются умные окна и стены. Последние могут регулировать температуру в доме, самоочищаться и многое другое благодаря химическому покрытию и своему особому устройству. Под руководством профессора Криса Харрисона была разработана умная стена. Они нанесли на стену сетку из скотча, покрыли ее электропроводящей краской. После удаления скотча на стене осталась решётка из квадратных электродов. Их соединили между друг с другом и с сенсорной платой, а затем покрыли краской. Такая умная стена работает как гигантская сенсорная панель, каждая её секция будет отвечать за свой сегмент. Кроме того, стена сможет оповещать владельца о том, что стирка закончена, а чайник закипел (она улавливает электромагнитные шумы от бытовой техники).^[4]

Нанотехнологии могут использоваться и в проводке зданий в качестве переключателей. Для этого можно использовать как молекулу, так и атом. Последний нужно заставить работать «коромыслом» для замыкания и размыкания контактов. Им можно управлять через иглу: если подать напряжение в несколько вольт между ней и поверхностью подложки, то атом будет двигаться в определённом направлении. Нет напряжения – ток мал, следовательно, атом в положении «выключено». Когда атом касается иглы, ток вырастает – положение сменяется на «включено». В начале 2000-х Франческа Мореско построила подобный выключатель на молекуле: молекула обладает определёнными химическими свойствами, которые можно менять. Тогда поменяется взаимодействие между молекулой и поверхностью, что позволит переводить выключатель из одного состояния в другое очень быстро. Однако необходимо быть крайне осторожным, чтобы не травмировать молекулу или атом.^[1] В 2009 году учёные из университета Райса обнаружили, что углеродные трубки после растворения в хлорсульфоновой кислоте проводят электричество лучше меди, что тоже может пригодиться в проводке.

Нанотехнологии нашли применение и в электроприборах, которые, в свою очередь, могут использоваться в разного рода зданиях. Например, компания Sengeld, разработала уникальную лампочку-шпиона. Она способна отслеживать показатели здоровья человека, находящегося в помещении. С помощью использования радиолокационных технологий устройство измеряет пульс человека. Лампочка также может определять температуру тела, отслеживать сон. При плохих показателях она вызовет скорую помощь или сообщит близким.^[5]

Библиографический список

1. Кристиан Жоаким, Лоранс Плеввер; [пер. с фр. А. Кавтаскина], Нанонауки. Невидимая революция, Москва, 2009
2. Митио Каку; [пер. с англ. Н. Лисова], Физика будущего, Москва, 2018

3. Сайт Dyson [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.dyson.com/headphones/zone/announcement>
4. Сайт The Verge [Электронный ресурс.] - Режим доступа: <https://www.theverge.com/circuitbreaker/2018/4/28/17289976/smart-wall-carnegie-mellon-disney-home>
5. Сайт Sengeld [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://us.sengled.com/>

ДАВЛЕНИЕ СВЕТА

*Шенин И.Е., студент 1 курса 6 группы ИПГС
Научный руководитель – Парфентьева Н.А., к.ф.-м.н., доц.*

Введение

Человек – существо любознательное, а потому всегда стремился к чему-то, что выше его возможностей. Это стремление породило научный прогресс. В наши дни мы не можем представить нашу жизнь без технических приборов, развитой медицины, общедоступной информации и образования. Однако человек не забывает и о своей главной мечте – о полете к дальним звездам. Изучением космоса занимаются тысячи ученых из разных отраслей: астрономы, астрофизики, оптики, механики. От последних и вовсе зависит то, как эти полеты будут проходить, ведь расчет всех необходимых формул и рисков для космических кораблей осуществляют именно они. Для успешного достижения цели необходимо подсчитать всё, вплоть до, казалось бы, незначительных деталей. Одной из таковых является давление света [1]. Пусть оно и незначительно. Однако не стоит недооценивать это явление. Ярчайшим примером её важности является следующий факт: если бы ученые в свое время пренебрегли этой величиной во время подготовительных подсчетов, то знаменитый космический аппарат “Викинг” прошел бы в 15.000 километров от орбиты Марса, для чьего изучения предназначался его запуск. Давайте разберемся во всём по порядку.

Историческая справка

1619 год является датой открытия данного явления. Впервые оно было выявлено Иоганном Кеплером, который заметил, что хвост кометы всегда направлен в сторону от Солнца.

В 1862 году известный британский физик Джеймс Максвелл выдвинул гипотезу, что свет, являясь электромагнитным излучением, обладает некоторыми свойствами импульса. Из этого следовало, что свет давит и на каждую точку пространства, с которой контактирует.

В последствии, русскому физика П.Н. Лебедеву [3] удалось экспериментально подтвердить гипотезу своего британского коллеги. Сам же опыт заключался в следующем: в вакуумированном сосуде на тонкой серебряной нити подвешивались крутильные весы, к коромыслам которых

были прикреплены тонкие диски из слюды и различных металлов. Свет был направлен именно на эти доски, а по углу закручивания нити можно было судить и о значении светового давления.

Понятие. Проблемы

Так что же всё-таки такое давление света?

Давление электромагнитного излучения (давление света) – это механическое давление, оказываемое на любую поверхность в результате обмена импульсом между объектом и электромагнитным полем.

Изучение проблем, связанных с данным явлением, крайне сложно, поскольку значение сил, создаваемых световым давлением, крайне мало. Однако главной проблемой является **корпускулярно-волновой дуализм**, а конкретно, вопрос, который из этого понятия вытекает – каким же образом всё-таки свет давит на поверхность? Поиском ответа на данный вопрос и хотелось бы заняться.

Корпускулярно-волновой дуализм. Описание явления

Корпускулярно-волновой дуализм [1, 2] – свойство природы, состоящее в том, что материальные микроскопические объекты могут при одних условиях проявлять свойства классических волн, а при других – свойства классических частиц. Это значит, что в какие-то моменты времени свет проявляет исключительно свойства волны (одними из примеров таких явлений являются дифракция, поляризация и интерференция), а в другие ведет себя как поток корпускулов. В связи с этим механизм взаимодействия света с телом, на которое он давит, будет различаться. Давайте рассмотрим каждый из возможных вариантов.

Механизм корпускулярного взаимодействия

Данная модель предполагает рассмотрение света, как пучка фотонов. Давлением на поверхность называют такую величину, которая равна силе, перпендикулярной поверхности, на которую эта самая сила действует. Принципы классической механики предполагают, что оказанием фотонами давления на какое-либо тело или поверхность будут являться удары частиц, передающих им после соударения часть своего импульса. Это означает, что сила давления зависит и от скорости взаимодействующей частицы. Таким образом, чем дальше находится тело от источника света, тем меньшая сила светового давления на него оказывается, поскольку фотонам приходится тратить большее количество энергии на преодоление данного расстояния.

Механизм волнового взаимодействия

Волновая теория света предполагает, что электромагнитная волна – изменяющиеся и взаимосвязанные во времени и пространстве колебания электрического и магнитного поля. При падении волны на отражающую поверхность электрическое поле возбуждает токи предповерхностного слоя.

Иными словами, результат сложения многих сил Лоренца и является световым давлением. В связи с тем, что колебания электрических и магнитных полей являются затухающими, становится понятно, почему с удалением от источника света значение силы давления света уменьшается.

Применение давления света

В наши дни силы светового давления применяются в двух наукоемких областях: ядерной физике и двигателестроении.

Строительство космического двигателя нового поколения предполагает, что ракетостроение должно становится экологичнее. Поэтому ученые выдвинули несколько идей, которые возможны пока только гипотетически.

Одной из таковых является солнечный парус. Это конструкция, состоящая из светоотражающей поверхности, которая двигала бы космические корабли вперед за счет солнечного света. К сожалению, было теоретически установлено, что данная конструкция не является выгодной, поскольку существует ряд проблем как экономических, так и механических. С точки зрения физики данный парус не сможет придать достаточного ускорения даже самому маленькому на данный момент летательному аппарату. По данным ученых, вероятное значение такого ускорения составит от 0,0001 до 0,1 м/с². Стоит отметить, что механизм вероятного торможения тоже недостаточно изучен, а то и вовсе невозможен без применения неэкологичного топлива.

Другая же идея интересует ученых еще с 70-ых годов двадцатого века. Речь идет о фотонном двигателе [4]. Эта конструкция была придумана писателями-фантастами и предполагает, что данный двигатель будет ускорять космические аппараты за счет излученного света. Однако в наши дни данная идея остается утопией, поскольку ученые все еще не открыли механизм разделения газов.

Заключение

В конце хотелось бы сказать, что изучение силы светового давления является весьма перспективным направлением современной физики. К сожалению, современные технологии не позволяют в полной мере исследовать данное явление, из-за чего многие идеи, которые позволили бы человечеству выйти на новый технологический уровень, так и остаются нереализованными [5]. Хочется верить, что в обозримом будущем люди все-таки смогут познать все тайны светового давления и достичь тех высот, о которых всего несколько десятков лет назад говорили писатели-фантасты.

Библиографический список

1. Герштейн С.С. Корпускулярно-волновой дуализм // Физическая энциклопедия : [в 5 т.] / Гл. ред. А.М. Прохоров, М.: Советская энциклопедия, 1990, Т. 2: Добротность, Магнитооптика. С. 464-465. -704 с., 100 000 экз.

2. Давление света // Физическая энциклопедия, М., «Советская энциклопедия», 1988, Т.1, стр. 553-554.
3. Лебедев П.Н., Избр. соч., М., Л., 1949
4. Эльясберг П.Е. Введение в теорию полёта искусственных спутников Земли, М. 1965.
5. Lebedew P., Untersuchungen liber die Dnickkräfte des Lichtes, «Annalen der Physik», 1901, fasc. 4, Bd 6, S. 433-458.

СОЛНЕЧНЫЕ ПАНЕЛИ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*Власенко В.А., студент 1 курса 18 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Парфентьева Н.А., к.ф-м.н., доц.*

Существуют разные виды энергоресурсов. Энергоресурс- источник энергии, который можно использовать в разных видах деятельности. Существуют 4 вида энергоресурсов [1]: **твёрдые** (каменный уголь, бурый уголь, антрацит, торф, горючие сланцы), **жидкие** (каменный уголь, бурый уголь, антрацит, торф, горючие сланцы), **газообразные** (каменный уголь, бурый уголь, антрацит, торф, горючие сланцы), **ядерные** (каменный уголь, бурый уголь, антрацит, торф, горючие сланцы). При этом источники энергии делятся на: **возобновляемые**, которые в природе восстанавливаются постоянно, и **не возобновляемые**, которые ранее накоплены в природе и больше не восстанавливаются. Примеры возобновляемых: солнечная энергетика, энергия ветра, приливов и др. Примеры не возобновляемых: солнечная энергетика, энергия ветра, приливов и др. Кроме того, энергоисточники можно разделить на 2 типа. **Традиционные** – это те источники, которые в определённом месте получили определённую популярность и используется как один из основных источников энергии. **Нетрадиционные** – это те виды, о которых знают, но они только развиваются или имеют другие нюансы. [3] Существуют много причин, из-за которых стоит рассматривать и развивать нетрадиционные источники, но основные это: невозобновляемость большинства традиционных источников и развитие более совершенных и экологических источников энергии. Одними из таких нетрадиционных источников являются солнечные панели. Солнечная панель изготавливается из кремния, нарезанного на тонкие пластины, крепится на крыше, внутрь идут провода, которые проходят через инвертор, превращающий постоянный ток в переменный.

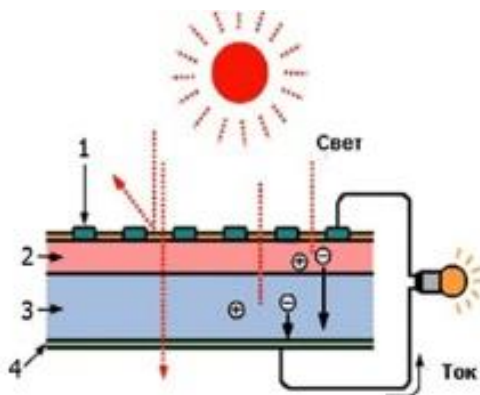


Рисунок 1. Строение солнечной панели: 1. Внешний прозрачный электрод; 2. Слой полупроводников с проводимостью n-типа; 3. Слой полупроводников с проводимостью p-типа; 4. Внутренний электрод

Рассмотрим, что происходит внутри солнечной панели:

Вследствие диффузии, под действием внутреннего фотоэффекта, который ускоряет реакцию, в месте касания двух полупроводников n и p типов, начинается переход электронов из полупроводника n-типа в полупроводник p-типа. Возникает электрическое поле, препятствующее дальнейшему движению носителей тока. Соответственно, разность потенциалов, между концами полупроводников, начинает увеличиваться.

Материалы, используемые для создания солнечной панели, – полупроводники. Одни из самых популярных это – кремний, германий, арсенид-галлий (соединение галлия и мышьяка), селен, сложные полимеры (координационные полимеры, металле-полимеры и некоторые биополимеры), органические соединения.

Вольтамперная характеристика солнечной панели, её объяснение и сравнение с вольтамперной характеристикой химической батареи:

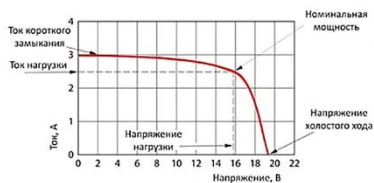


Рис. 2. Вольтамперная характеристика солнечной панели.

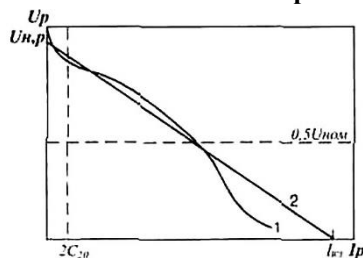


Рис. 3. Вольтамперная характеристика химической батареи.

Сила тока в цепи и соответственно ЭДС, создаваемая солнечной панелью, зависит от интенсивности солнечного излучения, площади фотоэлементов, конструкции и т. д. Вследствие малого значения ЭДС одного элемента их соединяют в батарею. При этом при параллельном соединении уменьшается внутреннее сопротивление, т. е. увеличивается сила тока в цепи, а при последовательном увеличивается напряжение, но уменьшается сила тока. Мощность определяется как произведение силы тока на напряжение, поэтому для получения максимальной мощности выбирается смешенное соединение элементов.

Солнечная батарея является нелинейным источником напряжения. Вольтамперная характеристика солнечной батареи располагается выше прямой линии, соединяющей напряжение источника без нагрузки (холостого хода) и ток короткого замыкания (рис. 2).

Таким образом, максимальная мощность солнечной батареи выше максимальной мощности химической батареи [4]. При тех же значениях напряжения холостого хода и тока короткого замыкания. Её значение можно получить расчётным путем из вольтамперной характеристики солнечной батареи.

Состав солнечной батареи: солнечная панель, контроллер солнечного заряда, аккумулятор, инвертор.

При замыкании цепи солнечная панель начинает вырабатывать постоянный ток, который проходит через контроллер солнечного заряда, контролирующий подачу тока. После того, как ток прошёл через контроллер, он идёт в аккумуляторы, где копится до полной их зарядки. После аккумуляторы передают ток в инвертор, который преобразует ток из постоянного в переменный. После всех этих манипуляций, переменный ток идёт к потребителям.

На данный момент солнечные панели до сих пор изучаются, для того чтобы максимально эффективно применить их в разных регионах России и других странах.

Библиографический список

1. Соколов М.М. – Энергетика будущего повсюду. Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/i/AcPNk2u5uH9gYw>.
2. Бессель В.В., Кучеров В.Г., Мингалеева Р.Д. Изучение фотоэлектрических элементов. Учебное пособие. М. Издательский центр РГУ им. Губкина, 2016. с.23-26.
3. Выпускная квалификационная работа. Режим доступа: <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/27794/1/TPU165735.pdf>.
4. Сайт Характеристики акб. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/7431247/page:7/>.
5. Акум Эксперт. Как работает солнечная батарея: принцип работы, из чего состоит, устройство, что это такое, схема, фотоэлементы, применение. Режим доступа: <https://acums.ru/alternativnye-istochniki/solnechnye-batarei/printsip-raboty#iz-chego-sostoit>

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Глухова Т.В. - студент 1 курса 64 группы ИПГС

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доц. В.Л. Кашинцева

Процесс проектирования и возведения высотных зданий и сооружений является одним из наиболее сложных. Высота таких зданий во много раз превышает площадь основания, что значительно увеличивает нагрузку на несущие конструкции.

Высотные здания подвергаются воздействию природно-климатических факторов, таких как сильные ветры, солнечная радиация, перепады температур окружающего воздуха, геологическая ситуация; а также техногенных – вибрации, шумы, локальные разрушения и пр.

Природные факторы, которые практически не оказывают никаких воздействий на обычные здания (высота не превышает 100 м), для высотных являются экстремальными. Немаловажным фактором является не только высота сооружения, но и материал, технология, по которой оно возведено.

Сильные ветры являются постоянным фактором, вызывающим колебания зданий. Отклонения могут быть минимальными, не влияя на устойчивость и целостность конструкции, однако, в худшем случае могут трескаться стёкла фасадов, нарушаться стабильная работа лифтов из-за изменения положения лифтовых шахт, возникать неприятные «завывания» ветра. Здание не рухнет в результате сильного воздействия ветров, но регулярные воздушные потоки способствуют «изнашиванию» механизмов, которые сохраняют равновесие сооружений.

При проектировании здание, его фасад стараются сделать более интересным и «невесомым», что влияет его устойчивость. Кирпичные высотные здания слабо подвержены воздействию ветров, но сегодня кирпич заменяют металлом, бетоном, стеклом. Размеры открытого пространства внутри здания, балок большого пролёта, наличие внутренних перегородок тоже влияют на устойчивость. Учет горизонтальных воздействий на сооружение является одним из основополагающих факторов. Рассматриваются 3 фактора: скорость, направление и характер ветра. Средняя скорость ветра возрастает с высотой - чем выше здание – тем сильнее ветер (рис.1)

Кроме прямого вихревого потока на здание действуют завихрение воздуха и турбулентные потоки. Завихренья приводят к появлению мощной боковой силы. При определенном значении скорости ветра значение данной силы скачкообразно растет (рис. 2). Величина может быть определяется исключительно практическим способом: с помощью математического моделирования или при испытаниях в аэродинамической трубе [1]. Турбулентный поток возникает, когда прямой поток воздуха преодолевает

узкое пространство между двумя высокими зданиями. Скорость ветра в этом пространстве резко возрастает.

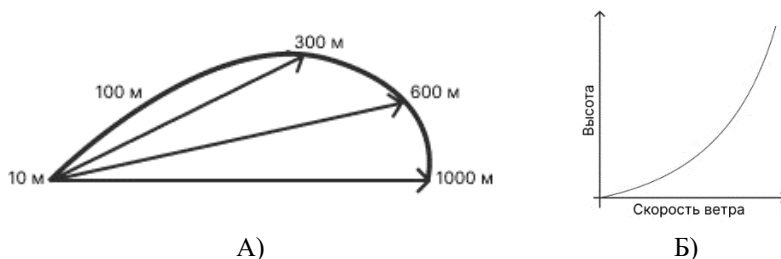


Рисунок 1. Обобщенная схема изменения вектора скорости ветра с высотой: (а – спираль Экмана; б - вертикальный профиль над ровной поверхностью)



Рисунок 2. Зависимость боковой силы от скорости ветра

В результате возникновения данных явлений нагрузка на здания постоянно меняется, что приводит к колебаниям сооружения, а также вызывает износ конструкций. При сочетании нескольких таких факторов отрицательное воздействие могут почувствовать и люди, находящиеся внутри здания.

Рассмотрим некоторые сооружения, и на их примере разберем способы повышения устойчивости высотных зданий.

Бурдж-Халифа (рис.3, а). Самое высокое здание в мире. При его проектировании были проработаны все детали и учтены особенности местности. Максимальное отклонение вершины от положения равновесия в 1969 году составило 5 метров (при скорости ветра 35м/с). Далее перечислены факторы, которые способствуют устойчивости небоскрёба. Форма «Трилистник»: Бурдж-Халифа – это многолучевая башня, имеющая

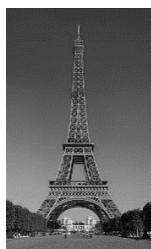
спиральную ярусность. По мере увеличения высоты площадь этажей уменьшается, то есть основная масса здания сосредоточена у основания. Внутри таких сооружений скрыто устройство, контролирующее колебания, вибрации. Блок имеет внушительные размеры и стабилизирует конструкцию при сильных порывах ветра.

Эйфелева башня (рис.3, б). Пирамидальная форма здания способствует концентрации основной массы у основания, аналогично форме Бурдж-Халифа. Но французская достопримечательность полностью продуваема потоками ветра, что снижает их силу воздействия на конструкцию. Стальной каркас Эйфелевой башни подвергается деформации в результате перепадов температуры. В течение года высота конструкции может изменяться в диапазоне 15 см.

Аqua Tower в Чикаго (рис.3, в). На первый взгляд может показаться, что здание имеет форму «Квадратная башня», крайне неудачную для высотных сооружений. На самом деле поверхность здания волнообразная [7]. Это способствует прохождению воздушных масс, без возникновения турбулентных потоков и завихрений.



а



б



в

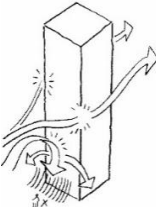

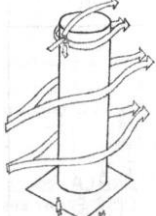
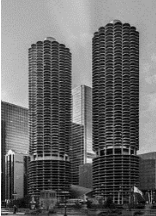
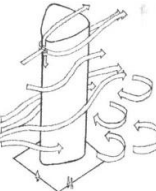

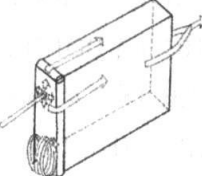

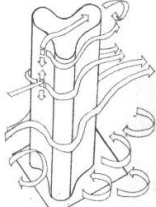

Рисунок 3. Высотные здания и сооружения

Большое внимание при проектировании высотных зданий и сооружений уделяется форме конструкции. Именно от нее зависит как будет вести себя ветер вблизи сооружения. Рассмотрим несколько наиболее распространенных вариантов (таблица 1.). Из всего вышеизложенного мы можем выделить несколько способов повышения устойчивости здания.

Самым оптимальным вариантом является форма «Башня круглая». Из-за отсутствия препятствий воздух обтекает здание без возникновения завихрений. Но если же форма «Башня квадратная» принципиально важна, то можно рассмотреть вариант с скругленными углами. Математическое моделирование показывает, что в этом случае ширина возмущенного потока уменьшается почти в 2 раза. А это значит, что нагрузка на здание снижется.

Стоит отметить, что сужающаяся кверху форма также является более устойчивой нежели прямая, вертикальная. Таким способом снижают «парусность» объекта, а, следовательно, и интенсивность возникновения вихрей.

Таблица 1. Формы конструкций высотных зданий и сооружений

Форма	Пример формы (картинка)	Пример здания	Наименование здания; застройщик
Башня квадратная			Комплекс «Город столиц» (Москва-Сити); Capital Group
Башня круглая			Комплекс «Марина Сити»; Brighton Construction Co.
Башня треугольная			Комплекс «Федерация»; Сергей Чобан и Петер Швергер
Пластина			Деловой комплекс «Империя»; Mos City Group
Многолучевая башня			Жилой дом на Котельнической набережной; Дмитрий Чечулин

Не стоит недооценивать способ, подразумевающий увеличение ветровой проницаемости здания. Данный способ особо актуален для

«тонких» зданий. Потоки ветров «организованно проходят через искусственные отверстия, не вызывая при этом резких порывов.

Высотные здания требуют к себе «особого внимания» уже на этапе проектирования. Важно учесть все факторы, оказывающие отрицательное воздействие на конструкцию. Это длительный процесс, занимающий большое количество времени и сил. Благодаря современным технологиям сооружения становятся всё более устойчивыми и надёжными, однако, не стоит забывать о «фундаментальных» правилах, которые используются многие годы и лежат в основе проектов самых известных конструкций.

Библиографический список

1. Захарычев С. Проектирование высотных зданий — специфика/Захарычев С. – Информационный портал о строительстве и архитектуре DELOVOY KVARTAL. 2016. С.1

2. Скрипченкова С. Ю. Воздействие ветровых нагрузок на высотные здания/Скрипченкова С. Ю.//– Астраханский вестник экологического образования С.103-108

3. Маклакова Т.Г. Высотные здания. М.: МГСУ 2008 С.161

4. Маклакова Т.Г. Архитектурно конструктивное проектирование зданий. Т. 1. Жилые здания: М.: Архитектура С. 2010. С.196

5. Как строили Бурдж-Халифа и почему он до сих пор не упал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.techinsider.ru/technologies/283892-pochemu-ne-padaet-burdzh-khalifa-zanimatelnoe-video/>

6. Фотографии зданий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/images>

7. Фотографии зданий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>

ОСВЕЩЕННОСТЬ ПОМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА

*Колбин И.В., Овчинников И.П. - студенты 1 курса 63 группы ИПГС
Научный руководитель - Кашинцева В.Л., канд. физ.-мат. наук доц.*

Современную жизнь в мегаполисе невозможно представить без искусственного освещения. Офисы, публичные помещения, жилые зоны, - все это не будет пригодно к эксплуатации, если не освещается должным образом. Но как измерить необходимый световой поток? Сколько необходимо ламп, для того чтобы в помещении было светло? Как максимизировать показатели освещенности помещения? На все эти вопросы отвечает фотометрия - раздел прикладной оптики, изучающий количественные характеристики светового излучения. В этой статье с использованием понятийного аппарата данной науки, будут рассмотрены выше изложенные вопросы.

Задача работы - определить наиболее эффективное использование источников искусственного освещения.

Световой поток Φ [1] - поток лучистой энергии, оцениваемый по зрительному ощущению, является важной характеристикой источника света.

Сила света I точечного источника в данном направлении - физическая величина, равная отношению светового потока, создаваемого источником к телесному углу, в котором он распространяется:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad (1)$$

где $d\Phi$ - элементарный поток, $d\Omega$ - элементарный телесный угол.

Освещенностью E некоторой поверхности называется физическая величина, равная отношению падающего на нее светового потока к площади этой поверхности (2):

$$E = \frac{d\Phi_{\text{пад}}}{dS} \quad (2)$$

где $d\Phi_{\text{пад}}$ - элементарный поток, падающий на поверхность, dS - участок поверхности.

Таблица 1. Освещенность помещений жилых зданий (СНИП 23-05-95) [2]

Освещаемые объекты	Средняя освещенность не менее, лк.
Жилые комнаты, спальни	150
Кухни, кухни-столовые	150
Детские	200
Кабинеты, библиотеки	300
Внутриквартирные коридоры	50

Для решения задачи рассчитаем освещенность в некоторой точке комнаты на полу. Для этого воспользуемся формулой (2), выразив $d\Phi_{\text{пад}}$, выраженную из (1), и проинтегрировав обе части уравнения [3]. Получим:

$$I \cdot \int_{d\Omega_1}^{d\Omega_2} d\Omega = E \cdot \int_0^s dS \quad (3)$$

или

$$I \cdot \Omega = E \cdot S \quad (4)$$

$$\Omega = \frac{S_0}{r^2} \quad (5)$$

$$S_0 = S \cdot \cos \varphi \quad (6)$$

где S_0 - площадь сферического участка телесного угла (см. рис. 1) Подставляя поочередно (6) в (5) и (4), получим выражение для освещенности в точке:

$$E = \frac{I \cdot \cos \varphi}{r^2} \quad (7)$$

Если считать источники некогерентными, то общая освещенность от N источников будет представлять собой сумму освещенностей от каждого из них:

$$E = \sum_{i=1}^N E_i \quad (8)$$

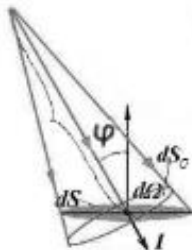


Рисунок 1. Определение освещенности в точке

Однако стены и потолки отражают часть света, падающего на них, выступая вторичными источниками освещения. Чтобы учесть это, проведем ряд экспериментов.

Отражающая способность поверхностей, форма светильника, расположение источников света в помещении, мощность ламп, размеры оконных блоков, чистота пропускающих свет стекол — вот от чего зависит суммарная освещенность в помещении [4], [5]. В нашей работе мы провели исследование, направленное на изучение этих факторов и их оценки при подсчете освещенности.

Проводя ряд экспериментов в стандартных жилых комнатах, с одинаковыми выходами оконных проемов, и используя профессиональный цифровой люксметр Wintact WT81, нам удалось выяснить значимость даже самых мелких (на первый взгляд) вещей интерьера, влияющих на освещенность. Измерения проводились в комнатах с площадью $12,84 \text{ м}^2$ и $16,35 \text{ м}^2$. В каждой комнате установлены зеркала и мощные световые приборы, дающие освещенность, превышающую минимальное значение гигиенических норм (210 лк и 400 лк).

В комнате 1 (см. рис. 2) мы решили замерить искусственную освещенность и понаблюдать за тем, как меняются значения, если закрыть часть отражающих поверхностей, в нашем случае мы плотно занавесили все зеркала в помещении. Важно подчеркнуть, что все измерения проводились в одной и той же точке данной комнаты $h = 1 \text{ м}$. Освещенность после занавешивания стала равна 152,2 лк, что составляет почти 72,5% от исходной освещенности (см. рис. 4). Из этого опыта видно, что зеркала могут существенно повлиять на освещенность помещения.

Второй опыт проводился в комнате номер 2 (см. рис. 3), и здесь мы исследовали естественное освещение и влияние штор на значения прибора. При беспрепятственном прохождении солнечного света сквозь оконный

блок люксметр выдавал показания 493 лк, а при занавешивании прозрачным тюлем – 142,3 лк (см. рис. 5), что примерно на 71,1% меньше естественной освещенности при отсутствии заграждения. Из данного эксперимента можно заметить, что даже прозрачные шторы способны значительно снизить естественную освещенность комнаты.



Рисунок 2. Комната 1



Рисунок 3. Комната 2



Рисунок 4. Освещенность комнаты 1 при открытых зеркалах (слева) и с учетом закрытых зеркал (справа)



Рисунок 5. Освещенность комнаты 2 при беспрепятственном прохождении света (слева) и при занавешивании прозрачным тюлем (справа)

Идею о влиянии естественного освещения французские архитекторы давно используют в проектировании оконных проемов и лоджий (см. рис. 6). На самом деле, многие многоэтажные дома, коттеджи и публичные французские здания имеют широкие панорамные окна.



Рисунок 6. Французское остекление

Также в рамках этого проекта был проведен опыт по исследованию зависимости освещенности в помещении от расстояния между источником света и освещаемой точкой в ходе измерений и построения графика зависимости в результате аппроксимации данных была получена обратно пропорциональная зависимость освещенности E от квадрата расстояния x (см. рис. 7). Таким образом, закон освещенности (7) действительно выполняется и может быть применен для расчетов.

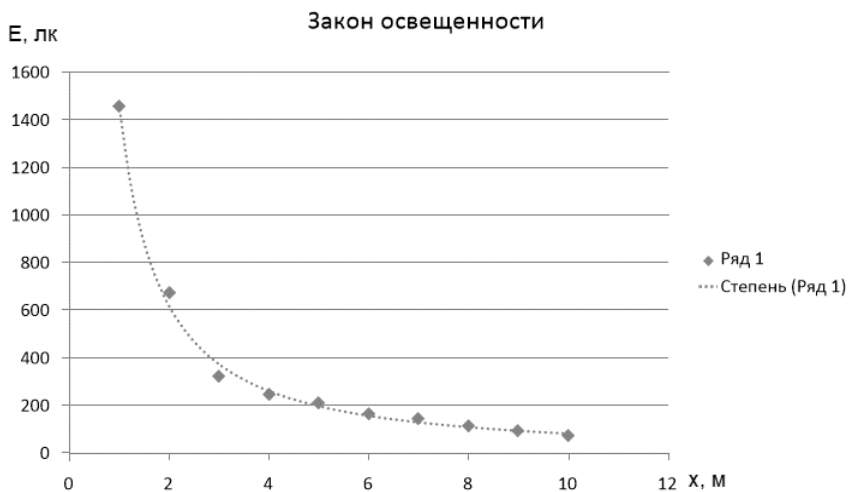


Рисунок 7. График зависимости освещенности от расстояния

Таким образом, именно освещенность определяет физическую основу характеристики освещения в помещении, тогда как световой поток и сила

света характеризуют источники света. В результате ряда экспериментов было установлено несколько зависимостей общей освещенности от некоторых параметров: оконные и балконные проемы, отражающие поверхности (зеркала, обои, отделочные материалы) и геометрические характеристики источников (энергоэффективность светильников, расстояние от источника света до рассматриваемой точки, угол падения лучей).

Именно поэтому важно учитывать все эти факторы при проектировке того и иного помещения и рассчитывать световые характеристики исходя из его предназначения.

Библиографический список

1. Бугиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Учеб. пособие: в 3 кн. Кн.2. Электродинамика. Оптика. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. 340 с.
2. СП 52.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. М.: ОАО «ЦПП», 2011.
3. Ландсберг Г. С. Оптика. Учеб. пособие: Для вузов. — 6-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 848 с.
4. Светотехнические параметры и понятия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://o-svet.ru/>, свободный.
5. Характеристики светодиодных ламп [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ledtest.vestum.ua/>, свободный.

ОБЕННОСТИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Нефедкина А. Д., студент 1 курса 64 группы ИПГС

Научный руководитель – Кашинцева В. Л., канд. физ.-мат. наук, доц.

На сегодняшний день одним из популярных видов постройки зданий являются экстремальные сооружения, которые могут иметь как определенную практическую цель, так и иное предназначение: напугать или вызвать всплеск адреналина у людей, с чем будут связаны особенности их конструкций.

Например, такая городская постройка, как смотровая площадка Skydeck вызывает восторг и восхищение у её посетителей, потому что она располагается на 103 этаже второго по высоте небоскрёба Willis Tower в США и представляет собой 4 стеклянных балкона с прозрачным полом на высоте 412 м.

Главной особенностью подобного сооружения, как и 25-метровый бассейн на крыше 36-этажного отеля InterContinental Dubai Festival City в Дубае, является больше развлекательный характер и зрелищность для туристов, чем сложная конструкционная цель, как у горных конструкций, которые имеют практическое значение [1].

Убежище Gervasutti служит для альпинистов и скалолазов местом привала и располагается на южном склоне горы Монблан на границе Италии и Швейцарии на высоте 2835. Помимо ярких ощущений, прочная опирающаяся конструкция и высококачественные материалы, выдерживающие экстремальные температуры и перепады давления, помогают обеспечить необходимые и безопасные условия для проживания, как и отель Skylodge на скале в Перу на высоте 122 м, состоящий из «капсул-номеров», выполненных из высокопрочного алюминия и поликарбоната.

Строительство подобного типа сооружений не ограничивается городами и деревнями, расположенными на равнинной местности с благоприятными условиями, помимо гор существуют объекты, которые были построены вблизи и над открытыми водоёмами в экстремальных условиях. Так например: «левитирующий» дом Pole House над пляжем Фэрхейвен на рис. 1 и 5-этажный модульный дом Cliff House, закрепленный на отвесном утесе высоко над океаном в Австралии на рис. 2 [2].



Рисунок 1. Pole House



Рисунок 2. Cliff House

Известно, что «парящий» Pole House спроектировал и построил Фрэнк Диксон в 70-х годах XX века [3]. Этот необычный человек любил уединенное и дикое побережье и решил построить загородный дом, чтобы он и его семья могли наслаждаться природой. Однако постройка получилась

не стандартной, «бросающей вызов» природе. Но «дом на столбе» подвергся воздействию ветра и сырости и почти разрушился.

К счастью, он был восстановлен благодаря усилиям архитектора Франко Фиорентини из F2 Architecture. Простое стекло было заменено на выдвижные прозрачные стены, по всему мосту были установлены стеклянные перила, а интерьер был переделан с учетом современных инноваций.

На примере истории данного дома можно заметить, что помимо уникальности и незаурядности сооружения, существует проблема сохранности и прочности водной конструкции, связанная напрямую с такими природными факторами, как ветер и влага. При строительстве необходимо учитывать температуру, влажность, осадки, соленость (если морская вода) воздуха окружающей среды. Также требуется изучить особенности рельефа вблизи водоёма: характер его форм, воздействие ветра и текучих вод и т. д., Следовательно, при разрушении здания обновить и перестроить дом заново будет недостаточно.

Строитель должен решить следующую задачу: доработать конструкцию с учётом экстремальных климатических условий, при этом обеспечить устойчивость на долгое время и сохранить уникальный внешний вид здания, не забывая о комфорте и безопасности жильцов. Так, основной опорой у Pole House является 40-метровый 4-гранный шест и единственный узкий мост, которые являются главной привязкой к земле. Следует усилить эту связь, добавив два подобных моста по обе стороны от дома. Создав мостовых конструкций, получим три опорные точки, что позволит добиться «ветростойкости» и увеличить площадь смотровой площадки на рис. 3.



Рисунок 3. New Pole House

В настоящее время разработчики масштабируют технологию, чтобы начать массовое производство прозрачного дерева на рис. 4 [4].

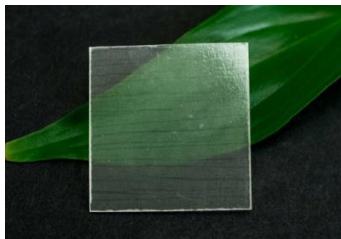


Рисунок 4. Прозрачное дерево

В прошлом году исследователи из Королевского технологического института в Стокгольме разработали прозрачную древесную альтернативу привычному стеклу. Учёные доказали, что новый материал превосходит стекло по теплоизоляции. Исследователи удалили из древесины лигнин — «светопоглощающий» компонент клеточной стенки. Затем материал был пропитан акрилом. В результате получилась прозрачная древесина, которая пропускала солнечный свет. Кроме того, эта древесина была пропитана специальным полимером, который сохраняет тепло.

В результате получился материал, который пропускает свет, но при этом сохраняет тепло. Днём прозрачная древесина поглощает тепло и охлаждает помещение. Ночью полимер в древесине начинает затвердевать, высвобождая накопленную за день энергию.

Применение инновационных стройматериалов поможет поддержать экологичность и экономичность, а также внести умные технологии в строительство подобных сооружений.

Рассматривая Cliff House, можно сделать конструкцию по типу «крюка» на рис. 5: продлить вертикальную часть дома, создав широкую пологую платформу, прочно встроенную в утёс, что обеспечит хорошее крепление и стойкость. Эту платформу можно использовать, как парковочное место и т. д.



Рисунок 5. New Cliff House

В условиях морского климата будет преобладать сухость и сыпучесть скальных пород. Для решения этой проблемы ученые из университета

Колорадо, США, разработали экологически чистый бетон, который можно выращивать [5]. Новый строительный материал на рис. 6 представляет собой биоминерализованный гидрогель-пескоподобный материал, который превращает песок в кирпичи под действием бактерий.



Рисунок 6. Живой бетон

Исследователи утверждают, что этот материал по прочности не уступает обычному бетону и является экологически чистым материалом, выделяющим очень мало углекислого газа. В настоящее время ученые работают над созданием технологии, которая позволит использовать такой бетон в условиях засухи, угрожающей выживанию бактерий в материале.

Библиографический список

1. Александр Грек Журнал Популярная механика. TechInsider. 2022. № 1. С. 132;
2. Жизнь над бездной: смелый концепт загородного дома от австралийских архитекторов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://novate.ru>;
3. Amy Astley Architectural Digest Magazine. 2019. № 7. С. 60;
4. Emily Wilson New Scientist Magazine: Material World. 2019. С. 60;
5. Biomaterialization and Successive Regeneration of Engineered Living Building Materials: Matter [Электронный ресурс] – Режим Доступа: <https://www.cell.com>;
6. Маклакова Т.Г. Архитектурно конструктивное проектирование зданий. Т. 1. Жилые здания: М.: Архитектура С, 2010. С.196.

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПИЗАНСКОЙ БАШНИ

Растова А.Ю., студент 1 курса 64 группы ИПГС

Научный руководитель –Кашинцева В.Л., канд. физ.-мат. наук, доц.

Пизанская башня – одно из известнейших уникальных по своей конструкции сооружений, сохранившееся до нашего времени. Свой необычный вид она приобрела благодаря неравномерной осадке грунта при строительстве. Причиной стало недостаточное изучение его свойств из-за малого количества исследований. Фундамент башни сложен из каменных блоков с площадью подошвы 282м^2 , что в сочетании с крайне слабыми

грунтами основания привело к крену башни уже на этапе строительства третьего этажа. Чтобы выправить крен, верхние ярусы конструкции начали укладывать с противоположным наклоном, поэтому сейчас башня имеет изогнутую форму (рис.1) [6], а её строительство было растянуто почти на 200 лет.

Город Пиза, в котором стоит прославленный памятник архитектуры, расположен на северо-западе Италии в зоне умеренной сейсмической активности, однако за время существования башни случался ряд крупных землетрясений, одно из которых оценивалось в 6,0 баллов по шкале Рихтера. Несмотря на опасный уклон в 5 градусов (что привело к смещению вершины здания относительно центральной оси более чем на 5 м), 58-метровая конструкция не подверглась существенным повреждениям. Такое явление связано с динамическим взаимодействием между сооружением и грунтом.

Почвенное основание под башней условно можно поделить на три слоя (рис.2) [3]. Первый глубиной 10 м состоит из эстуариевых пород, представляющих собой глинисто-водянистые осадочные породы. Ниже располагается 2^х-метровый слой мелкого песка средней плотности. Исследования грунта показали, что под северной частью башни он менее илистый и глинистый, чем под южной, а слой песка в этой стороне толще. По мнению учёных, это вероятнее всего могло стать причиной крена башни к югу. Следующий слой глубиной приблизительно 40 м состоит из морской глины, и его можно поделить на 4 части: верхняя глина (мягкая и текучая глина *панконе*), более плотная глина, песок и нижняя глина (нормально уплотнённая). Последний слой представляет собой плотный песок, который значительно уходит вглубь.

Таблица 1. Скорости распространения продольных и поперечных волн (волн сдвига) для разных типов грунта

Тип грунта	Скорость продольных волн, км/с	Скорость поперечных волн, км/с
Эстуариевые породы	0,4-1,0	0,15-0,2
Песок средней плотности	0,2-0,5	0,12-0,15
Глина <i>панконе</i>	0,3-1,0	0,15-0,4
Уплотнённая глина	1,1-1,5	0,4-0,6
Плотный песок	0,5-1,0	0,12-0,15

Многочисленные пробные скважины под башней и вокруг неё показали, что в верхнем слое глины с южной стороны имеется впадина, так что средняя осадка составляет около 3м.

Каркас здания сделан из камня и украшен белым мрамором. Данные материалы являются особо прочными, а за счёт массивности конструкции она практически не подвержена деформации.

Скорость распространения волн в материалах башни намного больше, чем в грунте. Таким образом, мягкая почва, которая и стала изначально

причиной крена башни, взаимодействуя с жёсткой конструкцией основания башни, является причиной того, что амплитуда и частота колебаний конструкции изменчивы и не входят в резонанс с колебаниями грунта. Причинами такого эффекта стали слабая подверженность массивного каркаса деформациям, его значительная высота и возможности взаимного влияния движущегося грунта и конструкции друг на друга за счёт инерционных сил. Данный случай явления динамического взаимодействия между сооружением и грунтом считается уникальным в своём роде.

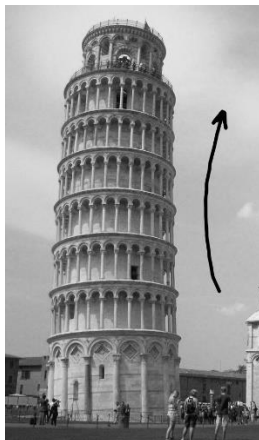


Рисунок 1. Наклон башни

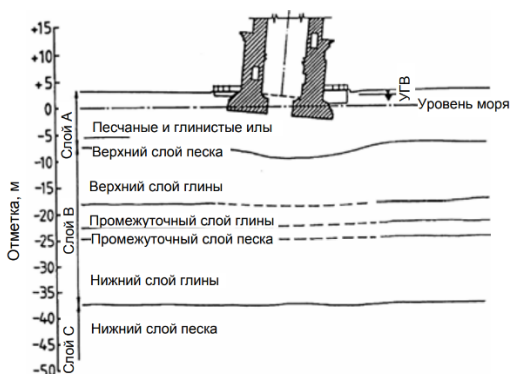


Рисунок 2. Грунтовое основание

В начале XX века была осуществлена закладка мониторинга, благодаря которой удалось отслеживать поведение модели. Выяснилось, что система линейно нестабильна, что можно проследить на графике (рис.3) [3].

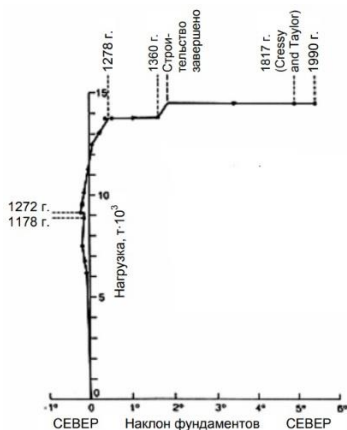


Рисунок 3. Нелинейность системы

Схематично это явление можно представить в виде модели обратного маятника. Это жёсткий шест длиной H , масса m сконцентрирована на его верхнем конце. Шест прикреплен к удерживающей конструкции. При вращении массивный конец создаёт вращающий момент $M_1 = mgH \sin \alpha$, а конструкция, реагируя на поворот, создаёт удерживающий момент M_2 (рис.4) [3].

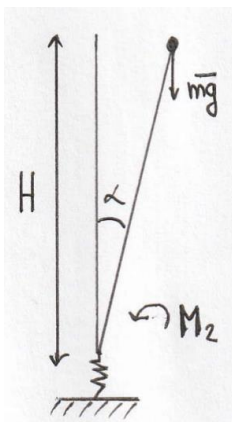


Рисунок 4. Обратный маятник

Если $M_1 > M_2$, то система неустойчива, равновесие нарушается и конструкция падает; если $M_1 < M_2$, то система стремится вернуться к вертикальному положению, что как и в первом случае приводит к нарушению равновесия; если же $M_1 = M_2$, то система сохраняет равновесие, оставаясь под наклоном. Рассматривая данную систему на основе линейных упругих моделей (винклеровского основания и упругого полупространства),

исследователи пришли к выводу, что конструкция находится в состоянии нейтрального равновесия (или сильно приближена к нему). Такое возможно только если система линейна, однако в случае нелинейности это может указывать на переходную к обрушению стадию.

На протяжении всего процесса мониторинга за башней её наклон постепенно увеличивался, как предполагают, из-за колебаний грунтовых вод в верхнем слое и в 1990 г. достиг своего предельного значения. Дальнейший рост наклона приводил к неустойчивости, поэтому было принято решение о реконструкции. Основная методика была спроектирована благодаря идее обратного маятника: уменьшение угла наклона увеличивает удерживающий момент, т.е. при уменьшении крена башни жесткость связи между фундаментом и грунтом основания сильно возрастала. Временной мерой стала установка противовесов с северной стороны башни, состоящих из свинцовых блоков общей массой около 1000 тонн. Главной и самой сложной исследовательской работой по стабилизации состояния башни была подработка, представляющая собой удаление грунта из-под северной части фундамента при помощи шнекового бура. Многолетняя, проходящая в несколько этапов операция принесла положительные результаты: крен башни уменьшился на 0,5 градуса, было выкопано 38 м³ дефективного грунта (больше 2/3 части – из-под фундамента). Результаты работ представлены на рис. 5 [3].

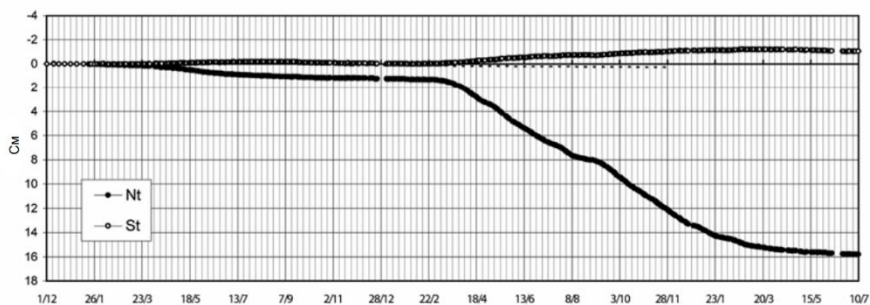


Рисунок 5. Результаты подработки

Таким образом, было достигнуто стабильное положение системы, которое не подвергает опасности целостность архитектурного памятника.

Уже более двадцати лет ведётся тщательный мониторинг за конструкцией Пизанской башни, подтверждающий положительные результаты подработки, проведенной в начале 2000-х годов.

Библиографический список

1. Беговатова В.В., Зюенков Д.А., Коробова О.А. Аварии, вызванные недостатками конструкции фундаментов // Молодой учёный. 2023. №4 (451). С. 45–46.

2. Сайт Trevi Group [Электронный ресурс]. – Проект реставрации Пизанской башни, - Режим доступа: <https://www.trevispa.com/>, свободный.
3. Б. Берланд, М. Джамиолковски, К. Виджиани Стабилизация Пизанской башни – Научный доклад, 2003.
4. Магомедов Р.М., Айламматова Д.А. Сейсмостойкое строительство: Учебное пособие – Махачкала: ДГУНХ, 2019. 9 с.
5. Дубов А. Геология: мягкая почва защитила Пизанскую башню от землетрясений // Научно-популярное издание «N + 1» 10.05.2018. Режим доступа: <https://nplus1.ru/>, свободный.
6. <https://cms.enjourney.ru/upload/Neil%20Howard%20пиза.jpg>

КОЛЕБАНИЯ ЗДАНИЙ, УСТОЙЧИВОСТЬ К ВЕТРОВЫМ НАГРУЗКАМ

*Семашкин А.Д., Шаманин М. О, студенты 1 курса 62 группы ИПГС
Научный руководитель –Кашинцева В. Л., канд. физ.-мат. наук, доц.*

При возведении высотных и большепролетных зданий следует учитывать множество факторов. Одним из них является воздействие ветровых нагрузок на стоящее здание. Под ветровой нагрузкой подразумевается давление на наветренные стороны здания, которое образуется в результате переменного воздействия ветра на конструкцию. Данный фактор может оказывать крайне сильное влияние, решить проблему обычными конструктивными правками по увеличению размеров несущих конструкций и класса бетона представляется невозможным в случае высотных и большепролетных зданий. В результате ветровых нагрузок здание может отклоняться от положения равновесия, это явление в наибольшей мере локализуется в верхней части сооружения – вершина отклоняется сильнее всего.

Согласно СП20.133330.2016 пункту 11.1 [1] территория делится на ветровые районы, для каждого их которых характерна своя частота ветра, в зависимости от района максимальная частота для динамической ветровой нагрузки(пульсации) является нормированной величиной. В этих условиях инженер-конструктор должен выполнить расчет так, чтобы собственные частоты колебания здания или сооружения были выше частот ветра. Такой расчет необходим для исключения возможности вхождения здания в резонанс, в противном случае целостность всей конструкции может быть нарушена. В настоящее время выделяют следующие способы предотвращения возможного резонанса [2]:

1) Увеличение площади поперечного сечения конструкций здания. При увеличении толщин стен, лестничных клеток, стен лифтов увеличивается собственная частота здания, это связано с повышением общей жесткости конструкции.

2) Ориентация сечений в направлении действия ветровых нагрузок. Здание стремятся расположить так, чтобы воздействие ветровых нагрузок на него было минимальным.

3) Применение более «жестких» материалов. Это способствует увеличению общей жесткости конструкции, что увеличивает собственные частоты здания и помогает бороться с явлением резонанса.

4) Минимизация ветровых нагрузок за счет формы здания. При таком подходе стремятся сгладить углы здания, сделать его наиболее симметричным, что позволяет снизить ветровые нагрузки за счет обтекаемости.

5) Рациональное распределение массы по высоте здания. Здание проектирует таким образом, чтобы его центр масс находился как можно ближе к основанию.

6) Применение гасителей колебаний, демпферных систем. Пассивные маятниковый демпфер – это конструкция, предназначенная для создания колебаний, частота которых будет находится в противофазе колебаниям ветра. Таким образом колебания ветра гасятся, их влияние на конструкцию минимизируется.

7) Применение аутригеров – жестких вставок в пределах этажа. Как правило, колебания здания локализуется не по всему пространству конструкции, есть участки, колебательная нагрузка на которые наиболее велика, посредством их укрепления можно повысить частоты колебания всего здания.

В исследовательской части нашей работы мы решили проанализировать зависимость собственных частот колебания от высоты конструкции и присоединенной массы. В качестве примера будем рассматривать собственные колебания стальной мачты сотовой связи, находящейся в Москве, т.е. в 1-ой ветровой зоне. Следовательно, собственная частота колебаний мачты должна быть не более 2,9 Гц.

Минимальный размер сечения мачты обусловлен предельной гибкостью конструкции, нормируемой СП 16.13330.2017 [3].

П. 10.4.2 табл.32 (для рассматриваемой ситуации необходим пункт 5 данной таблицы)

С учетом того, что коэффициент α принимается за величину не менее 0,5; предельная гибкость составит не более 180.

Гибкость элемента определяется п. 10.4.1: Гибкости элементов $\lambda = \frac{l_{ef}}{i}$

не должны превышать предельных значений $\lambda_{и}$, приведенных в таблице 32 для сжатых элементов и в таблице 33 для растянутых

Предельная длина определяется на основе п. 10.3.3, рассматриваемой случай описывается последним пунктом таблицы:

Таким образом, для выполнения исследования конструкции по параметрам близким к реальным отношение расчетной длины к радиусу инерции должно быть:

$$\frac{1,12 * I_{ef}}{i} < 180$$

Для примера возьмем стойку высотой 4 метра, тогда требуемое минимальное значение радиуса инерции составит:

$$\frac{1,12 * 400 \text{ см}}{180} = 2,49 \text{ см}$$

Следовательно, для расчетов можем принять стойку с сечением 100x100x5 мм, с моментом инерции $i = 3,84 \text{ см}$.

Сечение симметричное, что позволяет упростить задачу, $J = 270,9 \text{ см}^4$.

Модуль упругости стали $E = 2,06 * 10^5 \text{ Н/мм}^2$

В динамике сооружений при практических расчётах используются следующие гипотезы:

1) деформации растяжения и сжатия очень малы и ими пренебрегают, поэтому учитывают только деформации изгиба

2) перемещения системы принимаются настолько малы, что можно пренебречь сближением концов стержня при изгибе. Следовательно, в нашем опыте перемещения верхнего конца стержня можно рассматривать как прямолинейное перемещение [4].

Для нахождения частоты свободных колебаний определим коэффициент жёсткости r консольной балки:

$$r = \frac{1}{\delta_{11}}$$

Для этого в точку прикрепления массы, где находится масса m , приложим единичную силу $\vec{F} = 1$ в направлении возможного движения массы (в горизонтальном направлении), и построим единичную эпюру M_1 , тогда:

$$\delta_{11} = \sum \int \frac{\overline{M_1}^2 dx}{EJ} = \frac{1}{2} l * l * \frac{2}{3} l * \frac{1}{EJ} = \frac{l^3}{3EJ}$$

Подставив в уравнение для коэффициента жёсткости получим:

$$r = \frac{1}{\delta_{11}} = \frac{3EJ}{l^3}$$

Подставив в уравнение для циклической частоты:

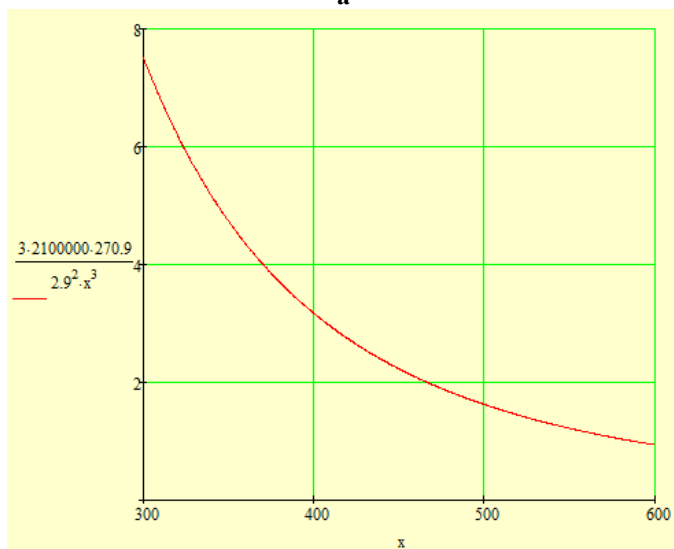
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{r}{m}} = \sqrt{\frac{1}{\delta_{11} m}} = \sqrt{\frac{3EJ}{l^3 m}}$$

Подставив в уравнение периода:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l^3 m}{3EJ}}$$



а



б

Рисунок 1. График зависимости собственной частоты от массы при длине стержня 4м (а) и график зависимости массы от длины при частоте 2,9 Гц (б)

Таким образом, была проанализирована проблема роли ветровых нагрузок при возведении зданий и сооружений, рассмотрены пути ее решения. Для мачты сотовой связи получена формула периода колебаний стального стержня с присоединенной массой. На примере мачты сотовой связи получены и отображены графически зависимости собственной частоты от массы при длине стержня 4м (рисунок 1.а) и массы от длины при частоте 2,9 Гц (рисунок 1.б).

Библиографический список

1. Свод правил нагрузки и воздействия // СП20.13330.2016.
2. Савицкий Г.А. Ветровая нагрузка на сооружения 1972 г
3. Свод правил стальные конструкции // СП16.13330.2017
4. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах часть III Динамика сооружений 2017 г. // Пример 11.1 с. 30-31.
5. Скрипченкова А.Ю. Астраханский вестник экологического образования // Воздействие ветровых нагрузок 2017г.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 30245-2012 профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций.
7. Сайт vc.ru [Электронный ресурс]. - Борьба с ветром в высотных зданиях. Режим доступа: <https://vc.ru/>, свободный.

МЕХАНИКА ВОДЫ. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР

*Со Н.А., Новиков В.М., студенты 1 курса 63 группы ИПГС
Научный руководитель –Кашинцева В.Л., кандидат физ.-мат. наук, доц.*

В таком разделе физики как «Гидродинамика» основополагающим понятием является модель сплошной среды. Ее суть заключается в том, что она определяется плотностью, давлением и скоростью. Причем скорость представляет собой суммарный импульс молекул, заключённый в данный объем рассматриваемого участка жидкости. Разное поведение такой модели в разных ситуациях позволяет вводить все больше и больше новых понятий, одним из которых как раз и является гидравлический удар.

Гидравлический удар воды в трубопроводах определяется как неожиданное и внезапное изменение давления воды в трубопроводе, появившееся в результате быстрого изменения потока воды [1]. Такое изменение может происходить из-за блокировки или открытия крана, попадания в трубу препятствия, например, непредусмотренные отходы или отслоившиеся стенки труб, также- проведения работ по изменению профиля трубы или из-за неравномерности характеристик потока.

В большинстве случаев гидравлический удар воды в трубопроводах происходит из-за мгновенного закрытия крана, то есть, перекрытия потока за много малый промежуток времени. Причина внезапного изменения давления воды заключается в том, что поток воды в трубе останавливается и происходит резкое перераспределение давления в зависимости от плотности

воды, скорости звука и длины трубы. При быстром изменении потока воды в трубе происходит движение волнового характера, которое может привести к расширению или сжатию трубы, а также к разрушению стенок конструкции в зависимости от давления и скорости потока. Исследования показывают, что при напорных линиях, находящихся под влиянием даже небольших колебаний давления, вызванных гидравлическими ударами, уровень утечек постепенно увеличивается в течение нескольких лет.

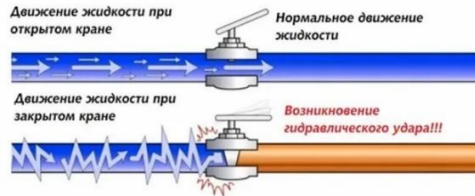


Рисунок 1. Гидравлический удар.

Н. Е. Жуковский в 1897 году впервые предложил расчётную теорию гидравлического удара, которая позволяет определить значение прямого гидравлического удара посредством анализа параметров, таких как характеристика насоса и труб, длина трубопровода, режим работы водовода, наличие в воде нерастворённых газов, профиль укладки трубопровода [2]. Формула, определяющая значение прямого гидравлического удара имеет вид:

$$H = H_0 + \Delta H = H_0 + \frac{c \Delta V}{g}, \text{ где}$$

H_0 - статическое давление от остановки потока жидкости в данной точке водовода

ΔH - напор, вызванный гидравлическим ударом, влияющий на дополнительный поток

c - скорость ударной волны

ΔV - изменение величины скорости течения в водоводе, приводящее к изменению напора на насос

Гидравлический удар – это набор механических форм энергии, проявляющихся в виде волн или пульсации на трёхмерной поверхности среды. Наиболее известные случаи гидравлического удара – большое количество возмущений, происходящих при открытии и закрытии трубопроводных кранов, а также погружении и выносливании предметов в водных средах. Волновая природа гидравлического удара обусловлена техническими характеристиками водной среды. Когда гидравлический удар происходит, вода в окружающей среде начинает изменять свою плотность, поэтому происходит процесс распространения гидравлических волн по

всему расстоянию до источника удара. Вода становится более плотной и прочной в местах, где проходят гидравлические волны, а менее плотной и мягкой в затихающих местах. Из-за этого происходит постоянное изменение давления и движения воды, что приводит к постоянному распространению гидравлических волн вокруг источника удара.

Осциллограммы, зафиксированные датчиками на кране при быстром его закрытии (рис. 2, а) и на центробежном насосе при остановке (рис. 2, б), хорошо иллюстрируют волновое поведение, типичное для гидравлических ударов. Во второй осциллограмме, в отличие от первой, гидравлический удар возникает из-за падения давления после быстрой остановки насоса из-за инерциального движения воды.

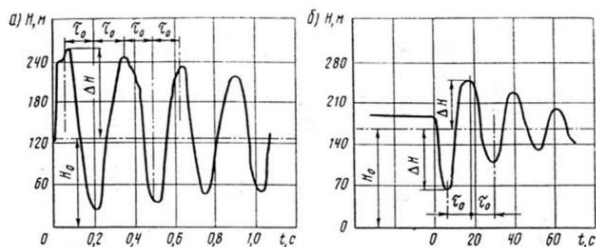


Рисунок 2. Волновая природа.

Из формулы Н. Е. Жуковского видно, что скорость распространения ударной волны c - важный параметр, определяющий величину напора при гидравлическом ударе:

$$c = \frac{\sqrt{\frac{E_{ж}}{\rho_{ж}}}}{\sqrt{1 + \frac{E_{ж} \cdot D}{E_T \cdot \delta}}}$$

$E_{ж}$ - модуль объемной упругости жидкости

$\rho_{ж}$ - плотность жидкости

E_T - модуль упругой деформации материала труб

δ и D - толщина и внутренний диаметр стенок труб

Для защиты от гидравлического удара в водоводах необходимо применять различные технические меры. В первую очередь, конструкция самого водовода должна быть устойчива к давлению, предусматривая достаточное количество предохранений для предотвращения затирания труб в случае их перегрузки. Следует также использовать специальные приспособления, такие как понижающие клапаны для регулирования давления, которых насчитывается бесчисленное множество на современном

рынке. Также клапаны служат для уменьшения потока и практически гарантированного предотвращения гидравлического удара. Кроме того, для профилактики возможных проблем с давлением и температурой в водоводе можно использовать установку датчиков, которые предупреждают о необходимости регулирования давления.

В зависимости от условий следует выбрать соответствующие трубопроводные материалы, а именно полиэтилен, полипропилен, медь, сталь и алюминий [3]. Также рекомендуется использовать специальные гидроизоляционные материалы для защиты от проникновения влаги и прочих агрессивных веществ и предотвращения появления температурных перепадов в водоводе.

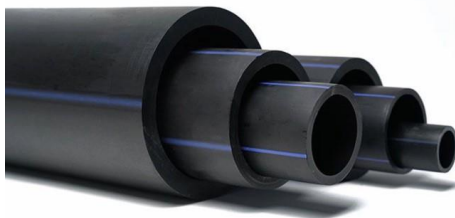


Рисунок 3. Упрочненные трубы.

По итогам анализа, клапаны-гасители системы ЛИИЖТа оценены как наиболее оптимальные. Они позволяют предотвратить повышение давления в системе и предотвратить повреждение оборудования. Клапаны-гасители имеют два основных элемента: клапан и гаситель. Клапан открывается при повышении давления в системе и позволяет выпустить избыточное давление. Гаситель помогает снизить давление в системе после открытия клапана [4]. Он позволяет давлению плавно снизиться до нормального уровня. Таким образом, клапаны-гасители помогают предотвратить повреждение оборудования и предотвратить повышение давления в системе.

Результаты исследований подтверждают, что выделение средств на внедрение мероприятий противодействия гидравлическим ударам приносит прибыль в виде значительных экономических выгод и превосходит возможные потери, которые могут возникнуть в случае аварии на водопроводе. Существенная экономия может стать ощутимой уже через год эксплуатации трубопровода.

Если конкретизировать, то водоводные системы могут быть защищены от гидравлических ударов с помощью применения и обыкновенных противоударных приборов, а также при помощи установки более прочных труб. Однако при использовании таких труб необходимо учитывать их повышенную стоимость и цену иных мероприятий, которые могут быть предприняты для защиты водоводных систем от гидравлических ударов. В

целях расчета эффективности вариантов необходимо сравнивать их по минимуму приведенных затрат.



Рисунок 4. Противоударный прибор

В первом варианте для защиты от гидравлического удара применяются противоударные приборы, поэтому при расчете капитальных вложений следует учитывать их установку, а при расчете эксплуатационных затрат – расходы на потери воды при срабатывании приборов и амортизационные отчисления на их восстановление и ремонт.

Таким образом, проблема гидравлического удара, являющаяся одной из фундаментальных проблем современного строительства, хоть и несёт за собой разрушительные и экономически серьезные проблемы, но зато в меру просто поддается предотвращению. Если сравнивать стоимость и сложность работ по устранению последствий гидравлического удара и стоимость и сложность работ по установке буквально пары приборов, умещающихся в руке взрослого человека, разница становится очевидной в пользу профилактики. Данное явление природы ещё один раз учит человека тому, что соблюдать стабильность гораздо эффективнее, чем давать волю случаю или хаосу.

Библиографический список

1. Татура Е.А., Гоголев С.А. Гидравлический удар в напорных водоводах и защита от него. Режим доступа: <http://do.rulitru.ru>
2. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. 1899. С. 22-25.
3. Воинов Е.М. О гидравлическом ударе // Квант. 1984. № 7. С. 26-29.
4. Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. М.-Л.: ГИТТЛ. 1951. С. 78, 120, 132-136.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА АТМОСФЕРНУЮ КОРРОЗИЮ

*Хрыков М. М., студент 1 курса 13 группы ИГЭС
Хайруddинов М. Н., студент 1 курса 9 группы ИГЭС
Научный руководитель –Кашинцева В. Л., к.ф.-м.н, доц.*

Российская Федерация – обширное государство с многочисленными равнинами и горными массивами. Её климатические условия очень разнообразны, что учитывается при строительстве любых зданий и сооружений. Однако неизбежным остаётся атмосферная коррозия металлических конструкций. Для борьбы с пагубным воздействием окружающей среды на металлы и сплавы, в частности сталь, обычно применяют покраску поверхности, что в долгосрочной перспективе экономически невыгодно. Альтернативой может служить использование атмосферостойкой стали. Данная статья посвящена анализу зависимости скорости протекания коррозии на её поверхности от климатических условий.

Климат главным образом характеризуется осадками, температурой и влажностью воздуха. Эти параметры были подробно рассмотрены ещё в ГОСТе 16350-80 [1]. Однако уже более века происходит глобальное потепление. Авторы статьи посчитали нужным обратиться к современным данным [2]. Исходя из докладов Росгидромета об особенностях климата, на территории РФ потепление относительно остального мира происходит значительно быстрее: $0.46^{\circ}\text{C}/10$ лет, особенно в Северной полярной области ($0.75^{\circ}\text{C}/10$ лет в 1988-2017 гг.). Более того, за 2004-2021 гг. лишь 3 годовые суммы осадков были близки к норме, остальные – значительно больше (особенно в 2013 г. - 111% от нормы). В целом, за последние 10 лет в различных физико-географических регионах РФ значения температуры и количества осадков несколько раз достигали исторического максимума и минимума, наблюдаемых с 1936 г. Поэтому уязвимость углеродистой стали к коррозии увеличивается.

В 2016 году данной проблемой заинтересовались японские инженеры из университета Ямагучи. Исследование их команды было направлено на изучение скорости протекания коррозии на поверхности атмосферостойкой стали при 40 и 20°C, 95 и 50% влажности [3]. В качестве объектов были использованы пластины атмосферостойкой стали размерами 70x70x6 мм марки SMA400CP, особенностью состава которого является отсутствие никеля [4]. Из результатов, полученных эмпирическим путём, были построены графики зависимости площади покрытия пластины коррозией от количества прошедших дней (Рис. 1 и Рис. 2). Была обнаружена логарифмическая зависимость графиков. При этом коэффициенты детерминации некоторых зависимостей составили примерно 0.96, что достаточно точно.

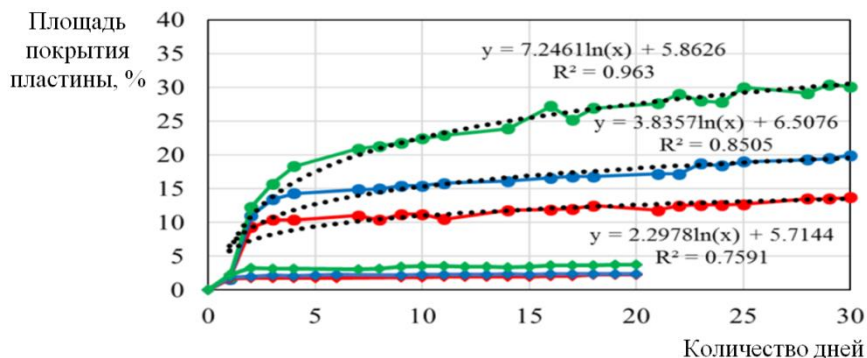


Рисунок 1. Графики зависимостей скорости протекания коррозии при 95% влажности

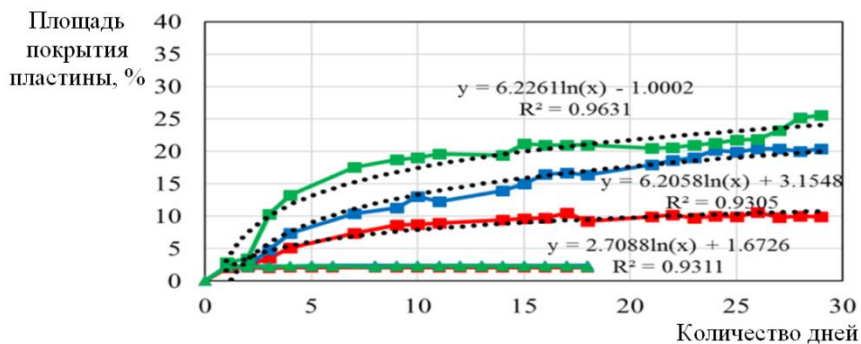


Рисунок 2. Графики зависимостей скорости протекания коррозии при 50% влажности

Зелёные графики указывают на увлажнение пластины водой солёностью 3%, синие – 1%, красные – 0.3%. Графики с круглыми и квадратными пунктами соответствуют опытам проведённым при 40°C, а с треугольными и ромбическими пунктами – при 20°C.

Из этих графиков следует, что

1. При 40°C скорость протекания коррозии наиболее значительна.
2. Влияние влажности второстепенно по сравнению с температурой.
3. Для грубой оценки распространения коррозии можно использовать формулу:

$$Y = A\ln(X) + B, \quad (1)$$

где Y – толщина коррозионного слоя, X – количество дней, $A = 1.805C + 1.8762$ – коэффициент солёности среды (C [%] – содержание солей в воде), B – температурный коэффициент.

Опираясь на полученные результаты японских инженеров, авторы статьи выдвинули гипотезу о скорости протекания коррозии на поверхности

атмосферостойкой стали при температурах близких к 0°C. Из тенденций, наблюдаемых на Рис. 1 и Рис. 2, следует, что температурный коэффициент при 0°C будет равен 0, а коэффициент солёности стремится к 0.25. Подставляя данные значения в формулу (1), график будет иметь вид, как показано на Рис. 3.

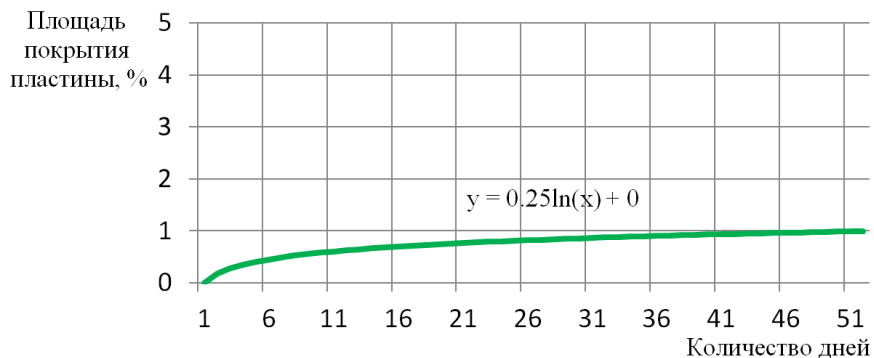


Рисунок 3. График зависимости скорости протекания коррозии при 0°C

Несмотря на то, что при отрицательных температурах скорость протекания коррозии уменьшается ещё сильнее, на поверхности льда может происходить адсорбция, которая, наоборот, служит катализатором коррозии. Поэтому, исходя только из теоретических соображений, аналогичный при отрицательных температурах график построить нельзя.

Таким образом, авторы статьи пришли к выводу, что данная область малоизучена. Атмосферостойкая сталь является крайне перспективным материалом. При относительно хорошей грузоподъёмности (490-520 Н/мм² - ГОСТ Р 55374-2012) такой материал способен сохранить бюджет проекта, выделяемый на эксплуатацию сооружения [5]. Особенно эффективно использование атмосферостойкой стали при строительстве железнодорожных и автомобильных мостов в труднодоступной местности. Если детальнее изучить противокоррозионные свойства атмосферостойкой стали опытным путём и привести качественные зависимости скорости протекания коррозии, то можно добиться популяризации использования данного материала.

Библиографический список

1. ГОСТ 16350-80. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей. М.: Калужская типография стандартов, 1981.
2. Сайт Росгидромета [Электронный ресурс]. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, – Режим доступа: <https://www.meteorf.gov.ru/>, свободный.

3. Ryoya N., Shusaku T., Toshihiko A. The influence of temperature and humidity on rust growth on weathering steel // Corrosion environment for Weathering steel bridges project 2016, №5(1-6). Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/309668001_The_influence_of_temperature_and_humidity_on_rust_growth_on_weathering_steel.
4. Электронный сборник технических стандартов Японии по стальным материалам [Электронный ресурс]: SteelJIS. Japanese steel grading SMA. Режим доступа: http://steeljis.com/jis_steel_designation_grading.php?gr_id=2/.
5. ГОСТ Р 55374-2012. Прокат из стали конструкционной легированной для мостостроения. М.: Филиал ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ" - типография "Московский печатник", 2013.
6. Соколова Ю. А. Причины атмосферной коррозии металлоконструкций и методы защиты // Инновации и инвестиции. 2017. №8. С. 157–160.

ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ В ЦЕЛЯХ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ В БЫТУ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Шагеев Д.Р., Бобров М.И., студенты 1 курса 9 группы ИГЭС
Научный руководитель – Кашинцева В.Л., канд. физ.-мат. наук, доц.*

С населением Земли, которое постоянно растет, возрастает и количество потребляемой воды. В таких странах как Израиль, Ливан, Иран, Саудовская, Эритрея, ОАЭ, Сан-Марино, Иордания, Катар, Ливия, Кувейт, Бахрейн, Индия, Пакистан, Аравия, Туркменистан, Ботсвана и в множестве других в промышленности, сельском хозяйстве и повседневной жизни регулярно наблюдается недостаток водных ресурсов [1]. С 1974 года население Земли выросло чуть больше чем в 2 раза, а с ним неизбежно увеличилось водопотребление. Так называемый "водный вопрос" возник не из-за нехватки воды на Земле, так как благодаря природному процессу круговорота воды, она не может исчезнуть и является возобновляемым ресурсом, а по другим конкретным причинам: во-первых, деятельность человека загрязняет пресные источники воды токсичными выбросами, во-вторых, из-за неравномерного распределения несоленой воды по суше, не все государства имеют достаточное количество водных запасов для своего содержания.

Одним из решений данной проблемы является опреснение морской воды, которая составляет более 96% всей гидросферы Земли. Ее массовое опреснение способствовало бы падению цены на пресную воду, что сделало бы ее более доступной для засушливых стран мира. Соленость является причиной, по которой морскую воду не используют в хозяйстве и в быту. Средняя соленость морской воды (масса соли на килограмм воды) составляет 35 г/кг, когда соленость пресной - до 1 г/кг [2]. Цель опреснения – снизить количество соли в воде до менее 1г/кг. Существует несколько методов опреснения: дистилляция, включающая в себя несколько

подметодов, замораживание, обратный осмос, химическое опреснение и химическое опреснение.

Дистилляция

Дистилляционная установка (рис. 1) состоит из нагревательного элемента, ванны с водой, перегонного куба для выпаривания, охлаждающей части, которая снижает температуру пара, в результате чего он конденсируется в приемную колбу, полученную жидкость называют дистиллятом. Суть процесса состоит в том, что вещества с низкой температурой кипения испаряются в большем количестве, чем вещества с более высокой температурой кипения, поэтому вода частично отделяется от соли в течение процесса. Такая установка требует большое количество затрат и тепловой энергии, поэтому не может использоваться как массовый опреснитель для морской воды.

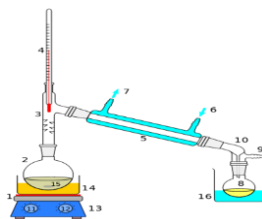


Рисунок 1. Дистилляционная установка

Многостадийная флеш-дистилляция

Проблема многотратности, возникающая из-за расходов на тепловую энергию, характерная процессу обычной дистилляции, не возникает у метода многостадийной флеш-дистилляции. Нагретая морская вода поступает под давлением по трубкам, проходящим сквозь камеры, и с каждой следующей камерой температура воды возрастает. После этого, его нагревают с помощью заводского пара и отправляют внутрь камер. Каждая следующая камера имеет давление меньше предыдущей. Таким образом, в пониженном давлении рассол быстро испаряется, теряет тепло и переходит в следующую камеру, с еще более низким давлением, где также испаряется. Часть остатков рассола с высокой концентрацией солей смешивают с новым рассолом, часть - сливают, чтобы новый рассол не был сильно концентрированным [3]. В высококонцентрированном рассоле соль легко выпадает в осадок, что приводит к образованию накипи, которая является причиной ухудшения передачи тепла и закупоривания трубок. Также причинами появления осадков являются карбонат кальция и гидроксид магния, от них избавляются с помощью специальных добавок. Затраты на тепловую энергию составляют в среднем 40% от стоимости полученной пресной воды.

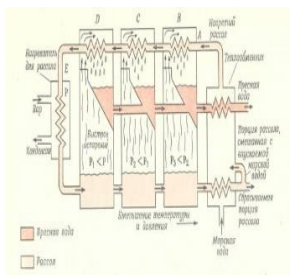


Рисунок 2. Схема многостадийной флеш-дистилляции.

Вакуумная дистилляция

Такой метод схож с методом обычной дистилляции, однако в отличие от нее, в перегонном кубе понижают давление. Температура кипения жидкости уменьшается и таким образом экономит затраты на тепловую энергию.

Термокомпрессионная дистилляция

В этом процессе рабочим телом является сама дистиллируемая жидкость (рис.3). После начала испарения, с помощью насоса пар нагнетается в теплообменник, где он конденсируется и передает энергию на нагрев исходной жидкости. Резервуар, где испаряется жидкость, является средой с пониженным давлением, а теплообменник – с повышенным, из-за чего температура испарения меньше температуры конденсации. В результате такой тепловой циркуляции общие затраты энергии на дистилляцию снижаются во много раз. К примеру, при температуре испарения жидкости 96 градусов и температуре конденсации 104 градуса, расход энергии в 50 раз меньше расхода энергии обычной дистилляции. Вся установка должна находиться в условиях теплоизоляции, однако из-за этого ей не требуется дополнительный нагрев и дополнительное охлаждение.

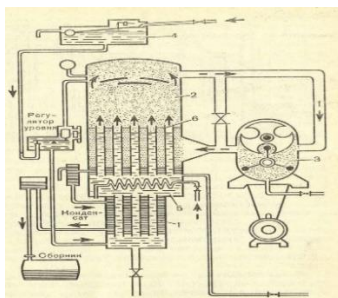


Рисунок 3. Схема термокомпрессионной дистилляции

Замораживание

Так как температура кристаллизации соленой воды ниже, чем температура кристаллизации несоленой воды, при медленном охлаждении,

в рассоле в первую очередь образуются кристаллы пресного льда [4]. Лед отделяют от соленой воды, а после расплавляют. Из-за низкой экономичности такой метод опреснения не нашел практического применения. Однако, шведские ученые придумали способ уменьшить энергетические затраты в несколько раз. При смешивании жидкого бутана с рассолом, смесь быстро замерзает и пресный лед легко отделить от жидкости. Жидкий бутан отделяют и используют снова.

Химическое опреснение

В ходе химического опреснения (рис.4) в раствор соли добавляют реагенты, которые способствуют преобразованию растворимых солей в нерастворимые, осаждающиеся соединения. Морская вода содержит в себе много растворимых солей, поэтому расход реагентов довольно высок. Соли серебра и бария способны образовывать нерастворимые соединения с ионами натрия и хлора.



Рисунок 4. Установка химического опреснения.

При их добавлении в солёную воду они образуют хлористое серебро и сернокислый барий. Соли бария довольно токсичные, сама реакция протекает долго, а реагенты являются дорогостоящими, из-за этого химическое опреснение используется редко.

Электродиализ

В ванну, с полупроницаемыми мембранами, помещают морскую воду (рис.5). Мембраны пропускают раствор и не пропускают электролиты. Используют 2 типа мембран, одни не пропускают катионы, другие не пропускают анионы. Их располагают поочередно, таким образом добиваются разделения сосуда на множество полостей. По ванне пропускают электрический ток, чтобы ионы пришли в движение. Они задерживаются на ближайшей, соответствующей их знаку, мембране. В результате этого между парами мембран изменяется концентрация ионов. Между одной парой наблюдается увеличенная концентрация, между другой – пониженная концентрация. На такую установку поступает постоянная подача воды и она работает без перерыва.

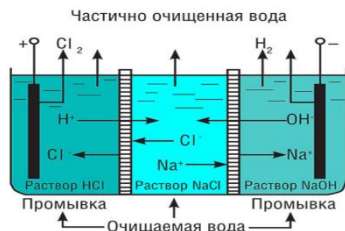


Рисунок 5. Схема электродиализа

Обратный осмос. Обратный осмос (рис.6) считается одним из самых выгодных методов опреснения, так как главным контролируемым параметром является поддержание давления при подаче раствора на мембрану. При данном процессе соленую воду пропускают через полупроницаемую мембрану, которая задерживает соли и таким образом опресняет жидкость. Соленый раствор подают под давлением в 30-65 атмосфер для преодоления осмотического давления (10-12 атмосфер) [5]. В результате процесса образуется фильтрат - пресная вода, и концентрат - рассол, который сливается. Полупроницаемые мембраны состоят из полиамида и ацетата целлюлоза, они задерживают почти все соединения, растворенные в воде. Благодаря этому, чистота получаемой воды достигает 98%.

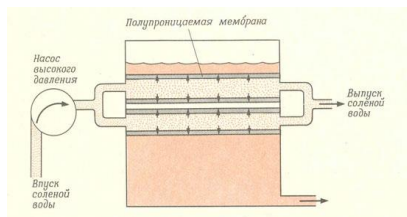


Рисунок 6. Схема обратного осмоса

Таким образом, опреснение соленой воды - удаление излишней солености в воде, чтобы сделать ее пригодной для питья или выполнения технических задач. Такой процесс позволяет получить пресную воду там, где использование природной пресной воды затруднительно. Например, на производстве, которое расположено на побережье, где для непрерывной работы нужен постоянный поток очищенной воды; на автономных станциях, находящихся далеко от берега, где водоснабжение обслуживающего персонала с суши не представляется возможным; на кораблях и подводных лодках дальнего следования, где опреснители являются единственным доступом к питьевой и технической пресной воды.

Самым экономичным и эффективным методом опреснения соленой воды является обратный осмос.

Библиографический список

1. Михаил К.В. Вода и пустыни. – М.: Мысль, 1981. С. 62-104.
2. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. – М.: Химия, 1995. 368 с.
3. Сайт Авторский проект O8ODE.RU [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.o8ode.ru/article/planetwa/oprecnenie/oprecnenie_vody.htm, свободный.
4. Александр Темерев, Михаил Юнгерман. Великое опреснение. Вокруг света: журнал. 2008.Май. (№ 5 (2812)). С. 144-152.
5. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. – М.: Химия, 1978. 352 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОСОБЫХ СИСТЕМ И МЕТОДОВ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Шевцова Е.В., студент 1 курса 10 группы ИГЭС

Научный руководитель - Кашинцева В.Л., к. ф.-м. н., доц.

В настоящее время обеспечение надежной сейсмостойкости зданий и сооружений является необходимым фактором, в особенности при строительстве в сейсмически-активных районах России: Северный Кавказ, Алтай, Саяны, Курилы, Камчатка, Приамурье, Байкальская зона. Уже построенные в нашей стране здания и сооружения рассчитаны перенести земные толчки 6 баллов, остальные которые выстоят 7-бальное, называются сейсмоустойчивыми. В основе строительства сейсмоустойчивых зданий и сооружений у нас в стране заложены общепринятые методы сейсмоустойчивости.

Строительство высоток, например, в г. Москва и в г. Екатеринбург, ведут с использованием бетонов повышенной прочности. Также дополнительно увеличивают плотность армирования, используя арматуру максимальных диаметров [2]. Чтобы повысить сейсмостойкость зданий и сооружений используют каркасный тип строительства с использованием железобетона на монолитной бетонной плите. Также для повышения жесткости конструкции в середине высоты выливают железобетонный параллелепипед, который компенсирует ветровые нагрузки.

Однако все положительные резервы общепринятых (традиционных) методов сейсмоустойчивости уже давно себя исчерпали и недостаточно эффективны. В современных условиях необходимо разрабатывать и использовать особые (специальные) методы и системы сейсмогашения и сейсмоизоляции.

К одной из удачных попыток разработки особых систем сейсмостойкости можно отнести использование новых видов «эластичного» бетона. В г.Усть-Лабинске (Краснодарский край) разработали инновационный тип бетона с помощью дополнительных присадок,

позволяющий в 2 раза повысить прочность фундамента. Таким образом, прочность фундамента пятиэтажки сравнялась с фундаментом девятиэтажки [3].

Лидерство в инновационных технологиях строительства в области сейсмостойкости по праву принадлежит Японии, которая постоянно испытывает на себе сейсмическое воздействие литосферных плит (Тихоокеанской и Филиппинской). Дадим характеристику наиболее инновационным системам.

За последние годы японское правительство не однократно переутверждало типовые правила строительства сейсмостойких зданий и сооружений. Результатом этих мер стало появление инновационных технологий строительства для обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений.

Технология, использующая философию конструктора Лего, которая заключается в строительстве здания состоящего из отдельных модулей, связь между которыми не является стабильной, а все модули (состоящие из нескольких этажей) обладают способностью перемещаться, погашая вибрацию землетрясения. С использованием данной технологии построена Мэрия г. Токио (243м высота) [6].

Технология антисейсмических амортизаторов, выполненных в виде железобетонных конструкций кубической формы, которые монтируются в фундамент здания. Каждая такая конструкция может выдержать нагрузку массой до 400тонн. Данная технология как бы делит строение на две части: верхнюю и нижнюю, связь между которыми нежесткая, что позволяет компенсировать вибрации при землетрясениях. Все соединительные части коммуникаций в таких зданиях сделаны из гибких материалов, что предотвращает их разрушение. Таким образом, верхняя часть здания может свободно перемещаться, а люди в таком здании даже не заметят колебаний.

Технология танцующих зданий, заключается в укреплении большинство небоскрёбов Японии с помощью специальных стальных рам, тросов, предохранителей. Они стабилизируют высотки, заставляя здания колебаться вместе с вибрацией при землетрясении. Этими действиями полностью гасится энергия землетрясения, только после каждого такого «танца» часть укрепительной системы идёт под замену.

Кроме того, широко внедряются модифицированные стройматериалы такие как армированные стальной проволокой стекла. Танцующие дома помогают сохранить в целостности небоскребы Японии уже много лет.

К одной из амбициозных технологий японских архитекторов и конструкторов можно отнести технологию парящего дома, которая сродни технологии антисейсмических амортизаторов, но более продвинутая. Данная технология также делит строение на две части: верхнюю и нижнюю, однако вместо амортизаторов используются аэроподушки, которые по команде сейсмодатчиков поднимают верхнюю часть здания над землей обеспечивая безопасность жилого дома [9]. Многочисленные испытания

данной технологии доказали, что люди, находящиеся в доме, не чувствуют толчков. Данная технология пока что реализована в малоэтажном домостроении. При строительстве домов по данной технологии здание располагается на спецраму оборудованную аэроподушками с сейсмодатчиками, определяющими толчки земной коры и автоматическими нагнетателями воздуха. При колебаниях земной коры сейсмодатчики включают нагнетатели воздуха, которые повышают давление в аэроподушках, поднимая жилой дом над поверхностью земли до 4см. Устойчивость парения дома достигается использованием предохранителей (спецклапанов). После того как толчки земной коры стихнут, по команде спецдатчиков нагнетатели воздуха понижают давление в аэроподушках и дом медленно опускается в исходное состояние.

К сожалению, данная технология несмотря на ее высокую эффективность не может быть реализована для уже существующих малоэтажных зданий, так как монтаж воздухонагнетателя высокой мощности практически невозможно. Так же пока не представляется возможным применить эту технологию для высоток. Однако достаточно высока перспектива использования технологии парящего дома для промзданий и спецсооружений.

Традиционно, все особые методы и системы сейсмогашения и сейсмоизоляции делят на две группы: активные и пассивные. В связи с развитием сейсмостойких технологий в строительстве считаем, что данную классификацию необходимо дополнить следующими группами, а именно системы с использованием модифицированных материалов и комбинированные системы. В таблице 1 представлена классификация особых методов и систем сейсмогашения и сейсмоизоляции с учетом современных достижений НТП в строительстве.

Таблица 1. Современная классификация особых систем и методов сейсмогашения и сейсмоизоляции в строительстве

Особые методы и системы сейсмогашения и сейсмоизоляции
I группа. Статические системы
1. Стержневая система (якорная система, шахта и стержень)
2. Возвышенное основание сооружения
II группа. Динамические системы
1. Сейсмические базовые изоляторы
2. Инерционный демпфер или гаситель колебаний
3. Гистерезисный демпфер (4 вида)
4. Демпфирование вертикального взаиморасположения
5. Многочастотный успокоитель колебаний;
6. Свинцово-резиновая опора
7. Фрикционно-маятниковая опора
8. Система «Летающий дом» или плавающий фундамент
9. «Плащ-невидимка»
III группа. Комбинированные системы

1. Технология «танцующих зданий»
2. Система «Конструктор Лего» с применением тумб амортизаторов
IV группа. Системы с использованием модифицированных материалов
1. Гибкий или эластичный бетон
2. Фибробетон
3. Сплавы с эффектом памяти («самоизлечающийся сплав»)
4. Стекла, армированные стальной проволокой

В процессе возведения сейсмостойких сооружений в нашей стране важную роль играет использование наряду с общепринятыми методами сейсмостойчивости особых методов и систем, широко распространенных в мировой практике. Представленная классификация особых систем и методов сейсмогашения и сейсмоизоляции и выделение отдельных систем в группы позволит применять эти методы при проектировании и строительстве зданий и сооружений.

Большинство из рассмотренных в классификации особых методов и систем сейсмогашения и сейсмоизоляции для их использования в российской строительной практике необходимо адаптировать как с точки зрения проектно-конструкторской, так и внедренческой практики. Кроме того нужно переработать строительные нормы и правила обеспечения сейсмостойкости на законодательном уровне, а некоторые технологии требуют экономического обоснования и испытаний в отечественных условиях. Все это позволит использовать современные системы и методы обеспечения сейсмостойкости более широко в сейсмоактивных районах нашей страны.

Библиографический список

1. Сайт Русская Семёрка [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russian7.ru/post/samye-seysmoopasnye-mesta-rossii-gde/>
2. Все небоскрёбы мира [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://all-towers.ru/buildings/russia/>
3. Интернет-журнал о дизайне и архитектуре «BERLOGOS» – Режим доступа: <http://www.berlogos.ru/article/sejsmostojkie-tehnologii-mira/>
4. Кириков, Б.А. Сейсмостойкость древних сооружений / Б. А. Кириков; Отв. ред. Я. М. Айзенберг; Рос. акад. наук, Междувед. совет по сейсмологии и сейсмостойк. стр-ву. - Москва : Наука, 1992. - 136 с. : ил.; 21 см.; ISBN 5-02-002256-X : Б. ц.
5. Под ред. Сюй Пэйфу Проектирование современных высотных зданий / [Сюй Пэйфу и др.]; [пер. с кит. Жэнь Фэй и Сунь Цзэнью под ред. В. И. Колчунова и др.]. - Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2008. - 467, [1] с. : ил., табл.; 24 см.; ISBN 978-5-93093-587-5
6. Travel Ask/ журнал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://travelask.ru/blog/posts/12937-genii-inzhenernoy-mysli-kak-yapontsam-udaetsya-stroit-seysmo>
7. Аругюнян А.Р. Современные методы сейсмоизоляции зданий и сооружений // Magazine of Civil Engineering. 2010. №3.

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-seysmoizolyatsii-zdaniy-i-sooruzheniy>

8. М.А. Выхребенцева, Ву Ле Куен Методы сейсмогашения и сейсмо-изоляция с применением специальных устройств // Инженерный вест-ник Дона, №1 (2019) ФГБОУ ВО «Донской государственной техниче-ский университет» (ДГТУ)

9. PlanRadar/Платформа для строительства, управления строительными объектами и недвижимостью [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.planradar.com/ru/sejsmostojkost-zdaniy-sovremennye-tekhnologii-vs-zemletryasenij/>

10. Литвинова Э.В., Литвинов Б.А. Инновационные системы сейсмозащи-ты зданий и сооружений за рубежом // Строительство и техногенная безопасность. 2013. №47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-sistemy-seysmozaschity-zdaniy-i-sooruzheniy-za-rubezhom>

11. Бержинская Л. П. Сейсмический риск урбанизированных территорий : учебное по-сobie; Министерство науки и высшего образования РФ, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Институт земной коры СО РАН. - Ир-кутск : Издательство Иркутского национального исследовательского технического университета, 2020. - 132 с. : ил., табл.; ISBN 978-5-8038-1554-9 : 300 экз.

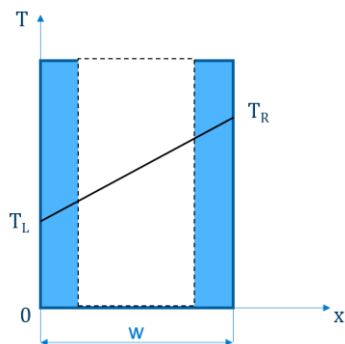
12. Алипур М., Гусман Курай Ф.Р., Абу Махадиди М.И. Система сейсмиче-ской изоляции и сейсмические демпферы // Системные технологии. 2019. №2 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-seysmicheskoy-izolyatsii-i-seysmicheskie-dempfery>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ СТЕНЫ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕННОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*Голыбин А.А., Сас С.Е., студенты 1 курса 11 группы ИПГС
Научный руководитель – Роцин Д.Е., преп.*

В любую ненастную погоду все мы желаем вернуться как можно скорее в наши теплые дома и квартиры, стены которых оградят нас от сильного ветра или атмосферных осадков в виде дождя или снега. Кроме того, они способны противодействовать проникновению холода благодаря своему сопротивлению теплопередаче. В нашей научной работе мы задались вопросом: а что произойдёт, если внезапно будет отключено отопление в здании? Сколько времени будет у нас на устранение неполадок в отопительной системе или принятия решения об эвакуации людей в безопасное место? Это чрезвычайно важно для нашей страны с её северными и сибирскими регионами.

В данной научной работе рассматривалась стена толщиной $w=595\text{мм}$ [1] (рис.1). На внешней стороне которой поддерживается температура T_L , а внутренняя сторона имеет в начальный момент времени температуру T_R и эта температура может снижаться в следствии теплообмена с окружающей средой.


Рисунок 7. Профиль стены

Высота стены при этом намного больше её толщины, значит, все изменения в ней происходят в направлении, нормальном к поверхности стены (назовём это направление x).

Выше представленная стена состоит из трёх слоев: оцинкованной стали, пенополиуретана и снова оцинкованной стали. Эти материалы имеют различные коэффициенты теплопроводности. Он был рассчитан для каждого из них отдельно по формуле: $\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot C}$, где λ – коэффициент теплопроводности материала [Вт/м·К], ρ – плотность материала [кг/м³] и C – удельная теплоемкость материала [Дж/кг·К]. Данные, с помощью которых были рассчитаны коэффициенты теплопроводности, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Теплофизические параметры материалов стены

Материал	λ , Вт/(м·К)	ρ , кг/м ³	C , Дж/кг·К	α , м ² /с
Оцинкованная сталь	100 ^[2]	7850 ^[3]	460 ^[4]	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Пенополиуретан	0.025 ^[5]	31.61 ^[6]	1470 ^[5]	$4,9 \cdot 10^{-7}$

Поскольку у выше перечисленных материалов различные значения α , следовательно, этот коэффициент зависит от толщины стены (рис.2). График наглядно демонстрирует значительную разницу теплопроводных свойств стали и пенополиуретана. Достигая толщины стены 223мм, график резко уходит вниз, но как только толщина составляет 373мм, он возвращается вверх.

В случае переменного коэффициента теплопроводности профиль температуры внутри стены подчиняется уравнению:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[a(x) \frac{\partial T}{\partial x} \right] \quad (1)$$

При этом были заданы граничные и начальные условия:

$$T(0, t) = T_L \quad (2)$$

$$T(x, 0) = T_L + \frac{T_R - T_L}{w} x \quad (3)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x}(w, t) = 0 \quad (4)$$

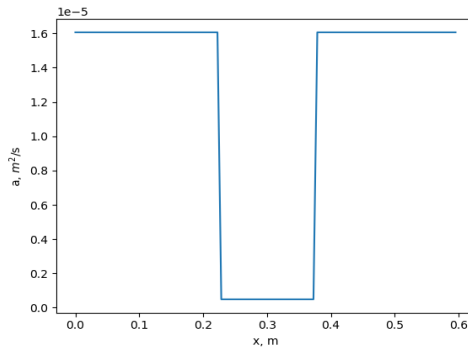


Рисунок 2. Профиль коэффициента температуропроводности вдоль толщины стены

Уравнение было решено численно с помощью библиотеки FiPy [7] для языка Python, в которой реализован метод конечных объемов. В конечном итоге, получено нестационарное распределение температуры в сэндвич-панели (рис.3).

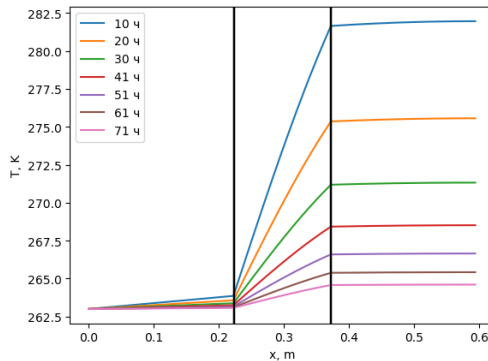


Рисунок 3. Профиль температуры внутри стены при $T_L = -10^\circ\text{C}$

Полученный профиль распределения температуры внутри стены с течением времени показывает, что температура внешнего слоя быстро выравнивается вдоль стены, после чего падение температуры обуславливается медленным снижением температуры в слое изоляционного материала. Кроме того, в процессе решения уравнения теплопроводности была получена зависимость температуры внутренней стены от времени (рис.4).

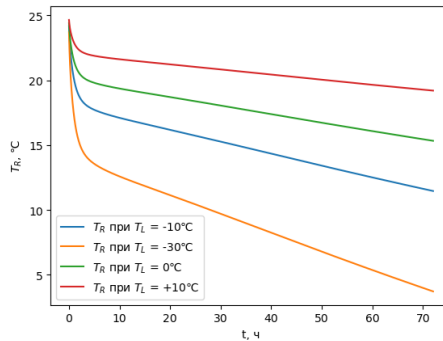


Рисунок 4. Зависимость температуры внутренней стены от времени

С помощью графиков можно сделать вывод, что наиболее сильное изменение температуры наблюдаются в том случае, когда $T_L = -30^\circ\text{C}$, наименьшее же – при $T_L = +10^\circ\text{C}$. Кроме того, заметно, что график имеет два отчётливых линейных участка. Первый соответствует быстрому охлаждению оцинкованной стали, второй – медленному охлаждению заполнителя, в роли которого выступает пенополиуретан.

В результате проделанной работы было получено нестационарное распределение температуры в сэндвич-панели, которое наглядно демонстрирует зависимость теплопроводных свойств строительной конструкции, в нашем случае стены, от материалов, из которых она состоит. Кроме того, полученные результаты могут быть использованы при прогнозировании чрезвычайных ситуаций, в которых здания оказываются экстренно отключены от электроснабжения.

Библиографический список

- ГОСТ Р 59684-2021 «Сэндвич-панели стальные поэлементной сборки. Технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 15.09.2021 года № 968-ст).
- Сайт «Металл» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stal-kom.ru/koeffitsiyent-teploprovodnosti-stal-nogo-otsinkovannogo-lista/>, свободный.
- Сайт «Металл» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stal-kom.ru/plotnost-otsinkovannogo-metalla-kg-m3/>, свободный.
- Сайт «Металл» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stal-kom.ru/udel-naya-teployemkost-otsinkovannoy-stali/>, свободный.
- Pau D. S., Fleischmann C. M., Spearpoint M. J., Li K. Y. Thermophysical properties of polyurethane foams and their melts // Fire and Materials. 2014. №38 (4). pp. 433-450. DOI: 10.1002/fam.2188.
- Sharaf, T., Shawkat, W., Fam, A. Structural Performance of Sandwich Wall Panels with Different Foam Core Densities in One-way Bending // Journal of Composite Materials. 2010. №44 (19). pp. 2249–2263. DOI: [10.1177/0021998310369577](https://doi.org/10.1177/0021998310369577)

7. Guyer J. E., Wheeler D., Warren J. A. FiPy: Partial Differential Equations with Python // Computing in Science & Engineering. 2009. № 11 (3). pp. 6-15. DOI: 10.1109/MCSE.2009.52

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В СЛОЕ ТЕРМИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА

*Коннов А.М., Еловских К.Д. - студенты 1 курса 11 группы ИПГС
Научный руководитель – Роцин Д.Е., преп.*

Широкое производство и применение материалов со сложной структурой побудило к обширным исследованиям их свойств, в том числе теплофизических. В связи с этим актуальной является задача о распространении тепла и теплопроводимостью в неоднородных средах.

В этой статье мы представляем исследование, посвященное распределению температуры в слое термически неоднородного материала. Неравномерное распределение температуры в слоях материала может быть обусловлено различной пористостью материала в разных его участках [1], разной степенью воздействия влаги на разные участки материала [2], производством материала из сырья разных производителей (из-за этого имеющих разную теплопроводность), влиянием солей на разные части материала [3]. Все эти факторы влияют на коэффициент температуропроводности.

Рассмотрим стену ширины w , состоящую из произвольного материала, на краях которой поддерживаются постоянные температуры T_1 при $x = 0$ и T_2 при $x = w$. Распространение тепла в каждом слое этого материала в одномерном случае описывается [4] дифференциальным уравнением теплопроводности (1):

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[a(x) \frac{\partial T}{\partial x} \right] \quad (1)$$

Где T – абсолютная температура,

a – коэффициент температуропроводности,

t – время.

Ради удобства при аналитическом решении этого уравнения, проведем обезразмеривание всех величин на следующие отчетные единицы: $T_0 = T_1$, $t_0 = \frac{w^2}{a_0}$, $x_0 = w$, где a_0 – некоторый произвольный коэффициент температуропроводности. Тогда безразмерные переменные будут выглядеть следующим образом: $\tilde{T} = \frac{T}{T_1}$; $\tilde{t} = \frac{t a_0}{w^2}$; $\tilde{x} = \frac{x}{w}$. После подстановки уравнение в безразмерных переменных будет иметь вид (2):

$$\frac{\partial \tilde{T}}{\partial \tilde{t}} = \frac{\partial}{\partial \tilde{x}} \left[\frac{a(x)}{a_0} \frac{\partial \tilde{T}}{\partial \tilde{x}} \right] \quad (2)$$

Учитывая, что на концах стены поддерживается постоянная разность температур, случай можно считать стационарным, тогда $\frac{\partial \tilde{T}}{\partial \tilde{t}} = 0$ и уравнение (2) можно представить в виде (3), допуская аналитическое решение:

$$\frac{\partial}{\partial \tilde{x}} \left[\frac{a(x)}{a_0} \frac{\partial \tilde{T}}{\partial \tilde{x}} \right] = 0 \quad (3)$$

После интегрирования уравнения (3) получим общее решение в виде (4):

$$\tilde{T} = C_1 \int \frac{d\tilde{x}}{\tilde{a}(\tilde{x})} - C_2 \quad (4)$$

Где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования, а $\tilde{a}(\tilde{x}) = \frac{a(x)}{a_0}$. Было взято 3 произвольных зависимости $a(x)$: 1) $a(x) = a_0 e^{b\frac{x}{w}}$, 2) $a(x) = a_0(1 + b\frac{x}{w})$, 3) $a(x) = a_0[1 + b(\frac{x}{w})^2]$, где b – некоторый произвольный коэффициент.

Подставим эти функции в аналитическое решение уравнения (3) и решим полученные уравнения. Результат вычислений представлен в таблице 1.

Таблица 1. Вид распределения температуры вдоль слоя для различных зависимостей коэффициента теплопроводности от координаты

№	$a(x)$	\tilde{T}
1	$a_0 e^{b\frac{x}{w}}$	$\frac{(\frac{T_2}{T_1} - 1)(1 - e^{bx})}{e^{b(x-1)}(1 - e^b)} + 1$
2	$a_0(1 + b\frac{x}{w})$	$(\frac{T_2}{T_1} - 1) \frac{\ln(1 + bx)}{\ln(1 + b)} + 1$
3	$a_0[1 + b(\frac{x}{w})^2]$	$(\frac{T_2}{T_1} - 1) \frac{\arctg(x\sqrt{b})}{\arctg(\sqrt{b})} + 1$

Полученные зависимости отражены на графиках при различных значениях параметра b , определяющего, насколько резко изменяется теплопроводность вдоль толщины слоя.

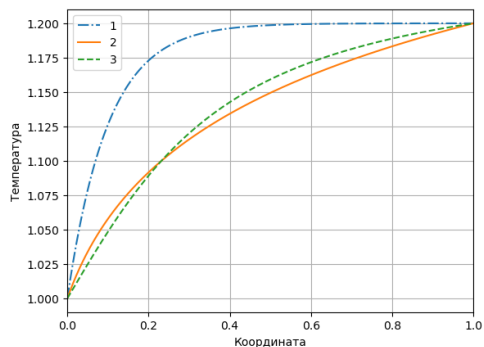


Рисунок 1. Зависимость температуры от координаты при $b=10$. Номера кривых соответствуют номерам в таблице 1.

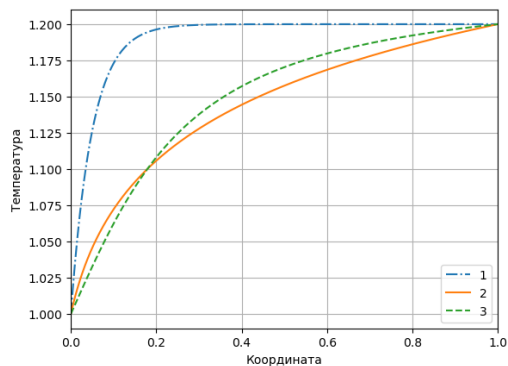


Рисунок 2. Зависимость температуры от координаты при $b=20$. Номера кривых соответствуют номерам в таблице 1.

На полученных графиках наглядно видно, что экспоненциальная зависимость быстро выходит на плато, в то время как другие две зависимости плавно достигают конечной точки. Также, сравнивая первый и второй графики, можно сделать вывод, что для случаев, когда коэффициент b больше, график возрастает быстрее.

Также с помощью полученных зависимостей были построены графики термических напряжений (рис. 3 и 4). Использовалась следующая формула термического напряжения[5]: $\sigma = \frac{Ea\Delta T}{1-\nu}$, где E – модуль Юнга, a – коэффициент термического напряжения, ν – коэффициент Пуассона, ΔT – разность температур в соседних точках.

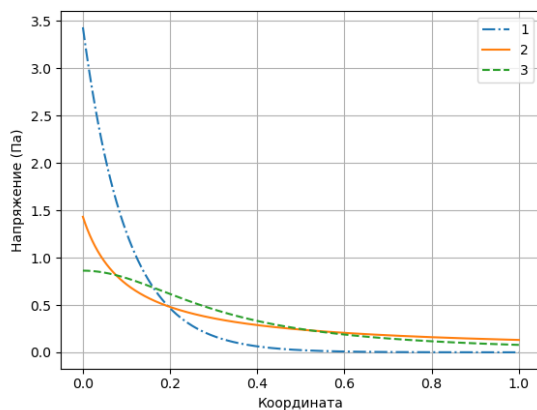


Рисунок 3. Зависимость термического напряжения от координаты при $b=10$.
Номера кривых соответствуют номерам в таблице 1.

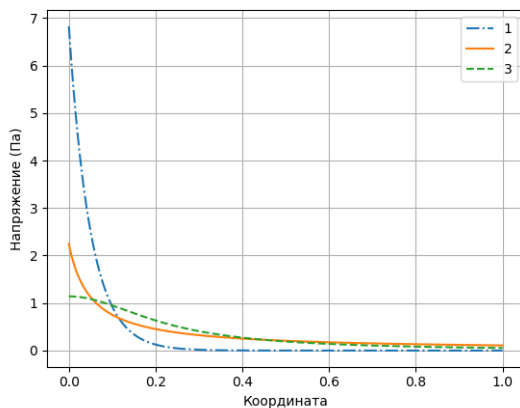


Рисунок 4. Зависимость термического напряжения от координаты при $b=20$

Графики показывают, что напряжение для экспоненциальной зависимости значительно больше, чем у других двух зависимостей, а при увеличении коэффициента b напряжение начинает стремительно возрастать.

В данной исследовательской статье были рассмотрены задачи распределения температуры и термических напряжений в термически неоднородной среде, определена явная форма аналитических решений для фиксированных граничных температур. Было решено дифференциальное уравнение теплопроводности в стационарном случае. Построены графики распределения температуры в слое термически неоднородного материала и термических напряжений в таком слое. Впоследствии было установлено, что для экспоненциальной зависимости температура быстрее выходит на плато относительно координаты. Для логарифмической зависимости температура

поднимается наиболее плавно. При этом наибольшее термическое напряжение испытывает материал, у которого зависимость $a(x)$ является экспоненциальной. Материал с квадратичной зависимостью испытывает наименьшее термическое напряжение. Полученные результаты могут быть применены для расчета свойств инновационных материалов для их дальнейшего производства. Такие неоднородные материалы могут быть применены в случаях, когда температура некоторых областей стены должна отличаться от остальных ее областей.

Библиографический список

1. Аниканова Т.В., Рахимбаев Ш.М., Кафтаева М.В. Влияние формы и расположения пустот и пор на коэффициент теплопроводности стеновых ограждающих конструкций зданий. // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. - №5.
2. Куприянов В.Н., Юзмухаметов А.М., Сафин И.Ш. Влияние влаги на теплопроводность стеновых материалов. // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2017. № 1. С. 103-104.
3. Ерофеев В.Т., Ельчищева Т.Ф. Изменение влажности и теплопроводности строительных материалов при наличии в их составе солей. // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2020. № 3. С. 20-25.
4. Савельев И.В. Курс общей физики, том I. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика, 1987. С.403.
5. Алиханов А.М., Вочвар А.А., Векслер В.М., Термические напряжения в реакторных конструкциях. // *Атомная энергия*, том 8, №2. 1960. С.103.

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ МАХОВОГО КОЛЕСА

*Сас С.Е., студент 1 курса 11 группы ИПГС
Научный руководитель – Роцин Д.Е., преп.*

При изучении механики в курсе общей физики, одним из центральных понятий оказывается момент инерции твердого тела [1]. На кафедре Общей и Прикладной физики есть лабораторная работа под названием «Определение момента инерции махового колеса», в которой исполнителю предлагается, после выполнения эксперимента, определить момент инерции и рассчитать величину абсолютной погрешности момента инерции. В ходе выполнения работы необходимо закрепить груз на фиксированной начальной высоте h , и с помощью электронного прибора измерить высоту подъема груза после прохождения нижней точки траектории и время падения груза.

Прибегая к методическим материалам [2], можно получить формулу для определения момента инерции (1).

$$I = mr^2 \left(\frac{ght^2}{h_0(h_0+h)} - 1 \right) \quad (1)$$

Здесь I - момент инерции,

m - масса груза,
 h_0 - начальная высота груза,
 h - высота подъема,
 r - радиус шкива,
 t - время падения груза.

Мы задались вопросом, а какая относительная погрешность является минимально достижимой? Для того чтобы ответить на этот вопрос мы выполнили следующие действия.

В первую очередь были собраны данные для проведения дальнейших расчетов: измерено по 15 значений высоты подъема груза (h) и времени (t) падения для 10 значений начальной высоты h_0 .

В дальнейшем, используя полученные результаты прямых измерений, по формуле (2) была посчитана средняя квадратичная погрешность величин h и t .

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^N (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}} \quad (2)$$

Здесь N – число проведенных измерений. После чего, полученные результаты были нанесены на один график с приборными погрешностями (рис. 1, рис. 2), благодаря чему нам стало ясно, что для дальнейшего анализа необходимо использовать именно систематическую погрешность прибора.

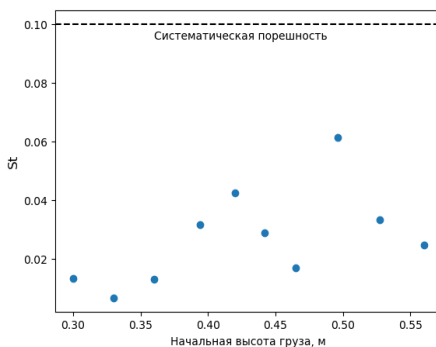


Рисунок 1. Сравнение среднеквадратичной погрешности времени падения груза с систематической погрешностью

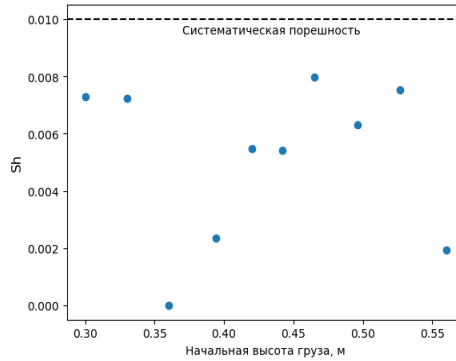


Рисунок 2. Сравнение среднеквадратичной погрешности высоты подъема груза с систематической погрешностью

Следующим шагом стало нахождение абсолютной погрешности момента инерции [4]. Воспользовавшись формулой (3), мы смогли получить значение ΔI для каждой начальной высоты.

$$\Delta I = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial I}{\partial x_i}\right)^2 \Delta x_i^2} \quad (3)$$

где x_i – набор параметров, по которым берутся частные производные (масса груза m , начальная высота h_0 , высота подъема h , радиус шкива r , время падения груза t), а Δx_i – систематические погрешность измеряемых величин. Далее, была посчитана относительная погрешность ε момента инерции (4).

$$\varepsilon = \frac{\Delta I}{I} \quad (4)$$

Построив зависимость относительной погрешности от начальной высоты груза (рис. 3), мы обнаружили, что явленная картина похожа на гиперболическую функцию, поэтому было принято решение провести аппроксимацию методом наименьших квадратов (МНК) [3].

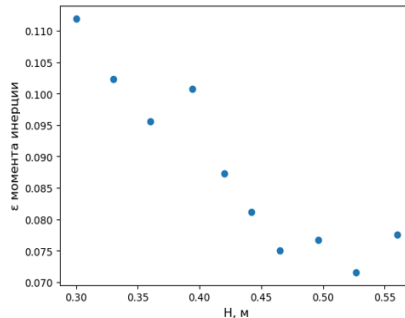


Рисунок 3. Графическое представление зависимости относительной погрешности момента инерции от высоты подъема груза до аппроксимации

Предполагаемая функция - $\varepsilon = a + \frac{b}{h}$. В методе наименьших квадратов строится и минимизируется функция, представляющая из себя сумму квадратов отклонений экспериментальных точек от предполагаемой кривой. В нашем случае такая функция имеет вид:

$$F(a, b) = \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - (a + b/h_i))^2 \quad (5)$$

Для минимизации функции (5) необходимо, чтобы обращались в ноль обе ее производные по параметрам: $\frac{\partial F}{\partial a} = 0, \frac{\partial F}{\partial b} = 0$. После взятия производных и решения системы относительно a и b , мы получили формулы (6), (7) и значения для коэффициентов a и b , а также смогли построить интересующий нас график функции (рис. 4).

$$a = \frac{\sum \varepsilon_i \sum \left(\frac{1}{h_i}\right)^2 - \sum \frac{1}{h_i} \sum \frac{\varepsilon_i}{h_i}}{n \sum \left(\frac{1}{h_i}\right)^2 - \left(\sum \frac{1}{h_i}\right)^2} \quad (6)$$

$$b = \frac{n \sum \frac{\varepsilon_i}{h_i} - \sum \frac{1}{h_i} \sum \varepsilon_i}{n \sum \left(\frac{1}{h_i}\right)^2 - \left(\sum \frac{1}{h_i}\right)^2} \quad (7)$$

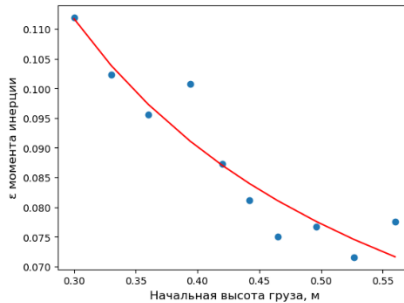


Рисунок 4. Зависимости относительной погрешности момента инерции от высоты подъема груза после аппроксимации при значениях коэффициентов $a = 0.0254, b = 0.0259$ м

Стоит отметить, что при увеличении начальной высоты h , член $\frac{b}{h}$ будет стремиться к нулю, и тогда относительная погрешность будет стремиться к значению параметра a , что и будет являться теоретически минимальной возможной относительной погрешностью во всем эксперименте.

Также выявленная зависимость позволяет узнать необходимые начальные условия эксперимента (начальную высоту груза h), для получения результата с желаемой погрешностью. Вся обработка полученных результатов, расчеты и построений представленных графиков

проводились с помощью языка программирования Python и библиотек NumPy [5] и Matplotlib [6].

Библиографический список

1. Савельев И.В. Курс общей физики, том I. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика, 2008. С. 140.
2. Кашинцева В.Л., Леонова Д.А., Марценюк Н.О. Физика. Лабораторный практикум. Методические указания к выполнению лабораторных работ по физике. – НИУ МГСУ, 2021. С. 23 – 25.
3. Махсуд Тулкин Ўғли Усмонов. Метод наименьших квадратов. – Ташкентский университет информационных технологий, 2021. С. 2 – 8.
4. Ларионов А.Н., Чернышёв В.В., Ларионова Н.Н. Погрешности измерения физических величин. Учебное пособие для вузов. – Воронежский государственный университет, 2009. С. 18 – 19.
5. [Charles R. Harris](#), et. al.. Array programming with NumPy // Nature. 2020. №585. pp. 357-362. DOI: 10.1038/s41586-020-2649-2
6. [Paul E. Barrett](#), [J. Hunter](#), [J.T. Miller](#), [J.-C. Hsu](#), [P. Greenfield](#). matplotlib -- A Portable Python Plotting Package // Astronomical Data Analysis Software and Systems XIV ASP Conference Series. 2005. №347. pp.91-95.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОЯРКОСТНЫХ КОНТРАСТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Хромов П.С., Ярков М.В., студенты 1 курса 3 группы ИГЭС

Научный руководитель – Гаврилин С.Н., к.ф.-м.н., преп.; Менья Ш., к.т.н., преп.

Рассмотрена возможность дистанционного обнаружения контрастов радиоярких температур на поверхности воды на длине волны 8мм. Показано, что существует возможность обнаружения тепловых аномалий гидрообъектов, а также загрязнения их поверхности, по разнице радиоярких температур.

Для многих практических строительных задач важно быстрое обнаружение и своевременное решение возможных экологических проблем. Средством контроля состояния окружающей среды является, в том числе, дистанционное зондирование объектов строительной отрасли и территорий, их окружающих. В настоящей работе рассмотрена возможность обнаружения тепловых аномалий гидрообъектов, а также загрязнения их поверхности, по разнице радиоярких температур на волнах миллиметрового диапазона.

Сохранение и поддержание устойчивого состояния экологических систем является важнейшей задачей. Обнаружение тепловых аномалий на поверхности водоемов методами дистанционного контроля может использоваться для поиска выхода термальных вод на поверхность, для

обнаружения и расчёта направления и скорости распространения загрязнённых стоков, определения размера и формы пятна загрязнения при разливе нефтепродуктов или других веществ по поверхности водоёма.

Немаловажную роль играет тот факт, что метод дистанционного определения радиоярких контрастов является пассивным, то есть аппаратура работает в качестве приемника, фиксируя собственное тепловое излучение среды. При этом не требуются дополнительные источники излучения.

Целью работы является рассмотрение возможности дистанционного определения температурных аномалий по радиоярким контрастам. Интенсивность собственного теплового излучения среды характеризуется радиояркой температурой, которая зависит, в том числе, от термодинамической температуры и отражательной способности среды [1,2]. Появление температурных градиентов и дополнительных слоёв на водной поверхности приводит к изменению этих характеристик и, как следствие, к изменению радиояркой температуры и возникновению радиоярких контрастов.

Радиояркий контраст определяется как разность радиоярких температур одного участка поверхности относительно другого[2].

$$\Delta T_{я} = T_{я1} - T_{я2} ,$$

где $T_{я1}$ и $T_{я2}$ - радиояркие температуры контрольного (1) и исследуемого (2) участков поверхности воды. При повышении температуры воды её радиояркая температура увеличивается существенно-нелинейным образом [3,4]. Это даёт возможность уверенного обнаружения температурных «пятен» [5] поверхности в широком диапазоне температур. На рис.1 представлена зависимость радиояркой температуры от её термодинамической температуры.

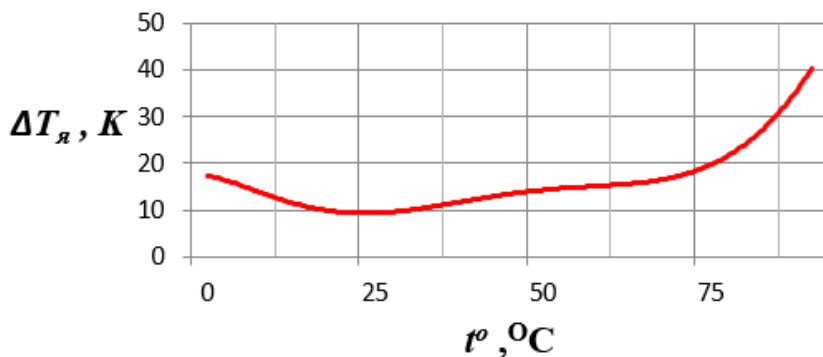


Рисунок 1. Зависимость радиояркой температуры $\Delta T_{я}$ от термодинамической температуры t° .

Таким образом, при дистанционном измерении радиоярких температур можно обнаружить радиояркие контрасты водной поверхности. Метод теоретически и экспериментально обоснован и дает возможность дистанционного измерения радиоярких температур воды. Методика дистанционного измерения радиоярких температур имеет широкий спектр практического применения и может являться средством контроля экологического состояния гидрообъектов.

Библиографический список

1. Ray P.S. Broadband complex refractive indices of ice and water // Applied Optics. 1972. V.11. pp. 1836-1844.
2. Stogryn A. Equations for Calculating the Dielectric Constant of Saline Water // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. 1971. V.19 (8). pp. 733-736.
3. Гаврилин С.Н. Нелинейная зависимость радиояркой температуры воды от кинетической температуры в гигагерцовом диапазоне частот. // Инженерный вестник Дона. 2023. №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8161.
4. Гаврилин С.Н. Радиационно-температурная зависимость воды на миллиметровых длинах волн. // Инженерный вестник Дона. 2023. №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8145.
5. Dietlein Ch., Popović Z., Grossman E. Aqueous blackbody calibration source for millimeter-wave/terahertz metrology// Applied Optics. 2008. V.47. pp. 5604-5615.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТОВ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Частова В.Ю., студент 2 курса 4 группы ИГЭС

Бурмистрова Т.И., студент магистратуры 1 курса 3 группы ИИПС

Научные руководители – старший преподаватель Д. А. Леонова, канд. хим. наук, доц. М. И. Панфилова

В рамках настоящей работы рассмотрено влияние соединений алюминия и цинка на прочностные свойства строительных материалов. Данные материалы проверяем на прочность, пластичность, стойкость к коррозии. Определили, что добавки соединений алюминия и цинка способствуют улучшению прочностных характеристик строительных материалов.

В современном индустриальном мире, развитие науки и техники, появление новых промышленных отраслей увеличивают требования к строительным материалам. На сегодняшний день, необходимо, чтобы они были твердыми, прочными, пластичными, износостойкими, стойкими к коррозии и морозостойкими. Существует необходимость изобретения эффективного теплоизоляционного сырья передового поколения, из-за растущих притязаний к теплозащите помещений от температурных воздействий, ветра, влаги, шума, радиации и т.п., наращиванию удобства строений и быстрым ростом цен на энерготеплоносители.

Релаксация внутренних напряжений, образующихся вследствие влияния изнутри и извне, является одной из главных особенностей строительных материалов. В критериях растущего числа переходов через ноль и увеличенной влажности, стало необходимо исследование качества строительных материалов, имеющих большую прочность и антимикробное воздействие. Тем более важны эти свойства при строительстве высотных домов, с подземной многоуровневой стоянкой.

Для уменьшения коррозии, можно применить метод наращивания плотности стройматериалов, и, вследствие чего, произвести увеличение прочности на сжатие. Увеличения прочности можно достичь после прибавления конкретных компонентов или же преобразующих добавок в раствор цемента. В качестве такой модифицирующей добавки в работе воспользовались гидрозольным соединением Al_2O_3ZnO [1].

Средняя прочность сжатия эталонных образцов составила 18,9 МПа. Возраст образцов составлял два дня, эксперимент проводился при нормальных условиях твердения. Средняя масса образцов составила 18,4 г.

Далее для опыта были взяты образцы, модифицированные гидрозолем. Возраст так же составлял два дня, эксперимент проводился при нормальных условиях. Средняя масса образцов составила 578 г. Средняя прочность сжатия усовершенствованного образца составила 23,2 МПа.

Можно сделать вывод, что благодаря добавке, прочность образцов увеличилась на 23%.

Далее проводили испытания на противомикробную активность. Они проводились в не отапливаемой подземной галерее, уходящей на 5 метров под землю. Бетон, модифицированный гидрозолем, был использован в качестве добавки при реконструкции этой галереи. За 2 года эксплуатации, плесень и грибок не появились.



Рисунок 1. Изменение состояния бетона за 2 года: а) не модифицированного гидрозолем; б) модифицированного гидрозолем.

Это означает, что изучаемая нами система - добавка улучшает надежность и сопротивление агрессивным факторам.

Для увеличения механических характеристик композитов используются такие укрепленные материалы, как нанотрубки, во многом благодаря способности нанотрубок к трансформации. Способность увеличивать прочность и модуль упругости цементного камня присуща углеродным нанотрубкам.

В наше время, нашли применение наноалюмосиликаты, предназначенные для той же цели, что и УНТ - укреплять. Аллюмосиликатные нанотрубки добываются из галлаузита. В его составе находится гидросиликат алюминия $Al_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot nH_2O$, так же как и калонит.

Существуют композиционные материалы современного поколения $Al_2O_3 - ZrB_2$ с добавлением 30% карбида кремния[2]. Показания рентгенофазового анализа выявили, что фазовый состав сохраняется при прессовании композитов $Al_2O_3 - ZrB_2(SiC)$, огнем, первоначальный. Твердость и вязкость линейно растут с наращиванием температуры огня при прессовании.

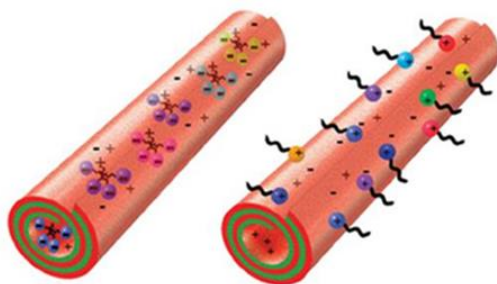


Рисунок 2. Химические свойства поверхностей галлаузитовых нанотрубок

Подходящее сочетание механических качеств зарекомендовал состав $80Al_2O_3 - 20ZrB_2(SiC)$, его твердость и вязкость разрушения составили 19.1 ГПа и 5,5 МПа*м^{1/2}. Уменьшение принадлежащей энергии, показал тест устройств упрочнения. Это практически останавливает трескание и наращивает вязкость разрушения композита в целом (рис. 3).

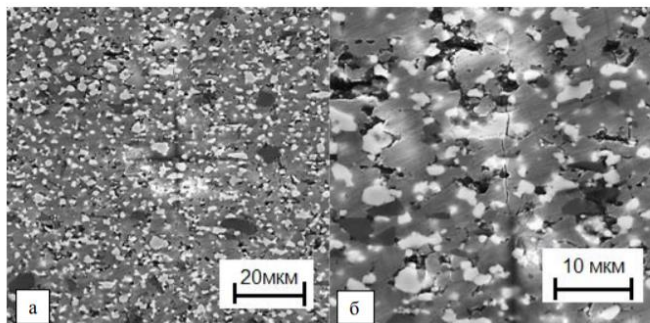


Рисунок 3. Типичные изображения структуры композита $80\text{Al}_2\text{O}_3 - 20\text{ZrB}_2(\text{SiC})$ шлиф – отпечаток пирамиды Викерса (а), характер движения трещины из угла отпечатка (б).

Пеногазобетон состоит из полидисперсных пор и не подвержен ни осадочным, ни усадочным деформациям. [4]. Чтобы получить такой пеногазобетон, необходимо выполнить обязательное условие, то есть применить звенья, которые будут работать в совокупной системе друг с другом.

А как добиться этого условия? Для ответа на поставленный вопрос создана структура всеохватывающего порообразователя. Для его пенообразования применялся «Пеностром», выделяющийся низкой ценой и устойчивыми чертами. Газ вырабатывается активированным нанодисперсным алюминием пастообразным (2Б-НДГ), который убран в каркас полиэтиленгликоля. Тест всевозможных компаний, производящих газовырабатыватели, обнаружил, что обычно используемые для добычи газобетонов порообразователи, владеют скачкообразным выделением газа, из-за чего образуются рваные поры в ПЗБ. Нанодисперсный алюминий отличается от них размерным и долгим ходом реакции без существенно выделенных экстремумов (рис. 4).

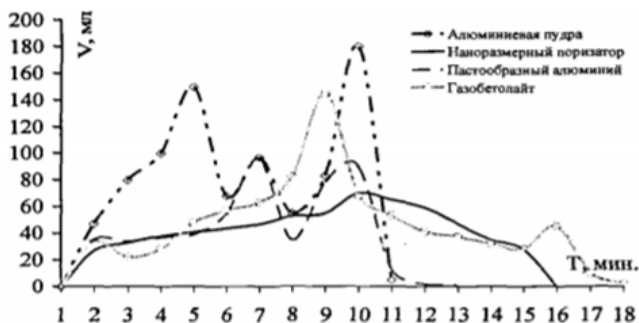


Рисунок 4. Кинетика газовыделения поризующих веществ различного типа

Частицы конкретных размеров доминируют в случае классических газообразователей. НДГ отличается полидисперсностью агрегатов алюминия. За 15 минут газообразователь 2D-НДГ выделил газ более стабильно (рис. 5).

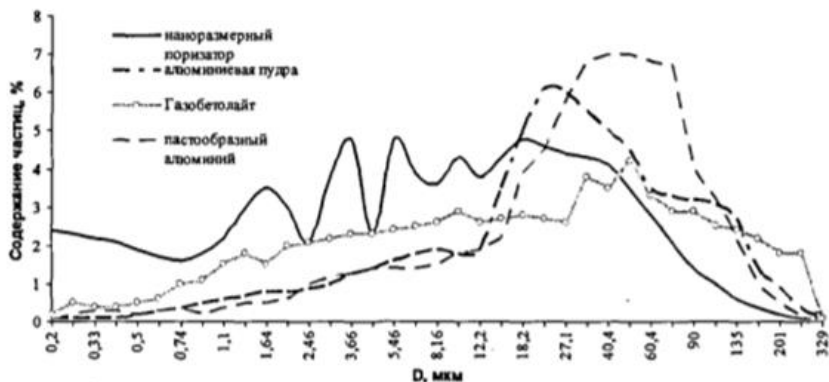


Рисунок 5. Распределение частиц по размерам гаообразователях

Модифицирование строительных материалов соединениями алюминия и цинка позволяют нам создать инновационные материалы и на их основе могут возводить концепты домов будущего, в которых уровень комфорта жизнедеятельности будет на голову выше современных домов.

Библиографический список

1. Марченко И. Н. Синтез и коллоидно-химические свойства гидрозолей бемита и смешанных дисперсий $AlOOH-ZnO$: дис. ... канд. тех. наук: 02.00.11 / Баранов Иван Николаевич; Москва. гос. ун-т. - РХТУ имени Д. И. Менделеева, 2017. – 95 с.
2. Грикова, А.А. Композиционные материалы нового поколения $Al_2O_3-ZrB_2$ с добавлением 30% карбида кремния [Электронный ресурс] / - Томск: НИУ ТПУ, 2017. – Режим доступа: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/43722/1/conference_tpu-2017-C39_p40-41.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
3. Бухало А.Б. Теплоизоляционный неавтоклавный пеногазобетон с нанодисперсными модификаторами: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.05 / Бухало Анна Борисовна; Белгород. гос. ун-т. - БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – 177 с.
4. Панфилова М.И. Наномодифицированные цементно-бентонитовые композиты / М.И. Панфилова, Н.И. Зубрев, Д.А. Леонова и др. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.- 2015.-№5(27) -С.95-98.
5. Панфилова М. И. Физико-химические свойства вспененных глиноцементных систем: дис... канд. хим. наук. Тверь, 2004. 23 с.
6. Панфилова М. И., Фомина М. В. Вопросы повышения прочностных характеристик с применением инъекционных растворов // Инновационные

технологии в строительстве и подготовке отраслевых инженерных кадров. Смоленск, 2011. С. 314.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Тайчинов Д. Р. Студент первого курса 12 группы ИИГС

Научный руководитель – старший преподаватель Леонова Д. А.

Многие материалы в окружающем нас мире имеют уникальные свойства, что позволяет говорить об их необычности. Так, металлы, обладающие высокой прочностью и пластичностью, могут быть подвержены коррозии, или бетон, имея высокую жесткостью и хрупкостью, прекрасно функционирует на сжатие, но не на растяжение. Все эти знания позволяют нам создавать уникальные материалы, при сочетании, сохраняя полезные свойства одних и компенсируя нежелательные характеристики других [1].

Можно привести в пример всем хорошо известный железобетон, продемонстрированный на (Рис. 1). Он позволяет сооружать конструкции, способные выдерживать большие изгибающие нагрузки, которые категорически противопоказаны исходному бетону.

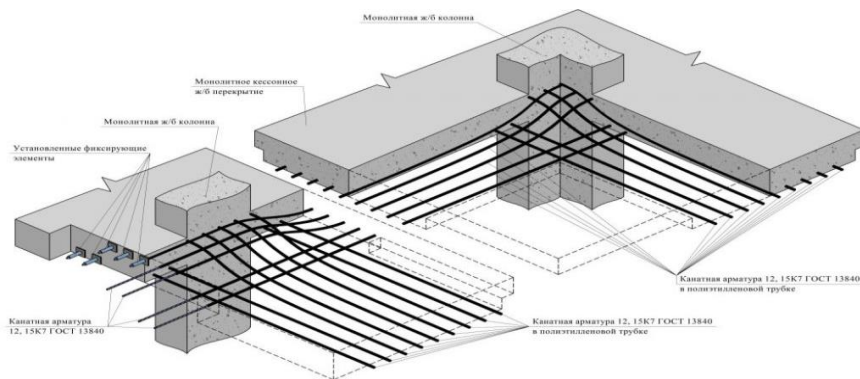


Рисунок 1. Железобетонная конструкция.

В современном строительном мире все чаще используются металлоконструкции для возведения сооружений различного назначения. Строительные здания, склады, речные мосты и т. д. — все это сооружения в основе которых лежат металлоконструкции залитые бетоном [2]. Разнообразные эксплуатационные факторы, такие как: температура, влажность, механическое воздействие, стихийные бедствия, могут повлиять на жизненный цикл любой металлической конструкции. Несмотря на изношенность зданий и сооружений, потребность в усилении или

реконструкции существующих зданий появилась за прошедшее четвертьвека [3].

Объем реконструкции с каждым годом увеличивается. Для ремонта и усиления несущих способностей железобетонных конструкций начал широко использоваться композитный материал из тонких волокон и гибкой матрицы [4]. Примером такого материала служит «Холст FibARM Таре» от российской компании «ЮМАТЕКС Росатом»

Новые технологии от компании «FibARM» при капитальном ремонте, реконструкции, строительстве зданий и сооружений установили новый уровень качества в отличие от традиционно применяемых способов [5].

Преимущества системы внешнего армирования:

- Сокращение временных затрат;
- Сокращение трудовых затрат (отсутствие нужды в привлечении тяжелой техники);
- Возможность исполнения работ без остановки производства или движения транспорта;
- Сокращение расходов на ремонт;
- Увеличение межремонтного периода;
- Не утяжеляет начальную конструкцию;
- Геометрические размеры усиливаемого элемента практически не меняются.

Целью данной работы является в применение композитных волокнисты материалов в строительстве. По требованиям данной работы материалы должны обладать повышенной прочностью, износостойкостью, низкой воспламеняемостью, а также пройти испытания с учетом агрессивного влияния окружающей среды. Исследования проводились на базе Испытательного центра технических средств железнодорожного транспорта (ИЦ ТСЖТ).

Испытания на долговечность холстов FibARM во влажных и агрессивных средах 4 Размеры образцов: холст 20 x T x 250 мм

Система: FibARM Таре 230 / 300 + FibARM Resin 230.

Условия: 5 циклов замораживания-оттаивания (минус 50°С); 5%-ый раствор хлорида натрия.

Испытание показало (таблица 1), что при кратковременном и долговременном замораживании и оттаивании углеродные холсты терпят незначительные изменения в прочности и деформативных характеристиках, что несомненно является большим плюсом данного материала.

Таблица 1. Испытание холста FibARM при минус 50°С

№	№ образца	Разрушающая нагрузка, Н	Прочность, МПа	Средняя Прочность, МПа	Модуль Упругости, ГПа	Средний Модуль упругости, ГПа
Контрольные образцы						

1	1	8326	3614	3321	213	228
	2	7843	3404		216	
	3	8593	3730		225	
	4	7216	3132		243	
	5	7793	3382		234	
	6	7031	3052		224	
	7	6755	2932		242	
Основные образцы после 5 циклов замораживания-оттаивания						
2	1	7789	3381	3197	254	232
	2	7401	3212		226	
	3	7426	3223		240	
	4	7016	3045		214	
	5	7203	3126		223	

Испытания на долговечность железобетонных конструкций, усиленных системой FibARM во влажных и агрессивных средах

Испытание показало (Рис. 2), что при переменчивом замораживание и оттаивание, характеристики такой комбинации приводит не только к значительному увеличению несущей способности материала, но и положительно сказывается на его сопротивляемость к низким температурам. Среднее разрушающее усилие образцов серии «Б» после 4-х циклов попеременного замораживания и оттаивания составило 112,70 кН, что примерно в 2 раза больше разрушающего усилия неусиленного образца 60,7кН.

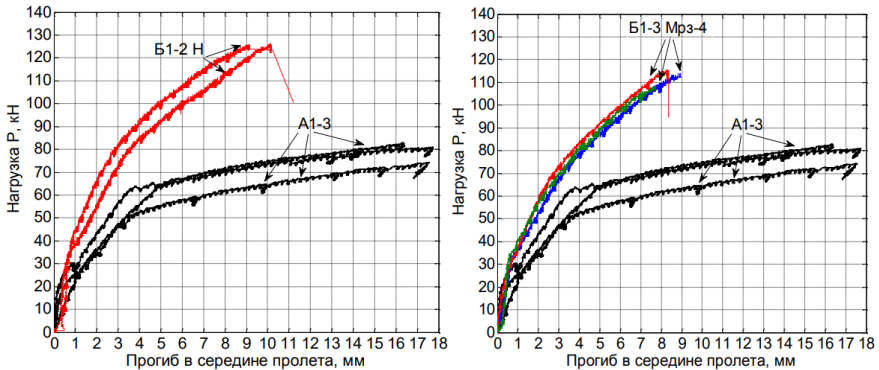


Рисунок 2. Испытание на долговечность.

Стойкость системы FibARM к действию отрицательных и положительных температур (железобетонные конструкции)

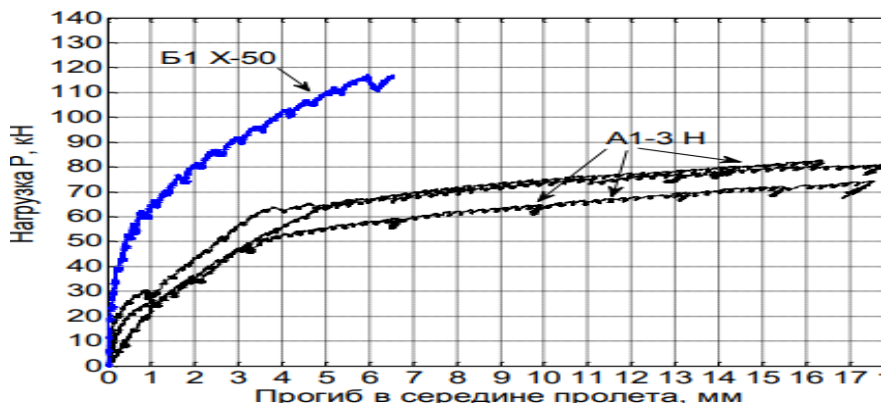


Рисунок 3. Испытание на стойкость

Таблица 2. Проверка системы FibARM на стойкость под действием различных температур

№	Серия	Номер образца	Температура, °С	Р, кН	Р _{ср} , кН	Увеличение несущей способности, %
1	А	1	+15-22	55,45	60,69	100
		2		64,02		
		3		62,59		
2	Б	4	+15-22	125,7	125,3	206,6
		5		124,9		
3	Б	6	+60	111,4	11,4	183,6
4		7	-50	117,3	117,3	193,3

Исходя из данных, полученных из рисунка 3 и зафиксированных на таблице 2, можно сделать вывод, что усиление железобетонных образцов, состоящего из композитного материала на основе углеродистого волокна, положительно сказывается на несущих характеристиках материала. Отрицательная температура влечет собой отслоение композитного материала от железобетонной конструкции с последующим разрушением защитного покрытия арматуры. При температурах выше +20С может происходить разрушение в результате разрыва композитного материала в середине пролета балок от действия изгибающего момента. Из таблицы видно, что при усилении композитными материалами несущие способности железобетонных конструкций значительно увеличиваются (от 184 до 207 %).

Выводы

На основе проделанных исследований можно сделать вывод, что композитные холсты отлично справляются с реконструкцией различных

зданий и сооружений. Увеличение прочности железобетона приводит к тому, что уменьшается угроза разрушения, что в некоторых случаях, сможет сохранить как само здание, так и предотвратить людские потери. Преждевременное разрушение конструкции может нанести экологические вред окружающей среде, поэтому важно, вовремя реконструировать здания.

Библиографический список

1. Ашрабов А.А., Раупов Ч.С. Расчетная модель прочности железобетонных балок с учетом усилий и деформаций среза. Ташкент. Проблемы механики. 2005. № 3. с. 50-55.
2. Овчинников И. И., Чесноков Г. В., Покулаев К. В., Татиев Д. А. Усиление металлических конструкций фиброармированными пластиками. Часть 1 // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. — Выпуск.
3. май-июнь. С. 1–27 СО 34.21.673 Рекомендации по усилению стальных конструкций производственных зданий и сооружений энергопредприятий. «Гипроэнергоремонт» 2010. С. 143
4. А. А. Ш. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами. Стройиздат, 2007. — с.4.
5. Холдингвая компания «Композит», Испытания на долговечность железобетонных конструкций, усиленных системой FibARM.

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ЭКОСИСТЕМУ

*Колобякина А.А., Воронина А.А., студенты 1 курса 9 группы ИПГС
Научный руководитель – Менья Ш., к.т.н., преп., Гаврилин С.Н., к.ф.-
м.н., преп.*

Аннотация

Важнейшими общемировыми проблемами современности являются стабилизация климата и замещение нефти новыми источниками энергии. Они могут быть решены одновременно созданием лазерных космических солнечных электростанций (КСЭС). В статье выявлен характер и масштабы влияния лазерных КСЭС на экологию окружающей среды.

Введение

Вклад тепловых и ядерных электростанций составляет 80 % генерации сегодняшней энергетики (63 % тепловые, 17 % атомные) и имеют КПД преобразования порядка 30. То есть, 70 % энергии сжигаемого топлива (как углеводородного, так и ядерного) рассеивается в окружающей среде. Гидроэлектростанции дают вклад около 18 % и имеют высокий КПД (порядка 90 %) преобразования.

Тепловые электростанции. Использование углеродосодержащего топлива оказывает негативное воздействие на биосферу: выброс большого

количества химических элементов, расход из большого количества кислорода воздуха в процессе сжигания, нагрев окружающей среды [1-3].

Атомные станции (АЭС). Из-за низкого теплового КПД атомные электростанции, интенсивно нагревают окружающую среду, способствуя парниковому эффекту.

Существует также проблема утилизации ядерных отходов и самих отработавших реакторов. К сожалению, случаются аварии, катастрофические последствия которых наносят ущерб, многократно превышающий выгоды от эксплуатации АЭС. Следует учитывать и риски неконтролируемой выработки плутония [2-5].

Гидроэлектростанции (ГЭС). Строительство ГЭС приводит к затоплению больших участков суши, городов и селений, следствием чего является изменение гидрологического режима и климата прилегающих территорий, изменение ландшафтов речных долин. Плотины ГЭС перекрывают пути к местам нереста рыб. Кроме того, стоит отметить, что строительство ГЭС чрезвычайно капиталоемкое и требует специальных условий для строительства, а именно значительный перепад уровня воды.

Лазерные космические солнечные электростанции (КСЭС). Лазерные КСЭС, находясь на орбите, получают и преобразуют солнечную энергию, а затем передают ее с орбиты непосредственно в районы потребления, исключая наземные линии электропередач большой протяженности. При этом минимизируется экологический ущерб, связанный с постройкой КСЭС [6]. Это особо актуально для развития и освоения Арктики и континентального шельфа, где линии электропередач должны проходить через тайгу и тундру по болотам в условиях вечной мерзлоты для снабжения электроэнергией стационарных объектов и транспорта.

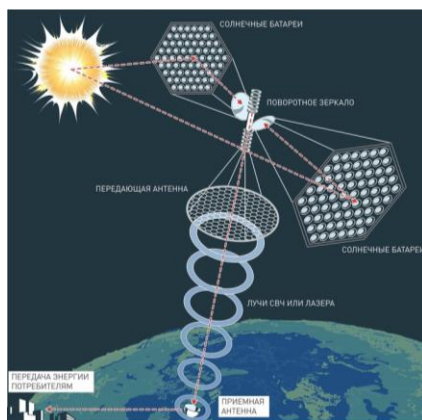


Рисунок 1. Способ передачи энергии от космических солнечных электростанций

Ознакомившись с принципом работы космических солнечных электростанций, мы можем рассмотреть проблему экологического влияния на экосистему различных способов беспроводной передачи энергии от космических солнечных электростанций, а именно посредством сверхвысокочастотного (СВЧ) или инфракрасного (ИК) излучения. На несколько порядков меньшей площадью приема (при трансляции с геостационарной орбиты в СВЧ-диапазоне требуется приемная площадь с характерным размером 15–20 км, в ИК-диапазоне – 40–50 м).

Передача энергии в СВЧ диапазоне характеризуется меньшим влиянием атмосферных аэрозолей и турбулентности. Для ИК-диапазона критичными являются потери на наземных приемных солнечных батареях с КПД 40–60 % и потери в нижних слоях атмосферы в канале диаметром 40–50 м [2-3, 6-7]. Нерешенными задачами являются *локальное просветление атмосферы для уменьшения потерь и использование аэростатного приема* [6-8]. США в течении ряда десятилетий накапливают опыт по воздействию электромагнитного излучения на атмосферу и ионосферу посредством многокилометровых антенных полей в Антарктиде и на Аляске (система НААРР). В ряде других стран, в том числе в РФ, также имеется подобный опыт [6-8].

Заключение

При создании и развитии лазерной солнечной космической энергетики необходимо международное сотрудничество в вопросах, касающихся экосистем, эффективного и устойчивого развития человечества.

Лазерные КСЭС имеют преимущества перед ядерными и тепловыми электростанциями ввиду отсутствия возможных катастрофических последствий аварий и проблем утилизации отходов самих ядерных электростанций, а также ввиду низкого КПД (20–25 %) тепловых электростанций и связанного с ним нагревом окружающей среды.

Применение лазерных КСЭС актуально для развития стационарных объектов и транспорта при освоении Арктики, континентального шельфа с их экстремальным климатом, тайгой и тундрой, болотами и вечной мерзлотой.

Библиографический список

1. Сениюкова А.Д., Слонич К.А. Влияние видов топлива на окружающую среду // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» [Электронный ресурс]. <https://scienceforum.ru/2017/article/2017038780> (дата обращения: 21.03.2023).»
2. Мельников В.М. Центробежные лазерные космические солнечные электростанции // Россия: тенденции и перспективы развития. 2021. №16-1. [Электронный ресурс]: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsentrobezhnye-lazernye-kosmicheskie-solnechnye-elektrostantsii> (дата обращения: 21.03.2023).
3. Мельников В.М., Разумный Ю.Н., Милованов А.Г., Мельников В.П., Комков В.А. Центробежные лазерные космические солнечные

4. электростанции // Идеи и новации. – 2022. – Т. 10, № 1-2. – С. 45–54. DOI: 10.48023/2411-7943_2022_10_1-2_45. [Электронный ресурс]: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49278942> (дата обращения: 29.03.2023).

5. Кожанова Е.Р., Менян Ш. Космические солнечные электростанции как элементы распределённой энергосистемы // Сборник материалов IV международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты». 2021. №IV. [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/kosmicheskie-solnechnye-elektrostantsii-kak-elementy-raspredelionnoy-energosisemy> (дата обращения: 21.03.2023).

6. Сайт Российская газета [Электронный ресурс]. – М.: Российская газета - Федеральный выпуск: №77 (6053) – Режим доступа: <https://rg.ru/amp/2013/04/10/stanzia.html>.

7. Мельников В.М., Мельников В.П. Солнечно-космические решения продовольственной проблемы в мире и России // Экология и Жизнь. Научно-популярный журнал. 2021 – Режим доступа: <http://www.ecolife.ru/zhurnal/articles/52230>.

8. Райкунов Г.Г., Мельников В.М., Милованов А.Г., Менян Ш., Кожанова Е.Р. Локальное просветление атмосферы для наземного приёма лазерного луча от космической солнечной электростанции. Десятый Международный Аэрокосмический Конгресс IAC'2021. МГУ им. М.В. Ломоносова, 26-31 августа 2021г. С.25-26.

9. Менян Ш., Кожанова Е.Р. Возможность создания аэростатных солнечных электростанций. Десятый Международный Аэрокосмический Конгресс IAC'2021. МГУ им. М.В. Ломоносова, 26-31 августа 2021г. С. 28.

УДИВИТЕЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКИ В АРХИТЕКТУРЕ

Каковкин А. Д., студент 1 курса 51 группы ИАГ

Научные руководители - Панфилова М. И., к.х.н., доц., Труханов С.В., к.ф.м.н., доц.

Каждый известный нам дом, мост или любое другое сооружение не может устоять без физики. Физика присутствует даже в обычном многоквартирном доме, или даже в обычном домике в деревне, но что, если остановиться на самых удивительных применениях физики в архитектуре.

Jeddah Tower или Башня Джидда

В октябре 2008 года, когда в Дубае возводили Бурдж-Халифа, миллиардер принц Альвалид бин Талал заявил, что построит небоскрёб, который превысит ее и, таким образом, заполучит титул самого высокого здания в мире, проект Адриана Смита, должен был отметки в 1007 метров в высоту. План этажа Башни Джидда, должен иметь форму буквы Y. После серьёзных проверок в аэродинамической трубе инженеры пришли к решению, что трехсторонняя конструкция с острыми углами более аэродинамична, чем четырехгранная, в таком случае нагрузка на конструкцию от силы ветра значительно снижалась. Бетонные сваи в

фундаменте, имеют диаметр 3 м и длиннее футбольного поля, а также позволяют выдерживать небоскрёбу землетрясения в 5 баллов и более, свойственные тому региону [1].

Дом авиаторов на Беговой улице («Дом на ножках», г. Москва)

Всем нам известны советские панельки, но что если эти кажись простые и массивные конструкции поставить на ножки? Это и было сделано архитектором Андреем Меерсоном в 1978 году. Этот жилой панельный дом высотой в 13 этажей в народе называют как «Дом-сороконожка». Всё здание держится на 40 мощных железобетонных опорах, сужающихся к нижней части здания. В результате создаётся эффект неустойчивости постройки, но на самом деле опоры и основание дома сделаны из монолитного железобетона. Сжимающее усилие железобетон выдерживает очень хорошо. Мы знаем, что расчетное сопротивление бетона класса В25 осевому сжатию $R_b = 148 \text{ кг/см}^2$. Длина здания 130 метров, фасад разделён на три широкие части. Основание имеет трапециевидную форму и крепится на 20 балок, расположенных над «ногами» [2].

Штаб-квартира CCTV

Штаб-квартира Центрального телевидения Китая (CCTV), знаменитая работа Рема Колхаса. Здание представляет собой переосмысления понятия небоскреба. Вместо того чтобы соревноваться гонке за высоту башни, стремящейся к облакам, Колхас создал архитектурную петлю, развивающуюся в двух координатных плоскостях. Инновационная конструкция здания является итогом сотрудничества инженеров из Европы и Китая, благодаря изобретательности которых удалось достичь замысла архитектора. То, что кажется декоративной сеткой из то и дело обрывающихся линий, лежащих на фасаде здания, является главным конструктивным приемом. Сетка эта сделана из стальных труб — диагрид, их узор усложняется там, где нужно перераспределить вес и увеличить тягу, то есть в верхней части, не имеющей собственной опоры. Через диагриды ее вес перераспределяется на башни, которые в свою очередь хоть и наклонены, но не падают, так как их сдерживает верхняя часть [3].

Парящий мост

Парящий мост называется именно так, потому что это сооружение отрицает идею связи берегов и как бы «парит» в воздухе. Мост представляет собой бетонную консоль длиной более 140 метров и весом 3,7 тысячи тонн в форме бумеранга на высоте в 15 метров над уровнем воды. Особенность моста – отсутствие в его конструкции выносных опор. Мост держится на двух прочных железобетонных опорах, установленных на набережной, а его консольная часть длиной в 70 метров, держится на весу при помощи натяжных канатов. В результате создается видимость парения в воздухе. Внутри опорной части сооружения установлен прозрачный лифт и датчики,

контролирующие нагрузку на мост. Несущая часть парящего моста изготовлена из предварительно напряженного бетона. Это обеспечивает его высочайшую крепость. При его изготовлении на растяжение прокладывается арматура из высокопрочной стали. Ее натягивают специальным устройством и заливают бетонной смесью. После полного застывания сила натяжения арматурного каркаса передается бетонному раствору, лишая его неспособности сопротивляться натяжению. Этот материал высокопрочен, его широко применяют при возведении колонн, установки междуэтажных перекрытий [4]

Вращающаяся Башня в Дубае

Здание, которое меняет форму, автор проекта, итальянский архитектор Давид Фишер. Высота сооружения Dynamic Tower должна составлять 80 этажей, а приблизительная высота самого здания от 388 до 420 метров. Каждый этаж должен будет вращаться вокруг своей оси в зависимости от погодных условий и по требованию владельцев. Каждый этаж, представляет собой самостоятельную конструкцию, которая будет вращаться на 360 градусов по голосовой команде, между этажами располагаются лопасти, которые улавливают ветер, тем самым, вращаясь, не только вырабатывают энергию, но и приводят в движение пластины этажей, которые вращаются независимо друг от друга. Также, каждая турбина будет выделять около 1.200.000 кВт. Всего небоскреб будет иметь 79 ветряных турбин — по турбине между каждым этажом восьмидесятиэтажного небоскреба. Вращающиеся этажи будут состоять из заранее изготовленных частей, которые будут вращаться вокруг бетонной оси [5].



А)



Б)



В)



Г)



Д)

Рисунок 1. А) Jeddah Tower или Башня Джидда Б) Дом авиаторов на беговой улице, он же «Дом на ножках» В) Штаб-квартира CCTV Г) Парящий мост Д) Вращающаяся Башня в Дубае

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] – URL: <https://thejeddahtower.org/>
2. [Электронный ресурс] – URL: <https://amusementlogic.ru/2022/09/19/1000-metrovaja-bashnja-ili-jeddah-tower-saudojskaja-aravija-video/?ysclid=leipg810wg329227565>
3. [Электронный ресурс] – URL: <https://all-towers.ru/buildings/6028?ysclid=leis23084z451585599>
4. [Электронный ресурс] – URL: <http://svoydom.net.ua/raschetnye-situatsii-i-sochetaniya-nagruzok-pri-raschete-kolonn-uchimsya-analizirovat.html?ysclid=leirvwtgmh369982421>
5. [Электронный ресурс] – URL: <https://delovoy-kvartal.ru/shtab-kvartira-tsentralnogo-televideniya-kitaya-arh-rem-kolhas/?ysclid=leistkg4v7633029916>
6. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.zaryadyepark.ru/services/paryashchij-most/?ysclid=leittoipgg6173965848>
7. [Электронный ресурс] – URL: <https://yamoscow.ru/moskva-peshehodnaya/paryashhij-most-v-parke-zaryade/?ysclid=leiv552436728285973>
8. [Электронный ресурс] – URL: <https://dubai-life.info/1280-dynamic-tower-dom-v-dubai/?ysclid=leivvnu448930848506>
9. [Электронный ресурс] – URL: <http://uae-dubai.ru/uae-blogs/article/vraschayuschayasya-bashnya?ysclid=leiw2knc3v568720855>

ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЗИКИ

Бекташ Э. Х., Никонова С. А. студенты 1 курса 53 группы ИАГ
Научные руководители – **Панфилова М.И.**, к.т.н., доц., **Труханов С.В.**, к.ф.-м.н., доц.

Почему образуются чёрные дыры

Черная дыра образуется, когда небесный объект больше не может уравнивать свой вес выталкиванием наружу вещества, которое удерживало его в состоянии равновесия.

Все небесные объекты стабильны, когда у них есть сила, выталкивающая наружу, и равная ей сила, притягивающая внутрь.

В звезде, выталкивающей является сила, порождаемая ядерными реакциями, происходящими внутри нее. Когда вес становится настолько большим, что превосходит все силы, существующие в природе, ничто не способно уравновесить его, звезда приходит в состояние коллапса, и этот процесс необратим. Так, вероятно, формируются небольшие черные дыры с массой, близкой к массе звезды.

Более массивные черные дыры образуются, видимо, в результате слияния звездных черных дыр или из-за продолжения притягивания материи сверху.



Рисунок 1. Процесс образования чёрной дыры

Истинный размер чёрной дыры

Черная дыра не имеет четких границ, так как у нее нет поверхности: масса постоянно сжимается в центре, поэтому невозможно определить ее размер.

Чтобы представить себе величину черной дыры, используют воображаемую границу, которая называется горизонтом событий. Это то расстояние от черной дыры, на котором скорость убегания равна скорости света. За этой чертой уже нет шанса избежать попадания в черную дыру,

потому что для этого пришлось бы двигаться со скоростью, превышающей скорость света, а это невозможно.

Расположение горизонта событий зависит от массы черной дыры: чем больше масса, тем больше безопасное расстояние от наблюдаемой черной дыры.

Светящиеся выбросы чёрной дыры

В некоторых черных дырах происходят выбросы светящейся материи, причем похоже, что они исходят из областей, из которых ничто не может исходить.

Процесс образования этих выбросов пока не до конца ясен, одно можно сказать точно: материя выходит не из самой черной дыры (это сводило бы на нет всю теорию о черных дырах), а из диска материи, формирующегося вокруг нее.

Возможно, такие выбросы происходят потому, что движение материи, которая вот-вот будет затянута в черную дыру, достигает скорости, при которой она может этого избежать, то есть материя начинает двигаться со скоростью света.

Впрочем, не исключено, что это явление имеет место только во вращающихся черных дырах.

Материя и чёрная дыра

Сила притяжения любого тела зависит от его массы. Все объекты, обладающие массой, притягивают другие объекты.

Если тело имеет большие размеры, то его притяжение чувствуется на большом расстоянии от него. Масса большинства черных дыр в сотни миллионов раз превышает массу Солнца, поэтому их гравитационное притяжение действует на огромном расстоянии.

Однако не стоит думать, что черные дыры — это чудовища, заглатывающие все вокруг себя. Даже при том, что гравитация черной дыры очень сильна, ее можно избежать, двигаясь с определенной скоростью и держась на определенном расстоянии.

Эта скорость называется скоростью убегания, она возрастает по мере приближения к черной дыре: чем ближе к черной дыре находится тело, тем быстрее ему нужно двигаться, чтобы не попасть в нее.

Что происходит с веществом попавшим в чёрную дыру

Что случается с материей, попавшей в черную дыру, неизвестно. Но многие ученые считают, что материя, исчезает из Вселенной и где-то в нашей или в другой Вселенной снова «выбрасывается», при точно таком же, но противоположном, по сути, процессе - через белую дыру. На этот счёт существует множество предположений, однако эта теория наиболее достоверная.

Первая фотография чёрной дыры

Впервые чёрная дыра была сфотографирована 10 апреля 2019 года. Event Horizon Telescope Collaboration представила изображение чёрной дыры, которая находится в центре галактики Млечный путь.

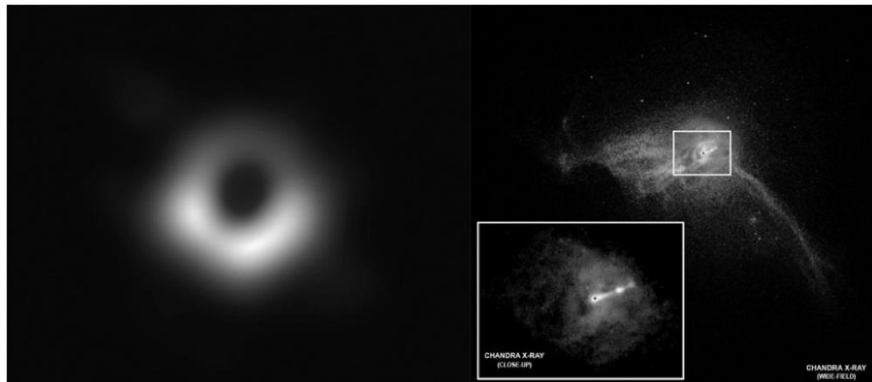


Рисунок 2. Первая фотография чёрной дыры

Библиографический список

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. Издание 7-е, исправленное. М.: Наука, 1988. 512 с.
2. Шапиро, С. Л., Тьюколски, С. А. Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды: физика компактных объектов (в 2 т.). М.: Мир, 1985. Т. 1. 254 с.; Т. 2. 399 с.
3. Хокинг С. Черные дыры и молодые вселенные. М: АСТ, 2022. 176 с.
4. Новиков И.Д., Фролов В.П. Физика черных дыр. Гл.ред.физ. -мат.лит., 1986. 328 с.
5. Сасскинд Л. «Битва при черной дыре». Питер, 2016. 448 с.

ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

*Таратинская А.С., Гурина А.П., студенты 1 курса 56 группы ИАГ
Научный руководитель - Панфилова М. И., канд. хим. наук, доц.*

В жизни человек встречается со множеством иллюзий (оптическим обманом). Они разнообразны и очень интересны. В повседневной жизни мы можем заметить их в интернете, в передачах и журналах. Часто зрительные иллюзии оказывают на нас сильное эмоциональное воздействие.

Оптические иллюзии – это впечатления о видимом объекте или явлении, которое не соответствует действительности из-за особенностей строения нашего органа зрения. [1]

Природа оптических иллюзий: люди воспринимают огромную часть информации благодаря зрению, однако мало тех, кто задумывается о том,

как это происходит. Обычно глаз сравнивают с фотоаппаратом или телекамерой, но мы видим мозгом, а смотрим уже глазами. Мозг и глаза постоянно обманывают друг друга, иногда не дают увидеть главное, создавая несуществующие образы.

Люди видят следующим образом: вначале свет проходит через зрачок к хрусталику, затем он попадает на сетчатку, которая передает импульс зрительному нерву. Он посылает сигнал мозгу, далее мозг переводит сигнал в зрительный образ. [2]

Оптические иллюзии можно разделить на 3 вида:

Природные иллюзии. Они созданы природой, без участия человека.

Искусственные иллюзии. Их придумал человек.

Смешанные иллюзии. Раздел иллюзий, который включает естественные иллюзии, которые воссоздал человек.

Рассмотрим природные иллюзии. Мираж — это оптическое явление в атмосфере, которое возникает благодаря преломлению потока света на границе между разными по температуре слоями воздуха. Таким образом, когда лучи изменяют направление, переходя из слоя воздуха одной температуры в слой воздуха другой температуры мы наблюдаем мираж. [3]

Различают три группы миражей: верхние, боковые и нижние. Нижние миражи появляются над тёплыми поверхностями, при постепенном снижении температуры с высотой в пустынях или над асфальтированной дорогой. Поверхность земли горячая, а воздух над ней прохладнее - в результате чего возникает мираж воды на поверхности. Исчезает он сразу, как только приближаешься к этому месту. Верхние миражи возникают над холодными поверхностями, при постепенном увеличении температуры с высотой, встречаются над ровными и большими участками льда в полярных районах, но можно увидеть и в умеренном поясе. Боковые миражи чаще всего представляют собой отражения от нагретой стены. Когда стена под палящим солнцем нагревается достаточно сильно, она может начать отражать различные объекты. [4]



Рисунок 1. Нижние миражи

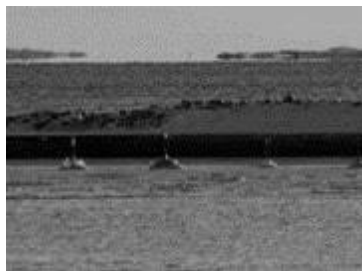


Рисунок 2. Верхние миражи

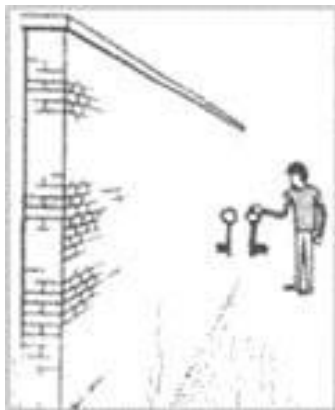


Рисунок 3. Боковые миражи

Искусственные иллюзии. Искусственные иллюзии — иллюзии, которые человек создает умышленно, при этом понимая, что это обман. Они бывают двух видов: 1) Иллюзии, связанные с намеренным искажением окружающего пространства. Наглядным примером в архитектуре являются дом таможенной службы в Мельбурне и иллюзорный «Растаявший дом». 2) Иллюзии, направленные на изменение работы зрительного аппарата. Примером данного типа является оптическая иллюзия «Вращающиеся змеи». Она возникает, когда мы скользим взглядом по неподвижной картинке. Если остановить взгляд, иллюзия движения пропадет. [3]



Рисунок 4. Дом таможенной службы



Рисунок 5. Растаявший дом

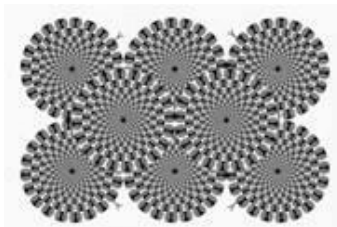


Рисунок 6. Вращающиеся змеи

Смешанные иллюзии. Данный раздел является самым распространённым, поскольку большинство самых известных и разнообразных иллюзий относится к нему. Ярким примером смешанных оптических иллюзий являются рисунки на асфальте. Основой данной оптической иллюзии является процесс иррадиации. Принцип этого явления таков: когда изображение состоит из ярко освещенных областей и темных, происходит перераспределение света. Темные участки поглощают часть освещения у светлых, и мы наблюдаем объёмно-пространственную картину.



Рисунок 7. Иллюзии на асфальте



Рисунок 8. Иллюзии на асфальте

Библиографический список

1. *Рок, И.* Введение в зрительное восприятие: Книга 1; Пер. с англ./ Под ред. Б. М. Величковского, В. П. Зинченко; Вступит. статья Б. М. Величковского, В. П. Зинченко. - М.: Педагогика, 1980.- 312 С.
2. *Артамонов, И. Д.* ИЛЛЮЗИЙ ЗРЕНИЯ М., 1969 г., 224 стр. с илл. / Редактор Л П. Русакова.
3. *Петракова, Д. А.* Оптические иллюзии и их применение в жизни человека / Д. А. Петракова, И. Б. Насонова. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2023. — № 1 (64). — С. 39-44.
4. *Майер, В. В.* Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 232 с. - ISBN 978-5-9221-0712-9.
5. *Толанский, С.* Оптические иллюзии / Редактор Л. В. Самсоменк, Художник Г. 11. Юдицкий / Худож. редактор Н. А. Фильчагина / Технический редактор Ю. И. Экке / Корректор Е. Б. Авенариус.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ И УКРЕПЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИНЪЕКЦИОННЫМИ РАСТВОРАМИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

*Трофимова А. М., Смирнова С. П., Еливанова Е. А., студенты 1 курса 55
группы ИАГ*

Научный руководитель – Панфилова М. И., к.х.н., доц.

В процессе переработки углеводородного сырья с высоким содержанием серы получают техническую серу, являющейся отходами производства, она накапливается в местах, где происходит ее хранение.

При этом во время хранения серы возникает процесс ее пыления, кроме того микробиологическое окисление, в следствие которого образовывается серная кислота, возгонка и выветривание, происходит так же и окисление, которому способствуют внешние факторы [1].

Серные комбинации занимают одно из первых мест среди источников загрязнения из-за негативного воздействия на окружающую среду. Более того негативного воздействия на окружающую среду, пыль, состоящая из серы, негативно влияет на слизистые, дыхательную систему, вызывает экзему. В воздухе, контактируя с серой, образуются опасные соединения, такие как диоксид серы. При попадании в организм она оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки. Кроме того, контактируя с водой, диоксид серы создает не только серную кислоту, но и сернистую, которые негативно влияют на все прилегающие территории [2-4].

Такие нестандартные характеристики серных композиций, как: защита от радиоактивного и электромагнитного излучения, низкий искусственный радиоактивный фон, позволяют внедрять их в отраслях строительной и дорожной сферы. [5] Бетонирование объектов серобетоном в жидкости образует долговечную и надежную конструкцию над объектом, который необходимо защитить.

Поэтому экономически оправдано использование отходов серы в производстве цементнующих композиционных растворов, для укрепления грунтов и в транспортном строительстве. [3]

Решением данной проблемы является модификация расплавленной серой в композитный раствор. Сера при нагревании выше 120°C переходит из кристаллического состояния превращается в полимерные цепи, которые приводят цементную застывшую смесь к абсолютной водонепроницаемости и достигается высокой эксплуатационного качества цемента. Для пропитки бетонных изделий серой их пропитывают специальным расплавом серы (время лимитированное) после чего охлаждают до необходимой температуры.

Понижение количества микротрещин и пор застывшего цемента увеличивает сопротивляемость бетонного изделия.

Целью проведенных исследований являлся разработка новых цементирующих составов, модифицированных серой, с улучшенными технологическими свойствами. [4]

В состав композитного раствора входит бентонит (марка П2Т2), который увеличивает вязкость и пластичность. Оксиды, входящие в глину, являются основными составляющими для гидравлических вяжущих веществ и имеют химическое сходство с цементом [5]. Кроме бентонита в состав входит цемент марки, серный отход, жидкое стекло [6].

Концентрацию серы в композитном растворе изменяли в пределах от 0,09% до 3% по массе цемента добавляя составляющие.

В процессе приготовления композитного раствора (щелочная среда pH 12,5) происходило растворение серы и образование гомоцепей [7,8].

Результаты

На рис. 1 представлен график структурообразования композитного раствора при различном содержании серы к массе цемента.

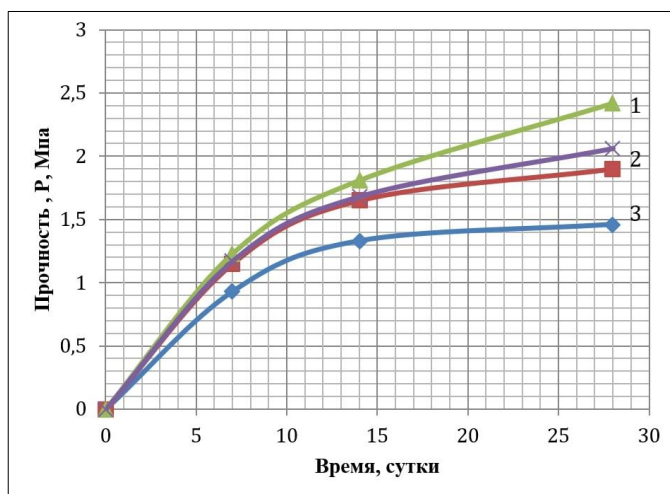


Рисунок 1. Структурообразование композитного раствора при различном содержании серы к массе цемента, 1-0,3% 2-0,6%, 3-0,18% , 4-0,00%

Был проведен анализ испытаний на морозостойкость композиционного раствора с оптимальной концентрацией серы. На основании полученной зависимости максимальной относительной разницы между объемными деформациями отвержденного композиционного раствора и стандартного образца от температуры замерзания было установлено, что морозостойкость модифицированного отвержденного композиционного раствора и стандартного образца композиционного раствора соответствует марке F100.

На рис. 2 представлен график зависимости прочности композитных растворов от содержания серы к массе цемента через 28 суток хранения.

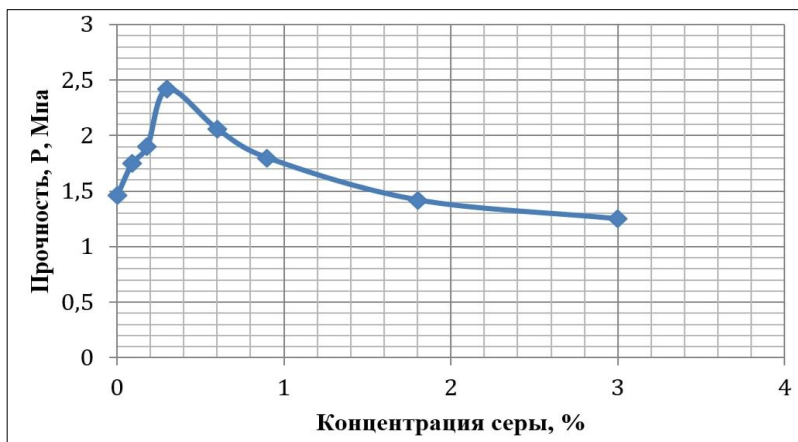


Рисунок 2. Зависимость прочности композитных растворов от содержания серы

Выявлено что при концентрации серы 0,3% к массе цемента композитный раствор имеет наибольшую прочность. Определено, что при данной добавке серы прочность композитной смеси выросла более чем в 1,5 раза по отношению к контрольному образцу.

Таким образом, анализируя экспериментальные данные, можно сделать вывод, что ведение серы в композитный раствор позволяет повысить надежность конструкции за счет экономии цемента.

Библиографический список

1. Shagieva, D. R., & Khramov, Yu. V. (2015). Assessment of the environmental impact of sulfur storage facilities. *Bulletin of Kazan technological University*, 18(9).
2. Leduc D., Gris G., Lheureux P. et al. Acute and long term respiratory damage following inhalation of ammonia // *Thorax*. 1992. V.47. P.755-757.
3. Karlson-Stiber C., Hojer J., Sjöholm A. et al. Nitrogen dioxide pneumonitis in ice hockey players // *J. Intern. Med*. 1996. V.239. P. 451-456.
4. Menzel D.B. Ozone: an overview of its toxicity in man and animals // *J. Toxicol. Environ Health*. 1984. № 13. P. 183-204.-
5. Pat. 2356867 Russian Federation, IPC C04B 28/35. Composition for sulfur concrete / D.A. Pichugin; applicant and patentee D.A. Pichugin (RU). No. 2007133352/03; declared 09/05/2007; publ. 05/27/2009 Bul. No. 15-4 p.120
6. Stepanchikova, IG, EI building materials industry / I.G. Stepanchikova, S. V. Makarov, V. A. Zaitseva, A. S. Vlasov // *Ser. Use of waste, by-products in the production of building materials and products. Environmental protection / VNIИ ESM*. - М., 1987. - Issue. 9. - S. 11.113.
7. Cotton F., Wilkinson J. *Fundamentals of inorganic chemistry*.- Moscow: Mir, 1979. - S. 327-339.

8. Yakovlev G.I., Pervushin G.N., Bur'yanov A.F., Kodolov V.I., Krutikov V.A., Fisher F.-B., Kerené J. Modification of porous cement matrices with carbon nanotubes // Construction Materials. 2009. No. 3. S. 99-102.

РАСЧЕТ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ Г. НЕЛИДОВО ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Овчинников Д.Д., Пашин И. А. студенты 1 курса 19 группы ИПГС
Научный руководитель - Панфилова М.И., к.т.н, доц.*

Цель исследования: изучить гравитацию в городе Нелидово.

Задачи: рассчитать ускорение свободного падения в городе Нелидово тремя способами: используя формулы кинематики, с помощью второго закона Ньютона и по формуле расчета ускорения свободного падения на определенной широте планеты Земля.

Свободное падение — распространённый частный случай равноускоренного движения, при котором тело движется только под действием силы тяжести. Оно зависит от гравитационных аномалий Земли — залежей полезных ископаемых. Они искажают значение ускорения свободного падения в этих областях. Их влияние мы и будем исследовать в данной статье.

В нашем опыте мы приклеили к стене метровые линейки и с высоты более двух метров отпускал шарик. Но начало съемки из-за технических особенностей не совпадало с начальным моментом падения шарика. Поэтому был использован следующий метод расчета: измеряем расстояние между вторым и третьим снимком $\Delta S = S_2 - S_1 = 1,6$ м. Промежуток времени между вспышками взят из программы фотоаппарата: 3 кадра в секунду. Следовательно, $\Delta t = 0,33$ с.

$$S_1 = \frac{gt_1^2}{2}; S_2 = \frac{gt_2^2}{2};$$

$$\text{Отсюда: } \Delta S = \frac{g(t_1^2 - t_2^2)}{2}$$

$$g = \frac{2\Delta S}{(t_1^2 - t_2^2)} = 9,85 \text{ м/с}^2.$$

Это значит, что свободное падение тела является равноускоренным движением с ускорением $9,85 \text{ м/с}^2$.

Но этот опыт не дает точных измерений, поэтому мы проделали то же самое на большей высоте $h=8$ м.

$$g_1 = \frac{2\Delta S_1}{(t_2^2 - t_1^2)} = \frac{2 \cdot 0,54 \text{ м}}{(0,33 \text{ с})^2} = 9,837 \text{ м/с}^2$$

$$g_2 = \frac{2\Delta S_3}{(t_3^2 - t_2^2)} = \frac{2 \cdot 2,78 \text{ м}}{((1 \text{ с})^2 - ((0,33 \text{ с})^2))} = 9,832 \text{ м/с}^2$$

Среднее значение $g = 9,8345 \text{ м/с}^2$.

В этих опытах существуют две причины неточности измерений. Первая — ускорение свободного падения имеет большое значение, а вторая — существует погрешность, связанная со временем реакции экспериментатора (человеческий фактор). Избежать этого позволяет машина Атвуда, предназначенная для исследования закона движения тел в поле земного тяготения. Поэтому, чтобы точнее рассчитать ускорение свободного падения в данном городе, будем использовать принцип ее действия.

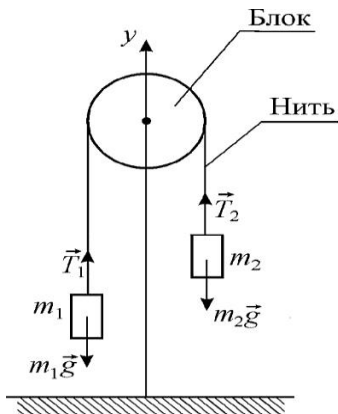


Рисунок 1. Схема машины Атвуда

Лёгкий пластмассовый блок вращается вокруг оси, укрепленной в верхней части стойки, как показано на рис. 1. Через блок перекинута лёгкая нерастяжимая шёлковая нить, на концах которой висят одинаковые грузы массой M каждый. На груз A помещается перегрузок массой t . В начале опыта груз B удерживается неподвижно на уровне пола. При освобождении груза B нить с грузами выходит из равновесия и начинает двигаться ускоренно. Найдём закон движения груза A . Будем пользоваться неподвижной системой координат, центр которой совмещён с осью блока, а ось направлена вниз. то движение описывается с помощью второго закона Ньютона, представленного в общем виде:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$$

Применительно к нашей задаче для левого и правого тел уравнение движения запишется в виде двух уравнений в проекциях на ось y :

$$\begin{cases} -m_1 a_1 = -m_1 g + T_1, \\ m_2 a_2 = -m_2 g + T_2. \end{cases}$$

Мы считаем нить идеальной - невесомой и нерастяжимой, и блок невесомым. Значит $T_1 = T_2 = T$ и $a_1 = a_2 = a$, получаем:

$$g = a \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2}$$

Измерив время прохождения грузами определённого расстояния $S = \frac{at^2}{2}$, можно вычислить их ускорение: $a = \frac{2S}{t^2}$.

Сначала мы сделали опыт в кабинете физики и получили такие значения:

Таблица 1. Результаты опыта в кабинете физики

Время движения t , с	$t_{\text{ср}}$, с	S , м	a , м/с ²	g , м/с ²
1,38	1,454	2,14	2,025	9,82
1,47				
1,49				
1,44				
1,39				

Затем повторили опыт несколько раз на большей высоте: измерили с помощью электронного секундомера время прохождения грузами расстояния 8,1 м и получили среднее значение времени 2,87 с. Далее расчеты:

$$a = \frac{2 \cdot 8,1 \text{ м}}{(2,87 \text{ с})^2} = 1,97 \text{ м/с}^2 \rightarrow g = \frac{1,97 \text{ м/с}^2 \cdot (0,3 \text{ кг} + 0,2 \text{ кг})}{(0,3 \text{ кг} - 0,2 \text{ кг})} = 9,85 \text{ м/с}^2$$

В результате экспериментов мы получили следующие значения ускорения свободного падения:

Таблица 2. Результаты эксперимента

1 способ измерения g		2 способ измерения g	
В классе	Во дворе дома	В классе	Во дворе дома
9,85 м/с ²	9,835 м/с ²	9,82 м/с ²	9,85 м/с ²

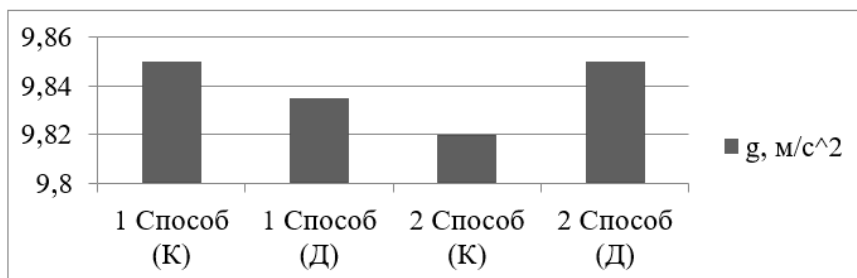


Рисунок 2. Графическое отображение результатов эксперимента

Теперь нам необходимо сравнить полученные данные с реальным значением ускорения свободного падения в той точке Земли, где находится Нелидово.

Реальное ускорение свободного падения на поверхности Земли зависит от широты, времени суток, от залегания плотных пород или пустот в данном месте Земли. Оно варьируется от $9,780 \text{ м/с}^2$ на экваторе до $9,832 \text{ м/с}^2$ на полюсах. Точно оно может быть вычислено (в м/с^2) по следующей формуле:

$$g = 9,780327 \cdot [1 + 0,0053024 \cdot \sin^2(\varphi) - 0,0000058 \cdot \sin^2(2\varphi)] - 3,086 \cdot 10^{-6} h,$$

где φ — широта рассматриваемого места, h — высота над уровнем моря в метрах. Ускорение свободного падения зависит и от высоты над уровнем моря.

Подставляем широту, на которой находится город Нелидово - $56^\circ 45'$:

$$g = 9,780327 \cdot [1 + 0,0053024 \cdot \sin^2 56^\circ 45' - 0,0000058 \cdot \sin^2(2 \cdot 56^\circ 45')] - 3,086 \cdot 10^{-6} \cdot h = 9,81650381791 - 3,086 \cdot 10^{-6} \cdot h$$

Так как мы находимся ровно на уровне моря, то высота равна нулю $h=0$. Значит $g = 9,81650381791 \text{ м/с}^2$ или $g \approx 9,816 \text{ м/с}^2$.

Мы получили значения g несколько большие, чем $9,816 \text{ м/с}^2$, но все отклонения в рамках погрешности.

Выводы

Поскольку ускорение свободного падения в нашем городе больше $9,816 \text{ м/с}^2$, то под нами находятся плотные слои почвы. Как известно, что раньше в нашем городе добывали уголь, значит и сейчас там есть плотные слои земной породы. Наверняка, залежи угля.

Библиографический список

1. «Физика 10 класс» А.В.Грачев 2020 Глава 1. Механика
2. Изучение законов поступательного движения на машине Атвуда: формулы и пояснения // OneKu URL: <https://1ku.ru/obrazovanie/52155-izuchenie-zakonov-postupatel'nogo-dvizhenija-na-mashine-atvuda-formuly-i-pojasnenija/> (дата обращения: 02.02.23).
3. Свободное падение тел // Foxford URL: <https://foxford.ru/wiki/fizika/svobodnoe-padenie-tel> (дата обращения: 02.02.23).
4. Движение тела, брошенного вертикально // Foxford URL: <https://foxford.ru/wiki/fizika/dvizhenie-tela-broshennogo-vertikalno> (дата обращения: 01.02.23).
5. Движение тела, брошенного под углом к горизонту // Foxford URL: <https://foxford.ru/wiki/fizika/dvizhenie-tela-broshennogo-pod-uglom-k-gorizontu> (дата обращения: 03.02.23).

ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОДНОМЕРНЫХ, ДВУХМЕРНЫХ И ТРЕХМЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

Боев С.Р., студент 1 курса 2 группы ИПГС

Научный руководитель – Зубарев К.П., к.т.н., доц.

Введение

Современные строительные технологии требуют знания многих моделей физических процессов [1]. В описании процесса теплопередачи в твердых телах используется практическая модель одномерных, двумерных и трехмерных температурных полей [2-15].

Классификация температурных полей

Температурные поля отображают собой процесс изменения температуры в пространстве. Они подразделяются на три вида. Одномерные, двумерные и трехмерные. Одномерными называют температурные поля, в которых температура остается неизменной вдоль двух координат. Примером такого поля может служить однородная бесконечно длинная стена с постоянной разностью температур на поверхности. В ней изолинии будут параллельны друг другу. Тепловой поток (Q) будет идти от T_{\max} к T_{\min} . Любое температурное поле математически основывается на законе (уравнении) Фурье:

$$q = x \frac{dT}{dx}. \quad (1)$$

где

q – тепловой поток, x - коэффициент теплопроводности.

Уравнение для одномерного температурного поля будет иметь вид:

$$\frac{d^2t}{dx^2} = 0 \rightarrow \frac{dt}{dx} = C \rightarrow t = C_1x + C_2. \quad (2)$$

$$C_1 = \frac{t_2 - t_1}{\partial} \rightarrow t = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{\partial}. \quad (3)$$

Уравнение является прямой линией, так как t меняется только по одной координате (рисунок 1).

Если температура меняется в двух координатах, тогда это двумерное температурное поле. Оно описывается уравнением:

В однородной материальной среде:

$$\frac{d^2t}{dx^2} + \frac{d^2t}{dy^2} = 0. \quad (4)$$

В неоднородной материальной среде:

$$\frac{d}{dy} + \left(\Upsilon_x \frac{dt}{dx} \right) + \frac{d}{dy} \left(\Upsilon_y \frac{dt}{dy} \right) = 0. \quad (5)$$

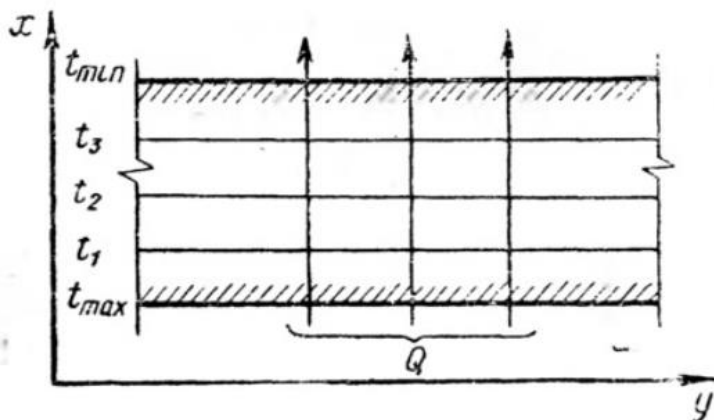


Рисунок 1. Изображение одномерного температурного поля, проходящего через участок стены.

Примером двухмерного температурного поля служит угол стены. (рисунок 2).

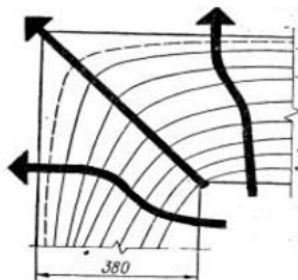


Рисунок 2. Изображение двумерного температурного поля проходящего через угол пересечения двух стен.

Если температура изменяется по всем трем координатам, тогда для расчетов берут модель трехмерного температурного поля.

В однородной среде:

$$\frac{d^2t}{dx^2} + \frac{d^2t}{dy^2} + \frac{d^2t}{dz^2} = 0. \quad (6)$$

В неоднородной среде:

$$\frac{dt}{d\tau} = \left(\frac{d^2t}{dx^2} + \frac{d^2t}{dy^2} + \frac{d^2t}{z^2} \right). \quad (7)$$

3). Примером может служить угол пересечения трех и более стен (рисунок 3).

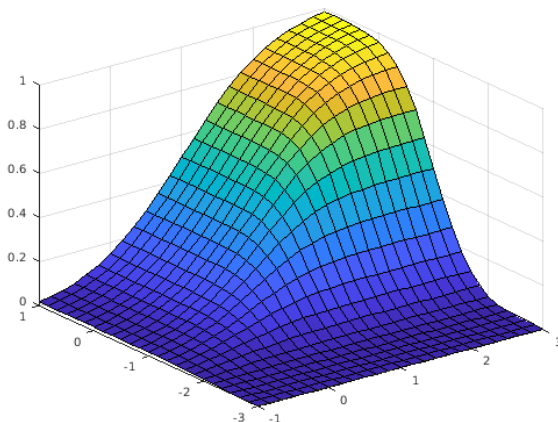


Рисунок 3. Трехмерная модель трехмерного температурного поля, проходящего через пересечение трех стен.

Знание температурных полей помогают в решении таких строительных задач как выбор наилучшего теплоизоляционного материала, выбор материала покрытия стен, выбор наиболее эффективной кровли крыши.

Библиографический список

1. Бейбалаев В.Д., Аливердиев А.А. Исследование температурного поля в пластине одномерным нелинейным уравнением теплопроводности // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: естественные науки. 2022. № 1. С. 12-17.
2. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Экспериментальное построение шкалы потенциала влажности для силикатного кирпича // Перспективы науки. 2022. № 9 (156). С. 55-57.
3. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Математическое моделирование нестационарного влажностного режима ограждений с применением дискретно-континуального подхода // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15 № 2. С 244-256. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.244-256
4. Zubarev K.P. Using discrete-continuous approach for the solution of unsteady-state moisture transfer equation for multilayer building walls // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2021. Vol. 17. No. 2. P. 50-57. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-2-50-57.
5. Zubarev K.P. Derivation of the equation of unsteady-state moisture behaviour in the enclosing structures of buildings using a discrete-continuous approach // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 83-90. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-4-83-90.

6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 022023. DOI: 10.1088/1757-899X/463/2/022023.
7. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure moisture regime using moisture potential // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. № 03053. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819303053>.
8. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Современные исследования стены Тромба-Мишеля в концепции пассивного дома // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2022. № 6(1054). С. 58-60.
9. Зубарев К.П. Дискретно-континуальный подход в оценке влажностного состояния многослойной ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2022. № 5 (152). С. 87-89.
10. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Анализ особенностей исполнения стены Тромба - Мишеля // Перспективы науки. 2022. № 8(155). С. 98-102.
11. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Расчет толщины утеплителя стен зданий при нестационарном влажностном режиме ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2023. № 1 (160). С. 99-101.
12. Vorobyeva I. The prognosis of the diabetic retinopathy using computer science and biotechnology // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 203. № 01028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020301028>
13. Vorobyeva I.V. Mathematical modeling in diabetic retinopathy // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403020>
14. Vorobyeva I.V. Prediction of the course of primary open-angle glaucoma in combination with diabetic retinopathy using a mathematical model // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403021>
15. Vorobyeva I.V. Assessment of the development of primary open-angle glaucoma and diabetic retinopathy using digital medicine // Web of Conferences, 2020. Vol. 224. № 03022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403022>

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Зобнина Ю.С., студент 4 курса 6 группы ИПГС
Научный руководитель – Зубарев К.П., к.т.н., доц.*

Введение

Сейчас во всем мире особое внимание уделяется мерам по повышению эффективности и энергосбережения строительных конструкций. Существуют ряд энергосберегающих мер: активный и пассивный дом; климатическое районирование; учет индивидуальной конфигурации объекта. Каждый из методов требует постоянной актуализации и изучения для повышения эффективности использования той или ной меры энергосбережения [1-14].

Конфигурация воздушных клапанов стены Тромба-Мишеля

Стена Тромба-Мишеля является популярной конструкцией для удовлетворения потребностей энергосбережения. Итальянские ученые Сандра Корасанити, Лука Манни, Флавия Руссо, Фабио Гори провели исследование воздушных клапанов и тепловых потоков стены Тромба-Мишеля (Рис.1) [15].

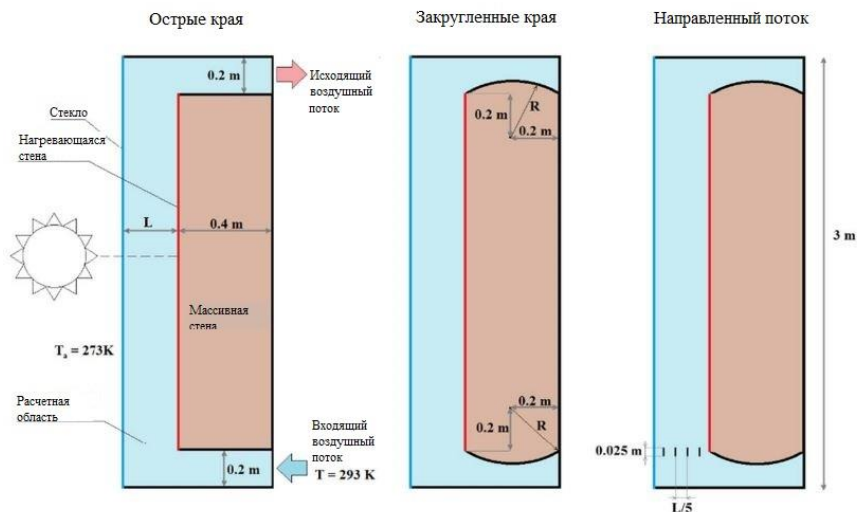


Рисунок 1. Конфигурации клапанов стены Тромба-Мишеля [15].

Были рассмотрены три конфигурации клапанов: «Острые края»; «Закругленные края»; «Направленный поток». Авторы использовали метод, основанный на гипотезе Буссинеска для учета эффекта плавучести. Проводился энергетический анализ и анализ массового расхода. Рассматривались тепловые поля для получения результатов распределения холодного воздуха в области пространства [15].

Конфигурация «Направленный поток» показала наилучшие результаты. Она способна улучшить воздушный поток путем обеспечения его равномерного нагрева, благодаря использованию разделительных ребер [15].

Строительные материалы с фазовым переходом

Российский ученый Бабаев Б.Д. в своей научной работе рассмотрел работу фазопереходных материалов в составе конструкции стены Тромба-Мишеля. Принцип работы такого материала в первую очередь связан со способностью этого материала менять агрегатное состояние из твердого в жидкое и наоборот [16].

Бабаев Б.Д. в статье провел сравнительный анализ парафина и бетонного пола, которые выступали в качестве теплоаккумулирующего вещества в двух разных конструкциях [16].

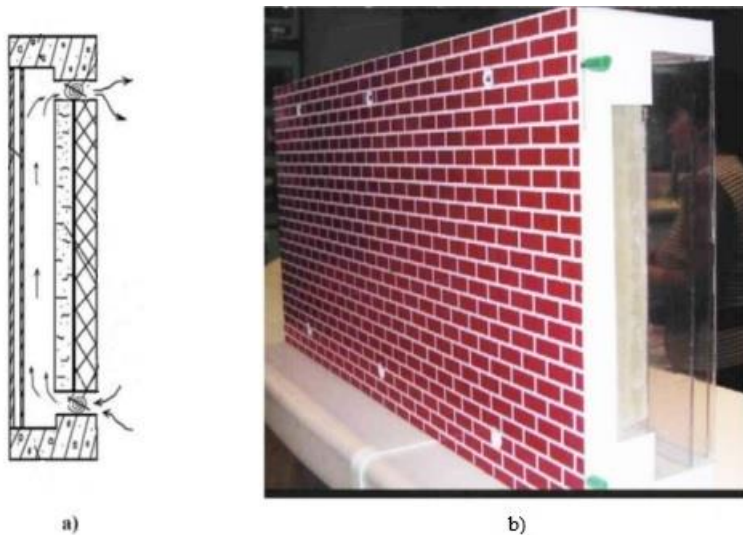


Рисунок 2. Стеновая панель с фазовым теплоаккумулирующим материалом по данным Бабаева Б.Д. а) Поперечное сечение; б) Общий вид [16].

Фазопереходный материал работает следующим образом: при нагреве материал выделяет часть тепла, которая поднимается по воздушному зазору конструкции и проникает через верхний воздушный клапан в помещение. При прекращении процесса нагрева материал твердеет, а тепловой поток, исходящий от него все также достаточен для обогрева конструкции [16].

Бабаев Б.Д. провел ряд расчетов, связанных с вычислением увеличения температуры аккумулирующих элементов; количества поглощенной энергии и объемов элементов. Результаты позволили сделать вывод об эффективности использования фазопереходных материалов в составе строительной конструкции не только в качестве теплоносителя, но и в концепции защиты объекта от перегрева.

Библиографический список

1. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Экспериментальное построение шкалы потенциала влажности для силикатного кирпича // Перспективы науки. 2022. № 9 (156). С. 55-57.
2. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Математическое моделирование нестационарного влажностного режима ограждений с применением дискретно-континуального подхода // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15 № 2. С 244-256. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.244-256

3. Zubarev K.P. Using discrete-continuous approach for the solution of unsteady-state moisture transfer equation for multilayer building walls // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. – 2021. Vol. 17. No. 2. P. 50-57. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-2-50-57
4. Zubarev K.P. Derivation of the equation of unsteady-state moisture behaviour in the enclosing structures of buildings using a discrete-continuous approach // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 83-90. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-4-83-90
5. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 463. № 022023. DOI: 10.1088/1757-899X/463/2/022023
6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure moisture regime using moisture potential // *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 193. № 03053. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819303053>
7. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Расчет толщины утеплителя стен зданий при нестационарном влажностном режиме ограждающей конструкции // *Перспективы науки*. 2023. № 1 (160). С. 99-101.
8. Зубарев К.П. Дискретно-континуальный подход в оценке влажностного состояния многослойной ограждающей конструкции // *Перспективы науки*. 2022. № 5 (152). С. 87-89.
9. Зубарев К.П. Экспериментальное определение коэффициента паропроницаемости образца строительного материала при вертикальном положении // *Строительные материалы*. 2020. № 6. С. 59-64. DOI: 10.31659/0585-430X-2020-781-6-59-64
10. Зубарев К.П., Бородулина А.И., Галлямова А.Р. Теоретические и экспериментальные методы определения сопротивления теплопередаче. Обзор литературы // *Строительные материалы*. 2021. № 6. С. 9-14. DOI: 10.31659/0585-430X-2021-792-6-9-14
11. Vorobyeva I. The prognosis of the diabetic retinopathy using computer science and biotechnology // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 203. № 01028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020301028>
12. Vorobyeva I.V. Mathematical modeling in diabetic retinopathy // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 224. № 03020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403020>
13. Vorobyeva I.V. Prediction of the course of primary open-angle glaucoma in combination with diabetic retinopathy using a mathematical model // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 224. № 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403021>
14. Vorobyeva I.V. Assessment of the development of primary open-angle glaucoma and diabetic retinopathy using digital medicine // *Web of Conferences*, 2020. Vol. 224. № 03022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20202240302215>.
15. Sandra Corasaniti, Luca Manni, Flavia Russo, Fabio Gori Numerical simulation of modified Trombe-Michel Walls with exergy and energy analysis // *International Communications in Heat and Mass Transfer*. 2017. Vol. 88, pp. 269-276
16. Babaev B. D. Energy efficiency of wall panel with heat storage in phase transition material // *Monitoring. Science and technology*. 2015. Vol. 4(25). pp. 96-99.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ИНФИЛЬТРАЦИИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Тимофеева М.Р., студент 4 курса 15 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Зубарев К.П., к.т.н., доц.

Введение

В наше время большую роль в жизни человека играет комфорт. Комфортные условия для жизни человека можно создать, соблюдая постоянство параметров воздуха в помещении, где находится человек. В основе оценки инфильтрации жилых и общественных зданий лежит анализ различных вентиляционных установок и их влияние на внутренние параметры помещения [1-14].

Инфильтрация при механической вентиляции

Прежде чем говорить об инфильтрации в помещении, необходимо понять что такое механическая приточно-вытяжная вентиляция. Механическая или принудительная вентиляция — комплекс оборудования, который обеспечивает приток воздушных масс в помещения с помощью вентиляционных каналов.

Инфильтрация называется проникновение наружного воздуха через неплотности наружных ограждений. Это происходит в результате того, что на стену действует гравитационное и ветровое давление. Гравитационное давление возникает из-за разности давлений воздуха с двух сторон наружной ограждающей конструкции. Разность давлений обуславливается разными значениями плотностей наружного и внутреннего воздуха. Под влиянием ветра возникает ветровое давление (рисунок 1).

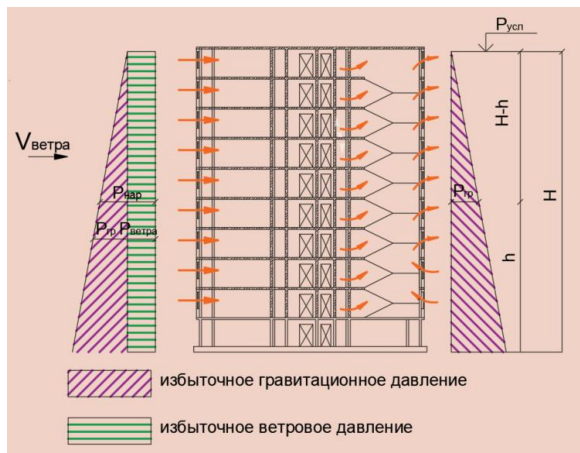


Рисунок 1. Эпора разности давления воздуха в здании со сбалансированной вентиляцией

Инfiltrация при естественной вентиляции

Естественная вентиляция – это система, в которой вытяжка осуществляется за счет действия крышного вентилятора, а приток под действием этого вентилятора поступает через окна.

Под действием вентилятора наружный воздух проникает через неплотности наружных ограждений

Расчет инfiltrации в жилом здании с естественной вентиляцией производится в соответствии с таблицей 7.1 СП 54.13330.2022 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные» [15].

Таблица 1. Значения воздухообмена помещений жилых зданий согласно СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» [15]

Помещение	Значение воздухообмена
Жилые комнаты (спальня, общая жилая комната (или гостиная), детская комната)	В соответствии с СП 60.13330.2020 (3 м ³ /ч на 1 м ² пола)
Кухня (кухня-ниша, кухонная зона в кухне-столовой) с электрической плитой (или электрическими варочной панелью и жарочным шкафом)	60 м ³ /ч
Кухня с газовой плитой (или газовыми варочной панелью и жарочным шкафом)	100 м ³ /ч
Ванная, душевая, туалет, совмещенный санузел	50 м ³ /ч
Уборная, туалет, постирочная	25 м ³ /ч

Исследование инfiltrации в квартире при различных системах вентиляции

Основная задача исследования - провести сравнение расчета тепловых потерь в помещении квартиры при механической приточно-вытяжной системы вентиляции и при естественной вентиляции.

Проведя анализ расчетов значений инfiltrации квартиры с естественной и механической вентиляцией (рисунок 2 и 3), можно сказать, что при механической вентиляции потери на инfiltrацию значительно меньше.

По результатам исследования, можно сказать, что потери на инfiltrацию с естественной вентиляцией составляют 58%, в то время как при механической всего лишь 12%.

Таким образом, можно сказать, что при механической приточно-вытяжной системе вентиляции необходимая площадь поверхности нагрева будет в разы меньше, чем при естественной вентиляции. Этот фактор влияет на стоимость закупаемых приборов отопления.

Однако, разницу между потерями инfiltrации при разных системах компенсируют потери на вентиляцию.

Сравнения расчета инфильтрации по различным нормативным документам

Согласно исследованию Дацюк Т.А. и Гримитлина А.М. [16], которое заключается в проверке и оценке на стадии проектирования расчетного количества наружного воздуха, которое поступает в здание при работе системы естественной вентиляции. Во время проведения расчетов было взято во внимание, что расчетное количество воздуха должно обеспечивать необходимые объемы для соответствия значениям нормативных кратностей воздухообмена для жилых помещений, а также расход на инфильтрацию, зависящий от распределения давления. [16].

Данный расчет был выполнен с учетом нормативных документов СП 50.13330.2012, СП 54.13330.2016, СП 23-101-2004, а результаты в соответствии с ГОСТ 31167-2009. [16].

В исследовании было получено, что под влиянием воздухопроницаемости ограждающих конструкций, а также влиянием на отопление и вентиляцию здания, увеличились удельные характеристики расхода тепловой энергии [16].

С помощью расчетов авторы показали, что в существующих положениях об оценке объема наружного воздуха, проникающего в здание с естественной вентиляцией, имеются несоответствия, а значит, это не позволяет дать грамотную оценку величины удельной производительности вентиляции здания и расхода тепла на отопление и вентиляцию [16].

Заключение

В системах с естественной и механической приточно-вытяжной вентиляцией выполняются принципиально разные расчеты нагрузки на систему отопления. Важно отметить, что нагрузка при организации механической системы вентиляции гораздо меньше, чем при организации естественной вентиляции.

При проектировании инженерных систем необходимо учитывать данный факт в инженерных расчетах.

Библиографический список

1. Зубарев К.П., Рынкoвская М.И. Экспериментальное построение шкалы потенциала влажности для силикатного кирпича // Перспективы науки. 2022. № 9 (156). С. 55-57.
2. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Математическое моделирование нестационарного влажностного режима ограждений с применением дискретно-континуального подхода // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15 № 2. С 244-256. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.244-256
3. Zubarev K.P. Using discrete-continuous approach for the solution of unsteady-state moisture transfer equation for multilayer building walls // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2021. Vol. 17. No. 2. P. 50-57. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-2-50-57.

4. Zubarev K.P. Derivation of the equation of unsteady-state moisture behaviour in the enclosing structures of buildings using a discrete-continuous approach // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 83-90. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-4-83-90.
5. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 022023. DOI: 10.1088/1757-899X/463/2/022023.
6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure moisture regime using moisture potential // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. № 03053. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819303053>.
7. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Современные исследования стены Тромба-Мишеля в концепции пассивного дома // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2022. № 6(1054). С. 58-60.
8. Зубарев К.П. Дискретно-континуальный подход в оценке влажностного состояния многослойной ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2022. № 5 (152). С. 87-89.
9. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Анализ особенностей исполнения стены Тромба - Мишеля // Перспективы науки. 2022. № 8(155). С. 98-102.
10. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Расчет толщины утеплителя стен зданий при нестационарном влажностном режиме ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2023. № 1 (160). С. 99-101.
11. Vorobyeva I. The prognosis of the diabetic retinopathy using computer science and biotechnology // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 203. № 01028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020301028>
12. Vorobyeva I.V. Mathematical modeling in diabetic retinopathy // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403020>
13. Vorobyeva I.V. Prediction of the course of primary open-angle glaucoma in combination with diabetic retinopathy using a mathematical model // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403021>
14. Vorobyeva I.V. Assessment of the development of primary open-angle glaucoma and diabetic retinopathy using digital medicine // Web of Conferences, 2020. Vol. 224. № 03022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403022>
15. СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные».
16. Т.А. Дацок, А.М. Гримитлин Влияние воздухопроницаемости ограждающих конструкций на энергопотребление жилых зданий // Вестник МГСУ, 2017, № 6(65), С. 204-211.

ФИЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*Туровец П.К., студент 1 курса 23 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Зубарев К.П., к.т.н., доц.*

Введение

На сегодняшний день использование возобновляемых источников энергии актуально и экономически выгодно. Одной из важнейших

предпосылок к их развитию считается не только дефицит, но и технический процесс, сопровождающийся образованием крупного рынка соответствующего спектра услуг. В основе работы энергетических установок лежат физические процессы и законы, исследование которых в перспективе способствует повышению их эффективности и экологической безопасности [1-14].

Солнечные электростанции

Согласно исследованиям Б.В. Лукутина, солнечный свет несет в себе энергию, переносимую электромагнитным излучением, рассеивается и поглощается. Приближаясь к Земле, солнечное излучение фрагментарно отражается. Поглощенная часть преобразовывается в тепло, самостоятельно генерируя излучение, идущее в окружающую среду. Нагретая в связи с передачей тепла земной поверхностью атмосфера, аналогичным образом направляет излучение вне Земли [15].

Работа термодинамических установок базируется на выработке электрической энергии путём превращения солнечной в механическую. А в основе функционирования гелиосистемы лежит явление фотоэффекта, открытое французским физиком А. Беккерелем в 1839 году [15].

Физический процесс через кремниевые полупроводниковые фотодиоды происходит следующим образом: энергия падающих на материал фотонов поглощается и передается полупроводниками электронам кремниевых фотодиодов. Возникает ток через электроприёмники в следствие явления образования потенциального градиента в области p-n перехода, созданного свободными носителями заряда [15].

Когда на фотоэлектростанцию падает свет, запускается процесс выработки энергии. Постоянный ток из панелей 1 преобразуется в переменный за счет изменения величины напряжения контроллером 3. В случае отсутствия освещения батарея заряжается от аккумулятора 8. Защита системы от избыточного заряда и разряжения в темное время суток достигается за счет включенных диодов в цепи накопителя и самих панелей соответственно [15].

Основные элементы, из которых состоит система солнечной батареи, показаны на рисунке 1.

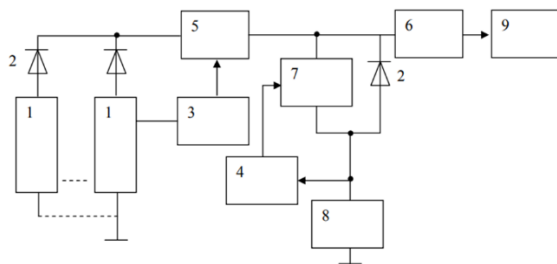


Рисунок 1. Структурная схема фотоэлектростанции: 1 – солнечные панели; 2 – диоды; 3 – контроллер пиковой мощности; 4 – контроллер зарядного тока; 5 – ключ; 6 – автономный инвертор; 7 – зарядное устройство; 8 – аккумуляторная батарея; 9 – нагрузка, по данным Б.В. Лукутина [15].

Гидропаровая турбина на основе геотермальных источников

Статья Б.В. Лукутина освещает также тему превращения энергии высокопотенциальных геотермальных вод в электрическую, по мнению автора, не отличающейся от получаемой из углеводородного топлива. Под высоким давлением пар, нагретый недрами Земли, поступает напрямую к лопаткам турбины, предварительно проходя очистку двухфакторной системой сепараторов и фильтров с теплообменником от примесей [15].

В процессе подачи воды высокой температуры совместно с выделяющимся паром в сопла с парогенерирующими решетками установки рабочий поток вскипает в результате адиабатного расширения. Однако преобразование тепловой энергии в кинетическую и механическую энергию турбины в гидропаровой турбинной установке (ГПТ) в отличие от паровой происходит только в жидкой фазе [15].

Простейшей моделью реактивной турбины, применяемой для ускорения, испарения и расширения нагретой пароводяной смеси потока с сохранением направления его движения, является Сегнерово колесо, представленное в Санкт-Петербургском техническом университете. Ее механизм основан на повышении давления горячей жидкости в напорной части. Скорость движения воды увеличивается с приближением к узкой его части сопла Лавалья [15].

Схема гидропаровой турбины на основе Сегнерова колеса представлена на рисунке 2 [15].

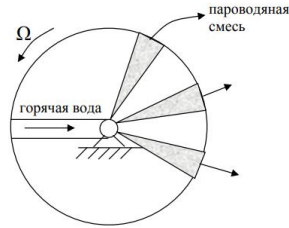


Рисунок 2. Схема гидроструйной турбины на основе колеса Сегнера по данным Б.В. Лукутина [15].

Данное устройство является технически простым в использовании, имеет относительно высокую производительность и модернизированную систему изменения мощности турбины, а также менее подвержено эрозии [15].

Волновые генераторы на базе гидропривода

Из-за доступности горючих ископаемых и отсутствия специального стимулирующего государственного тарифа по покупке зеленой энергии относительно США и стран ЕС в России применение возобновляемых источников энергии слабо развито [16].

Принцип работы волнового генератора заключается в следующем: за счёт своей плавучести буй 1 движется совместно с волнами на поверхности. С ним соединен шток гидроцилиндра 2, благодаря чему достигается их совместное движение. Впоследствии происходит вытеснение гидравлического масла из полостей гидроцилиндра, которая затем поступает в гидросистему установки. Благодаря данному процессу движение жидкости происходит в постоянном направлении. Снижение колебаний давления для обеспечения непрерывности потребления масла достигается за счёт работы аккумулятора 4. Произведенная энергия в электрогенераторе 6 преобразуется в механическую в гидромоторе 5, валом связанном с ним. В гидробаке 7 она стабилизирует электросистему установки, после чего поступает к потребителю. Созданный в системе замкнутый контур обеспечивает бесперебойную работу устройства с гидравлическим маслом [16].

Структурная схема волнового генератора представлена на рисунке 3.

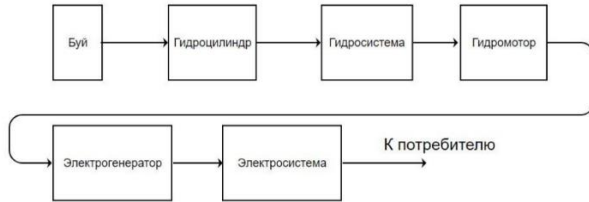


Рисунок 3. Структурная схема волнового генератора по данным Т. Д. Комарова и В. Я. Свербилова [16].

Понижение мощности волны приводит к нелинейному уменьшению мощности и на валу выхода гидравлической системы. Так образом, разработанная установка обеспечивает потребителей электроэнергией, полученной на основе морских волн [16].

В ходе проведенных исследований авторы приходят к выводу о том, что последующие разработки по модернизации системы следует направить на популяризацию её применения и роста эффективности генерируемой энергии, преимуществом чего также станет улучшение торгового баланса, сокращение средних цен на оптовом рынке и выбросов парниковых газов.

Библиографический список

1. Зубарев К.П., Рынкoвская М.И. Экспериментальное построение шкалы потенциала влажности для силикатного кирпича // Перспективы науки. 2022. № 9 (156). С. 55-57.
2. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Математическое моделирование нестационарного влажностного режима ограждений с применением дискретно-континуального подхода // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15 № 2. С 244-256. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.244-256
3. Zubarev K.P. Using discrete-continuous approach for the solution of unsteady-state moisture transfer equation for multilayer building walls // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2021. Vol. 17. No. 2. P. 50-57. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-2-50-57.
4. Zubarev K.P. Derivation of the equation of unsteady-state moisture behaviour in the enclosing structures of buildings using a discrete-continuous approach // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 83-90. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-4-83-90.
5. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 022023. DOI: 10.1088/1757-899X/463/2/022023.
6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure moisture regime using moisture potential // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. № 03053. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819303053>.
7. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Современные исследования стены Тромба-Мишеля в концепции пассивного дома // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2022. № 6(1054). С. 58-60.

8. Зубарев К.П. Дискретно-континуальный подход в оценке влажностного состояния многослойной ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2022. № 5 (152). С. 87-89.

9. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Анализ особенностей исполнения стены Тромба - Мишеля // Перспективы науки. 2022. № 8(155). С. 98-102.

10. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Расчет толщины утеплителя стен зданий при нестационарном влажностном режиме ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2023. № 1 (160). С. 99-101.

11. Vorobyeva I. The prognosis of the diabetic retinopathy using computer science and biotechnology // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 203. № 01028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020301028>

12. Vorobyeva I.V. Mathematical modeling in diabetic retinopathy // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403020>

13. Vorobyeva I.V. Prediction of the course of primary open-angle glaucoma in combination with diabetic retinopathy using a mathematical model // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403021>

14. Vorobyeva I.V. Assessment of the development of primary open-angle glaucoma and diabetic retinopathy using digital medicine // Web of Conferences, 2020. Vol. 224. № 03022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403022>

15. Б.В. Лукутин Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие // Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008, 187 с.

16. Т.Д. Комаров, В.Я. Свербилов Волновой генератор энергии на базе гидропривода. // Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Мир науки", Москва, 2020, 264 с.

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

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*Туровец П.К., студент 1 курса 23 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Зубарев К.П., преп., к.т.н.*

Введение

Экономические и технические аспекты использования возобновляемых источников энергии – актуальная на сегодняшний день тема для изучения. В обзоре приводится ряд исследований проблем энергодефицита и роста цен на рынке электроэнергии. Развитие науки в области возобновляемых источников энергии приведет к улучшению торгового баланса и сокращению средних цен на оптовом рынке [1-14].

Классификация

Согласно исследованиям эффективных решений муниципального энергетического планирования, инженерных приемов и установок выработки нетрадиционной энергии, экономическая и техническая эффективность использования автономных систем теплоснабжения по сравнению с централизованными, зависит от объемно-планировочных параметров здания, технических характеристик систем энергообеспечения, климатическими и государственными условиями энергоснабжения конкретной местности. Несмотря на огромные запасы газа и угля, в мире существуют области рентабельного использования солнечных станций, ветрогенераторов, в сравнении с дорогостоящим дизельным топливом [15].

Одной из важнейших предпосылок к развитию возобновляемых источников энергии П.С. Каныгин считает не только дефицит, но и технический процесс, сопровождающийся образованием крупного рынка соответствующего спектра услуг. Об этом свидетельствует рост инвестиций в развитие ВИЭ, а также внутреннего спроса и экспортных продаж в странах ЕС. Весомый вклад в поиске перспективного направления делает формирование отраслевых объединений предпринимателей, снижение издержек производства альтернативной электроэнергии, рост единичных мощностей новых энергоустановок и административная поддержка государств [15].

Однако по мнению П.С. Каныгина, недостатки ВИЭ перевешивают шансы их достоинства: возобновляемые ресурсы имеют свои пределы, требуют значительных территорий и не являются безотходными; процесс получения энергии варьируется; их применение подходит только для отдельных объектов; возможность переработки напрямую зависит от географической зоны; прогнозы на снижение цен не точны; первоначальный монтаж генераторов забирает большую часть стоимости; а также нестандартное качество и ограниченная мощность. Кроме того, традиционные источники активно развиваются в сторону экологичности и

экономичности, являющейся главным компенсаторным фактором в энергобалансе [15].

Зарубежный опыт таких стран как Великобритания, Греция, Норвегия, Нидерланды и Италия показывает, что возможно успешное управление спросом на энергосберегающую технику. Популяризация использования возобновляемых источников энергии в этих странах проводится путем поднятия тарифов на электроэнергию [15].

П. Каныгин приходит к выводу о том, что в нашей стране достаточно площади и предпосылок к применению ВИЭ. Весомая научная база в промышленных технологиях поможет нашей стране не отставать от прогресса «зеленой энергии» за рубежом за счет потребности в дополнительном снабжении на локальном уровне. Однако данная стратегия находится пока только на стадии зарождения [15].

По данным Б.В. Лукутина, ветер характеризуется быстротой, представляя собой произвольный поток воздуха из областей с высоким давлением в зоны с низким. Главными характеристиками ветроэнергетического перечня считаются [16]:

- изменение скорости и направления движения с течением времени;
- периодичность и характеристики функций;
- энергия, выделяемая в единицу времени в единицу объема;
- энергия потока воздуха;
- природные ресурсы рассматриваемой зоны;
- хронология изменения средних скорости ветра.

Чередование распространения воздушного потока описывает функция Вейбулла, выраженная следующими формулами [16]:

$$F(V) = e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (1)$$

$$f(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (2)$$

где коэффициент c , имеющий размерность скорости, характеризует масштаб изменения функции распределения по оси скоростей, а коэффициент k характеризует крутизну распределения [16].

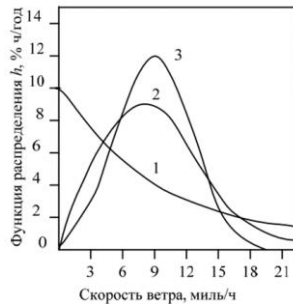


Рисунок 1. Функция распределения вероятностей Вейбулла при значении масштабного коэффициента $c = 10$ и параметров распределения $k = 1, 2$ и 3 (кривые 1–3 соответственно) по данным Б.В. Лукутина [16].

Технический ветровой потенциал территории может быть определен с учетом двух обстоятельств: площадь территории, пригодной по хозяйственным и экологическим условиям для размещения ветроэлектростанций и технический уровень современных ветроэнергетических установок, характеризуемый генерируемой мощностью в зависимости от скорости ветра.

Благодаря накопленному в наши дни в России и за рубежом теоретико-практическому опыту возможно повысить эффективность отопления помещений с помощью автоматизации системы регулирования и комплексного использования гелиосистем теплоснабжения (ГТС) с накопителями и коллекторами солнечной энергии [17].

Пример подобной структурной схемы солнечно-топливной котельной представлен на рисунке 2.

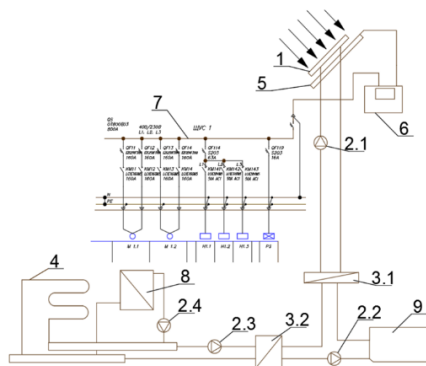


Рисунок 2. Комбинированная гелиосистема теплоснабжения по данным Д.Р. Абсалямова, Р.Р. Хальметова и Д.В. Шаповалова [17]

Принцип ее работы заключается в следующем: гелиосистема, тепловой насос и устройство охлаждения дизельной электростанции (ДЭС) обеспечивают поступление солнечной энергии в бак-накопитель (БН) 9. Циркуляционный насос гелиоконтра 2.1 запускается и отключается при соответствующих значениях температур воды в (БН) 9. Отобранное в приемнике насоса (ТН) 4 тепло источников уходит через теплообменник 3.2 в БН 9, что происходит только при температуре, не превышающей установленную в конденсаторе ТН. При включенном ДЭС, затеяя теплоприемник 1, система охлаждения отнимает тепло. В результате на основе дизельного топлива в ДЭС генерируется электроэнергия. В случае, если погода ясная, в системе запускается работа солнечной батареи 5, задействующая преобразователь 6 для вывода выработанной энергии в сеть [17].

Благодаря комплексному использованию коллекторных полей теплоприемников рассмотренная система позволяет управлять распределением тепла, оказывая влияние на величину потерь в контуре и вследствие на саму эффективность солнечных коллекторов [17].

Изученные исследования показывают, что использование возобновляемых источников энергии является экономически выгодным и имеет большие перспективы развития. Несмотря на огромные запасы газа и угля, с технической точки зрения, в России существуют области рентабельного использования солнечных станций, ветрогенераторов и электростанций, работающих на основе энергии морских волн, течений, приливов и океана. В результате проведенного анализа показана необходимость замещения органического топлива и высокомаржинальных генераторов традиционной энергетики, преимуществом чего также станет улучшение торгового баланса, сокращение средних цен на оптовом рынке и выбросов парниковых газов. Однако существует ряд сложностей, таких как недостаток финансирования, технических возможностей и консерватизм пользователей.

Библиографический список

1. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Экспериментальное построение шкалы потенциала влажности для силикатного кирпича // Перспективы науки. 2022. № 9 (156). С. 55-57.
2. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Математическое моделирование нестационарного влажностного режима ограждений с применением дискретно-континуального подхода // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15 № 2. С 244-256. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.244-256
3. Zubarev K.P. Using discrete-continuous approach for the solution of unsteady-state moisture transfer equation for multilayer building walls // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2021. Vol. 17. No. 2. P. 50-57. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-2-50-57.
4. Zubarev K.P. Derivation of the equation of unsteady-state moisture behaviour in the enclosing structures of buildings using a discrete-continuous approach // International

Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 83-90. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-4-83-90.

5. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 022023. DOI: 10.1088/1757-899X/463/2/022023.

6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure moisture regime using moisture potential // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. № 03053. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819303053>.

7. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Современные исследования стены Тромба-Мишеля в концепции пассивного дома // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2022. № 6(1054). С. 58-60.

8. Зубарев К.П. Дискретно-континуальный подход в оценке влажностного состояния многослойной ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2022. № 5 (152). С. 87-89.

9. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Анализ особенностей исполнения стены Тромба - Мишеля // Перспективы науки. 2022. № 8(155). С. 98-102.

10. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Расчет толщины утеплителя стен зданий при нестационарном влажностном режиме ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2023. № 1 (160). С. 99-101.

11. Vorobyeva I. The prognosis of the diabetic retinopathy using computer science and biotechnology // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 203. № 01028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020301028>

12. Vorobyeva I.V. Mathematical modeling in diabetic retinopathy // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403020>

13. Vorobyeva I.V. Prediction of the course of primary open-angle glaucoma in combination with diabetic retinopathy using a mathematical model // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403021>

14. Vorobyeva I.V. Assessment of the development of primary open-angle glaucoma and diabetic retinopathy using digital medicine // Web of Conferences, 2020. Vol. 224. № 03022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403022>

15. Каныгин П. С. Возобновляемые источники энергии в энергетике Евросоюза // Белорусский экономический журнал, 2009, С. 13-24.

16. Б.В. Лукутин Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие // Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008, 187 с.

17. Абсалямов Д.Р., Хальметов Р.Р., Шаповалов Д.В. Совершенствование схемных решений гелиосистем, применяемых в составе энергокомплекса специальных технических систем объектов наземной космической инфраструктуры // Труды военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, 2020, сс. 145-151.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Зобнина Ю.С., студент 4 курса 6 группы ИПГС

Научный руководитель – Зубарев К.П., преп., к.т.н.

Введение

В настоящее время одной из актуальных тем в строительстве является усовершенствование конструкций для повышения энергосбережения зданий. Существует множество исследований, посвященных изучению методов и способов удовлетворения потребностей энергосбережения [1-14]. Особое внимание в таких работах уделяется климатологии, так как выбор метода энергосбережения напрямую связан с условиями территории, на которой расположен объект.

Прогнозирование климата

Любой возводимый объект строится на долгие годы, поэтому, важно понимать, сможет ли та или иная энергосберегающая мера работать так же эффективно при изменении климата с течением времени. Автор Йылдыз Ю. в своем исследовании рассмотрел возможность прогнозирования климата для выбора более оптимальной энергосберегающей конструкции [15].

Для генерирования климатических сценариев ученый использовал программное обеспечение TMY2 и HadCM3-A2. Были взяты три временных интервала: 2020; 2050; 2080 года [15].

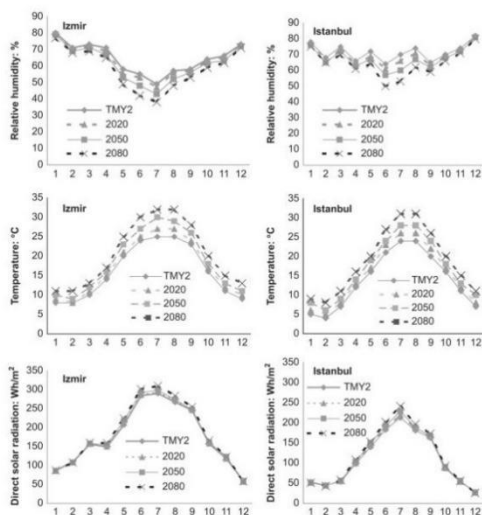


Рисунок 1. Климатические диаграммы на основе данных Йылдыз Ю. [15]

Анализ полученных климатических диаграмм (Рис.1) может лечь в основу выбора той или иной энергосберегающей стратегии [15].

В своей работе Йылдыз Ю. использовал также диаграмму Гивони в качестве инструмента климатического районирования. Автор выбрал три активных и восемь пассивных стратегий для изучения их по диаграмме. Анализ позволил определить какая из стратегий является более

эффективной, а какая менее, что также позволяет дать точную оценку целесообразности применения технологий [15].

Конструирование элементов здания

Одним из аспектов повышения энергоэффективности зданий является биоклиматическая архитектура. Она позволяет учесть конфигурацию и архитектурно-строительные решения с точки зрения рационального сосуществования человека с окружающей средой [16].

Авторы Г.В. Михеев, Э.Ю. Капорозова; А.В. Юрий; Т.Д. Халлиуллин; Ф. Халили изучили ряд архитектурных решений по строительству зданий для анализа эффективности использования климатических ресурсов [16].

Для получения тепловой энергии авторы выделяют использование примыкающих теплиц (Рис. 2), так как при таком варианте тепловой поток больше, чем, например, в варианте остекления кровли [16].

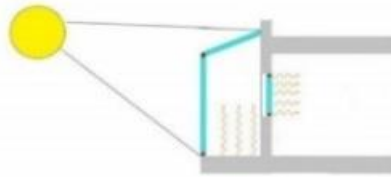


Рисунок 2. Конструкция остекленных примыкающих теплиц на основе данных Г.В. Михеев, Э.Ю. Капорозова; А.В. Юрий; Т.Д. Халлиуллин; Ф. Халили [16]

Для удовлетворения целей охлаждения авторы рассматривают охлаждение за счет высокой тепловой массы. Усовершенствование этого метода приводит к использованию материалов с фазовым переходом. В сухом климате для охлаждения используются методы испарения - распыление воды на кровли или в помещении [16].

В качестве солнцезащиты авторы предлагают использовать следующие методы: размещение дополнительной растительности на территории и внутри объекта; установка жалюзи или горизонтальных ламелей (Рис.3) [16].

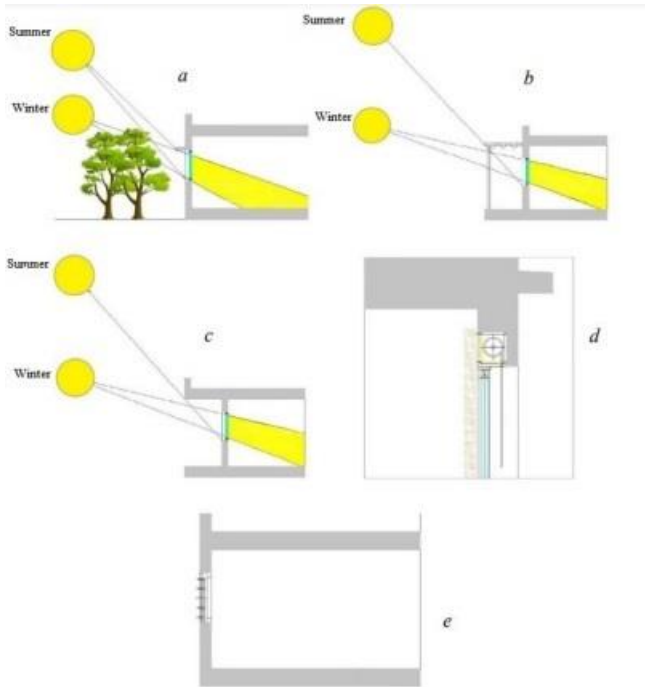


Рисунок 3. Методы защиты от солнца по данным Г.В. Михеев, Э.Ю. Капорозова; А.В. Юрий; Т.Д. Халлиуллин; Ф. Халили. а - Использование растений; b - пристройка беседки; с - пристройка крыльца; d - наружные жалюзи; e - ламели [16]

Библиографический список

1. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Экспериментальное построение шкалы потенциала влажности для силикатного кирпича // Перспективы науки. 2022. № 9 (156). С. 55-57.
2. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Математическое моделирование нестационарного влажностного режима ограждений с применением дискретно-континуального подхода // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15 № 2. С 244-256. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.244-256
3. Zubarev K.P. Using discrete-continuous approach for the solution of unsteady-state moisture transfer equation for multilayer building walls // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2021. Vol. 17. No. 2. P. 50-57. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-2-50-57
4. Zubarev K.P. Derivation of the equation of unsteady-state moisture behaviour in the enclosing structures of buildings using a discrete-continuous approach // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 83-90. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-4-83-90
5. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical model using discrete-continuous approach for moisture transfer in enclosing construction // IOP Conference

Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. № 022023. DOI: 10.1088/1757-899X/463/2/022023

6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Assessment of enclosing structure moisture regime using moisture potential // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. № 03053. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819303053>

7. Зубарев К.П., Рынковская М.И. Расчет толщины утеплителя стен зданий при нестационарном влажностном режиме ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2023. № 1 (160). С. 99-101.

8. Зубарев К.П. Дискретно-континуальный подход в оценке влажностного состояния многослойной ограждающей конструкции // Перспективы науки. 2022. № 5 (152). С. 87-89.

9. Зубарев К.П. Экспериментальное определение коэффициента паропроницаемости образца строительного материала при вертикальном положении // Строительные материалы. 2020. № 6. С. 59-64. DOI: 10.31659/0585-430X-2020-781-6-59-64

10. Зубарев К.П., Бородулина А.И., Галлямова А.Р. Теоретические и экспериментальные методы определения сопротивления теплопередаче. Обзор литературы // Строительные материалы. 2021. № 6. С. 9-14. DOI: 10.31659/0585-430X-2021-792-6-9-14

11. Vorobyeva I. The prognosis of the diabetic retinopathy using computer science and biotechnology // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 203. № 01028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020301028>

12. Vorobyeva I.V. Mathematical modeling in diabetic retinopathy // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403020>

13. Vorobyeva I.V. Prediction of the course of primary open-angle glaucoma in combination with diabetic retinopathy using a mathematical model // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 224. № 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403021>

14. Vorobyeva I.V. Assessment of the development of primary open-angle glaucoma and diabetic retinopathy using digital medicine // Web of Conferences, 2020. Vol. 224. № 03022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20202240302215>.

15. Yu. Yildiz Impact of climate change on passive design strategies // Ice proceedings, 2015

16. G. V. Mikheev, E. Y. Kapozozova, A. V. Yuri, T. D. Khaliullin, F. Khalili Engineering and architectural technologies for designing buildings in various climatic features of the territory // The Eurasian Scientific Journal, 2021, 1(13)

АНАЛИЗ СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

*Приходько В.Д., Жерносек М.А., студенты 4 курса 16 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Фролова А.А., к.т.н., доц.*

Аннотация

Среди специалистов, которые занимаются расчетом энергосберегающих мероприятий, всегда встает вопрос об их выгоды.

Для того, чтобы верно провести анализ, необходимо иметь данные по каждому субъекту Российской Федерации.

На момент написания статьи были собраны данные за 2021 и 2022 гг. Для упрощения работы специалистов нами был произведен анализ и систематизация полученных данных. Используя наши данные, можно прогнозировать изменение цен всех субъектов для расчетов в ближайшем будущем.

Введение

Во всем мире большое внимание уделяется энергосбережению в зданиях, которое направлено на сокращение потребления топливно-энергетических ресурсов. Задача энергосбережения в зданиях решается в том числе применением энергосберегающих решений: отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов и в нерабочее время, отопительная система контролирует процесс понижения температуры в доме в ночные часы или во время отсутствия хозяев, автоматизированная система освещения оснащается датчиками присутствия, которые реагируют на оставление помещения пустым. Для оценки выгоды применения таких мероприятий принято делать энергетическую оценку, на основании которой следующим этапом является экономическая оценка. Ключевым фактором в этой оценке является правильное определение стоимости энергоресурсов.

Основная часть

На территории Российской Федерации стоимости энергоносителей в различных районах могут значительно отличаться друг от друга в первую очередь из-за удаленности от энергоснабжающих предприятий. Для упрощения расчетов экономической оценки энергосберегающих мероприятий были собраны данные по стоимости электроэнергии в 85 субъектах Российской Федерации. Были изучены, систематизированы и аппроксимированы данные, касающиеся непосредственно населения. На рисунке 1 представлены диаграммы, показывающие преобладание той или иной ценовой категории в зависимости от типа потребителя. Интересно заметить, что для сельского населения и населения, проживающего в городских населенных пунктах в домах, оборудованных электроплитами и (или) электроотопительными установками, преобладают секторы красного и желтого цвета, что соответствует ценовым диапазонам от 2 до 3 рублей за 1 кВт·ч и от 3 до 4 рублей за 1 кВт·ч. Для городского населения преобладает сектор зеленого цвета, что соответствует диапазону от 4 до 5 рублей за 1 кВт·ч.



Рисунок 1. Диаграммы

В основном же рассматривались тарифы на электроэнергию для потребителей, приравненных к населению: одноставочный тариф, дифференцированный по двум временным зонам и дифференцированный по трем временным зонам за 2021 и 2022 года.

По полученным данным была произведена систематизация стоимостей 1 кВт·ч электроэнергии на территории Российской Федерации на 2 группы: наибольшая и наименьшая стоимость электроэнергии.

Следующие субъекты Российской Федерации относятся к группе с наибольшей стоимостью электроэнергии в 2021 год: Астраханская область, Вологодская область, Калужская область, Краснодарский край, Московская область, Ненецкий автономный округ, Новгородская область, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Саха (Якутия), Санкт-Петербург, Ставропольский край и Чукотский автономный округ. Диапазоны максимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч на территории Российской Федерации в 2021 году сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Диапазоны максимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч на территории Российской Федерации в 2021 году

Район, край, республика	Диапазоны максимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч, руб					
	Одноставочный тариф	Дифференцированный по двум временным зонам		Дифференцированный по трем временным зонам		
		Дневная зона	Ночная зона	Пиковая	Полупиковая	Ночная зона

Астраханская область, Вологодская область, Калужская область, Краснодарский край, Московская область, Ненецкий автономный округ, Новгородская область, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Саха (Якутия), Санкт-Петербург, Ставропольский край, Чукотский автономный округ	4,52 – 6,7	4,58 – 7,10	2,42 – 4,24	5,02 – 7,93	4,52 – 6,17	2,42 – 4,24
---	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

К группе с наибольшей стоимостью электроэнергии в 2022 год относятся те же субъекты Российской Федерации, что и в 2021 год, но добавились Владимирская область и Республика Алтай. Диапазоны максимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч на территории Российской Федерации в 2022 году сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Диапазоны максимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч на территории Российской Федерации в 2022 году

Район, край, республика	Диапазоны максимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч, руб					
	Одноставочный тариф	Дифференцированный по двум временным зонам		Дифференцированный по трем временным зонам		
		Дневная зона	Ночная зона	Пиковая	Полупиковая	Ночная зона

Астраханская область,						
Вологодская область,						
Владимирская область,						
Республика Алтай,						
Калужская область,						
Краснодарский край,						
Московская область,						
Ненецкий автономный округ,	4,62 – 8,9	4,81 – 10,24	2,55 – 5,54	5,27 – 11,43	4,75 – 8,9	2,55 – 5,54
Новгородская область,						
Республика Адыгея,						
Республика Калмыкия,						
Республика Саха (Якутия),						
Санкт-Петербург,						
Ставропольский край,						
Чукотский автономный округ						

Стоит заметить, что в процентном соотношении повышение цен в субъектах Российской Федерации в 2022 году относительно 2021 года составило от 4 до 48%. Наибольшее повышение цен относится к Чукотскому автономному округу.

Для наглядности на рисунке 2 на карте Российской Федерации были выделены красным субъекты с максимальной стоимостью на электроэнергию в 2021 году, а темно-красным (бордовым) субъекты, которые добавились в 2022 году.



Рисунок 2. Карта субъектов Российской Федерации с максимальной стоимостью на электроэнергию

К группе с наименьшей стоимостью электроэнергии за 2021 год относятся следующие субъекты Российской Федерации: Иркутская область, Красноярский край, Республика Дагестан и Чеченская республика. Диапазоны минимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч на территории Российской Федерации в 2021 году представлены в таблице 3.

Таблица 3. Диапазоны минимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч на территории Российской Федерации в 2021 году

Район, край, республика	Диапазоны максимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч, руб					
	Одноставочный тариф	Дифференцированный по двум временным зонам		Дифференцированный по трем временным зонам		
		Дневная зона	Ночная зона	Пиковая	Полупиковая	Ночная зона
Иркутская область, Красноярский край, Республика Дагестан, Чеченская республика	1,17 – 2,06	1,35 – 2,36	0,78 – 1,58	1,52 – 2,47	1,17 – 2,06	0,78 – 1,58

Эти же самые субъекты Российской Федерации относятся к группе с наибольшей стоимостью электроэнергии в 2022 год. Диапазоны

минимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч на территории Российской Федерации в 2022 году представлены в таблице 4.

Таблица 4. Диапазоны минимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч на территории Российской Федерации в 2022 году

Район, край, республика	Диапазоны максимальных стоимостей электроэнергии за 1 кВт·ч, руб					
	Одноставочный тариф	Дифференцированный по двум временным зонам		Дифференцированный по трем временным зонам		
		Дневная зона	Ночная зона	Пиковая	Полупиковая	Ночная зона
Иркутская область, Красноярский край, Республика Дагестан, Чеченская республика	1,23 – 3,09	1,41 – 3,55	0,82 – 1,85	1,60 – 3,71	1,23 – 3,09	0,82 – 1,85

В процентном соотношении повышение цен в субъектах Российской Федерации в 2022 году относительно 2021 года составило от 5 до 50%. Стоит заметить, что наибольшее повышение цен относится к Красноярскому краю (50%), но этот субъект все равно остался в группе с наименьшей стоимостью электроэнергии.

Для наглядности на рисунке 3 на карте Российской Федерации были выделены зеленым субъекты с минимальной стоимостью на электроэнергию в 2021 году и в 2022 году.



Рисунок 4. Карта субъектов Российской Федерации с максимальным повышением стоимости электроэнергии

Вывод

Результаты полученных данных по стоимости электроэнергии в различных районах РФ дают возможность осуществлять экономическую оценку энергосберегающих решений систем ТГВ в диапазонах указанных стоимостей с возможностью прогнозирования стоимости на перспективу по процентному соотношению увеличения цены.

Библиографический список

1. Фролова А. А., Лухменев П. И. Экономическое обоснование выбора системы кондиционирования воздуха для административно-торгового центра // Строительство: наука и образование. 2022. Т. 12. № 1. С. 101-110.
2. Малявина Е. Г., Фролова А. А. Влияние климатических особенностей района строительства на экономически выгодный уровень тепловой защиты офисных зданий // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2020. № 11 (743). С. 89-99.
3. Малявина Е. Г., Фролова А. А., Силаев А. С. Энергетическая и экономическая оценка систем свободного и машинного охлаждения для кондиционируемых помещений офисов // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2014. № 1. С. 42-46.
4. Малявина Е. Г., Фролова А. А., Силаев А. С. Энергетическая и экономическая оценка систем свободного и машинного охлаждения для кондиционируемых помещений офисов // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2014. № 2. С. 68-72.

5. Сайфидинов Б., Мухин Н.Д. рациональное использование энергоресурсов, вопросы и задачи строительства энергоэффективных сооружений // Евразийский союз ученых. 2020. № 12-5 (81). С. 44-50.

СРАВНЕНИЕ ВРЕМЕНИ ОСТЫВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ С НАРУЖНЫМИ СТЕНАМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА РАВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ ОТОПЛЕНИЯ

*Ахвердашвили Р.Г., студент магистратуры 2 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

Темп остывания здания после отключения отопления влияет на ощущения комфортности людей. Кроме того, от него зависит время, необходимое для ремонтно-восстановительных работ, и дает ответ на вопрос о необходимости слива дорогостоящей воды из местной системы отопления.

Определение времени остывания помещения с различными вариантами наружных стен выполняется с помощью программного комплекса *Excel*, в котором разработан алгоритм численного решения задачи нестационарного теплового режима помещения в конечно-разностной явной форме. При этом нестационарный процесс разбивается на множество стационарных с определённым шагом времени (критерий Фурье $Fo \leq 1/6$ [1]) расчета одной ступени (метод приближенной численной итерации [2]).

Для сравнительного анализа выбрано помещение высотой 3 м, шириной 6 м и глубиной 3 м. Перегородки помещения приняты из газобетона на цементном вяжущем толщиной 100 мм, теплотехнические показатели материала: теплопроводность 0,26 Вт/(м·°С), удельная теплоемкость 840 Дж/(кг·°С), плотность 600 кг/м³. Покрытие и перекрытие приняты из железобетона толщиной 200 мм, теплотехнические показатели материала: теплопроводность 2,04 Вт/(м·°С), удельная теплоемкость 840 Дж/(кг·°С), плотность 2500 кг/м³. Светопрозрачные конструкции в наружной стене отсутствуют.

Принятые варианты наружных стен имеют одинаковое термическое сопротивление равное 1,92 (м²·°С)/Вт. Выбранные конструкции наружных стен:

1. Однослойная (далее наружная стена № 1). Состав стены: газобетон на цементном вяжущем толщиной 500 мм теплопроводностью 0,26 Вт/(м·°С), с удельной теплоемкостью 840 Дж/(кг·°С), плотностью 600 кг/м³.

2. Двухслойная (далее наружная стена № 2). Состав стены (изнутри наружу): железобетон толщиной 200 мм теплопроводностью 2,04 Вт/(м·°С), с удельной теплоемкостью 840 Дж/(кг·°С), плотностью 2500 кг/м³; плиты минераловатные из каменного волокна толщиной 80 мм теплопроводностью 0,044 Вт/(м·°С), с удельной теплоемкостью 840 Дж/(кг·°С), плотностью 50 кг/м³.

3. Двухслойная (далее наружная стена № 3). Состав аналогичен стене № 2, порядок слоев обратный (теплоизоляционный слой с внутренней стороны конструктивного слоя).

4. Однослойная типа «сэндвич» (далее наружная стена № 4). Состав стены: плиты минераловатные из каменного волокна толщиной 90 мм теплопроводностью $0,047 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, с удельной теплоемкостью $840 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, плотностью $110 \text{ кг}/\text{м}^3$.

5. Двухслойная (далее наружная стена № 5). Состав стены (изнутри наружу): газобетон на цементном вяжущем толщиной 250 мм теплопроводностью $0,26 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, с удельной теплоемкостью $840 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, плотностью $600 \text{ кг}/\text{м}^3$; плиты минераловатные из каменного волокна толщиной 40 мм теплопроводностью $0,042 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, с удельной теплоемкостью $840 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, плотностью $50 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Исходные параметры для расчета времени остывания:

- начальная температура воздуха в помещении $20 \text{ }^\circ\text{C}$; наружная температура воздуха $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ (*const*); температура покрытия, перекрытия и перегородок $20 \text{ }^\circ\text{C}$; начальное распределение температуры в наружной стене соответствует стационарному при указанной внутренней начальной и наружной температурах воздуха;

- коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности стены $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$ [3]; коэффициент теплоотдачи на внутренних поверхностях вычисляется для каждой итерации в зависимости от разности температур поверхности и внутреннего воздуха (конвективная часть), лучистая составляющая принята постоянной ($5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$) [4];

- темп остывания воздуха в смежных помещениях (за внутренними ограждениями: перегородки, покрытие и перекрытие) равен темпу остывания внутреннего воздуха в расчетном помещении. Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Время остывания помещения с различными вариантами наружных стен

Наружная стена №	Время остывания помещения, ч, до температуры, $^\circ\text{C}$			
	15	10	5	0
1	25,7	64,5	108,5	159,3
2	39,6	97,6	163,4	239,4
3	21,6	55,1	93,2	137,1
4	21,6	55,2	93,2	137,2
5	25,4	63,3	106,3	155,9

Для улучшения визуального восприятия результатов по данным таблицы 1 построена линейчатая диаграмма с группировкой (рисунок 1).

Выводы

1. В наружных ограждающих конструкциях одинакового состава (наружные стены № 2 и 3) большое влияние на тепловую инерцию

помещения (следовательно, и на время остывания) оказывает расположение теплоизоляционного слоя. При расположении теплоизоляционного слоя с внутренней стороны конструктивного (наружная стена № 3), время остывания помещения до 0 °С уменьшается на 42,7 % (102,3 ч). Важно отметить, что на внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции коэффициент теплоотдачи 8,7 Вт/(м²·°С) значительно меньше, чем на наружной – 23 Вт/(м²·°С). Наш вывод об уменьшении темпа охлаждения наружной ограждающей конструкции при расположении теплоизоляционного слоя со стороны поверхности с меньшей теплоотдачей совпадает с выводами А.М. Шкловера [5]: «...чтобы получить большее затухание колебаний температуры в двухслойной стенке, надо слой из более теплоустойчивого материала располагать с той стороны стенки, где α меньше...». «Большее затухание» означает меньшее охлаждение, подтверждающее наш тезис.

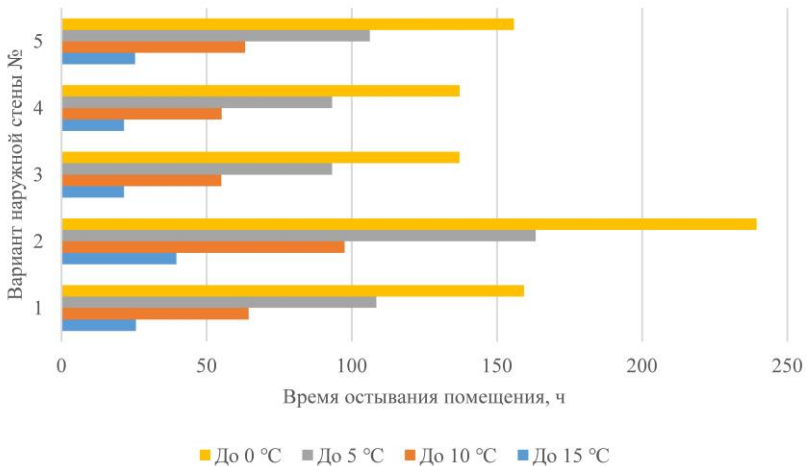


Рисунок 1. Диаграмма времени остывания помещения с различными вариантами наружных стен

Темп охлаждения помещения с наружной стеной № 3 практически аналогичен темпу охлаждения с однослойной стеной, состоящей из теплоизоляционного материала (наружная стена № 4).

2. Массивность наружной стены не является основным фактором, влияющим на тепловую инерцию помещения. Необходимо также учитывать наличие теплоизоляционного слоя, который влияет на распределение температурного поля в стене при стационарных условиях. Следовательно, количество аккумулированной теплоты массивным конструктивным слоем возрастает (средняя температуры слоя при стационарных условиях выше), что увеличивает время остывания помещения. Данный эффект хорошо наблюдается при сравнении наружных стен № 1 и 5. Массивность стены №

5 в 2 раза меньше стены № 1 (без учета малой массивности теплоизоляционного слоя), но при этом время остывания помещения до 0 °С меньше всего на 2,1 % (3,4 ч).

3. Наружные стены, в составе которых имеются конструктивный и теплоизоляционный слои (при расположении теплоизоляционного слоя снаружи конструктивного), оказывают значительное влияние на время остывания. Время остывания до 0 °С помещения с наружной стеной № 5, в которой конструктивный слой газобетон (объемная теплоемкость 504 кДж/(м³·°С)), меньше на 83,5 ч по сравнению со стеной № 2, в которой конструктивный слой железобетон (объемная теплоемкость 2100 кДж/(м³·°С)). Отсюда следует, что объемная теплоемкость материала конструктивного слоя имеет важное значение в формировании темпа охлаждения помещения.

Библиографический список

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1982. — 415 с., ил.
2. Исаченко В.П., Осипов В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Изд. 2-е. — М., «Энергия», 1969. 440с. с илл.
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменениями N 1, 2). / Официальное издание. — М.: Минрегион России, 2012 г.
4. Малявина Е.Г., Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Москва: Издательство МИСИ — МГСУ, 2018. — 288 с.
5. Шкловер А.М. Теплопередача при периодических тепловых воздействиях. — М – Л.: Госэнергоиздат, 1961. 160 с. с черт.

СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ИСХОДНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЯ. МИРОВОЙ ОПЫТ

*Урядов М.И., аспирант 1 курса кафедры ТТВ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

Для проектирования инженерных систем здания и его тепловой оболочки свойственно задание необходимой климатической информации в виде комплекса метеорологических параметров наружного климата, характерных для определенных расчетных условий. Эти расчетные значения, например, температуры наружного воздуха, отражают не самые экстремальные максимумы и минимумы параметров за период метеорологических наблюдений, а принимаются с некоторой обеспеченностью, определяемой согласно СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» [1].

Авторы [2] объясняют, что наравне с расчетными условиями важно обладать информацией об эксплуатационных условиях. Значения параметров, характерных для эксплуатационных условий лежат в пределах расчетных условий. Наличие такого блока климатических данных с достоверными суточными или даже почасовыми значениями параметров позволит рассчитывать нестационарный тепловой режим помещения.

В предлагаемой статье будут рассмотрены существующие разработки и способы визуализации блока исходных климатических данных наружного климата epw-формата (EnergyPlus Weather Format), как получившего наибольшее распространение в мировой практике проектирования.

В 2021 году ученые из исследовательского центра внутренней среды здания [3] (Center for the Built Environment (CBE), University of California, Berkeley) представили широкой общественности веб-приложение для анализа и визуализации исходных климатических данных – CBE Clima Tool [4-5].

Визуализированные наборы климатических данных в виде типового метеорологического года (ТМГ) получены из двух систем: Energy Plus и Climate.One.Building.org. Кроме того, пользователь самостоятельно может загружать в онлайн-инструмент метеорологическую информацию в EPW-формате из других источников или использовать собственный блок климатических данных.

Приложение Clima организовано в виде ряда вкладок. Для начала необходимо выбрать один из полезных для собственной работы наборов климатических данных, используя интерактивную карту (см. рисунок 1), либо загрузить файл с климатическими данными со своего компьютера.

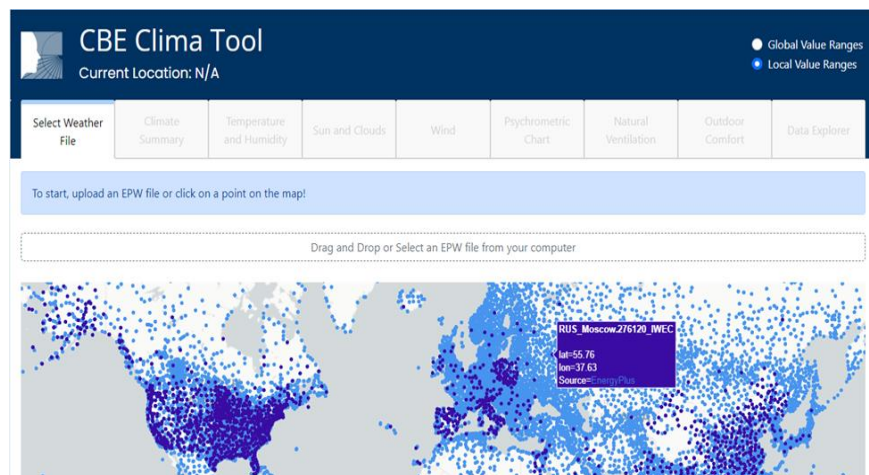


Рисунок 1. Выбор набора климатических данных: Пример: г. Москва, источник: Energy Plus.

В верхней части следующей вкладки «Краткий отчет по климату» («Climate Summary») представлена информация о выбранном местоположении, такая как долгота, широта и климатическая зона по Кёппену-Гейгеру. По остальным параметрам пояснения даны непосредственно на рисунке 2.

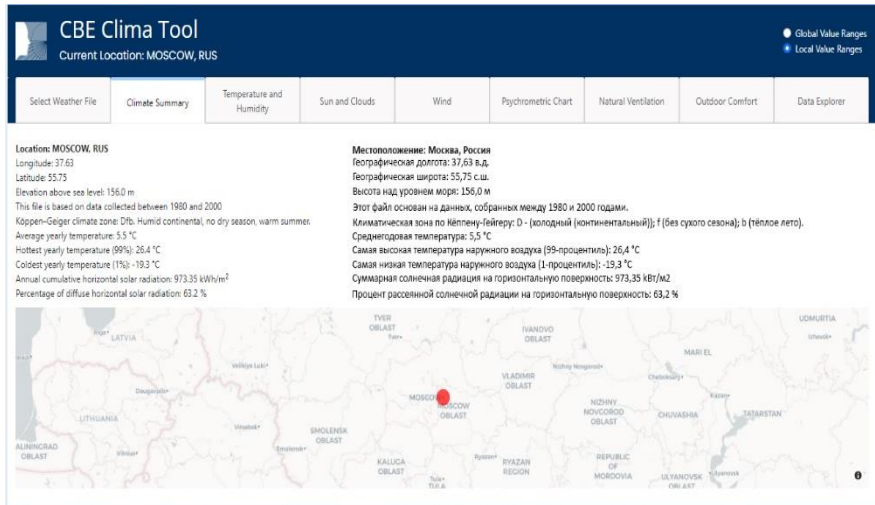


Рисунок 2. «Краткий отчет по климату» для г. Москва.

В нижней части страницы содержатся диаграммы градусо-суток отопительного и охлаждающего периодов и четыре графика-скрипки. Графики «Климатические профили» («Climate Profiles») (см. рисунок 3) показывают годовое распределение по четырем ключевым переменным (температура воздуха по сухому термометру (Tdb), относительная влажность воздуха (RH), солнечная радиация на горизонтальную поверхность (GHI) и скорость ветра (U)) и их изменение в дневное и ночное время.

На графиках показана плотность вероятности распределения данных при различных значениях переменных. Более широкие участки графика представляют более высокую вероятность того, что переменные примут данное значение, а более узкие - более низкую их вероятность.

При наведении курсора мыши на графиках отображаются различные статистические свойства данных. Например, на графике распределения температуры наружного воздуха по сухому термометру представлены следующие значения: максимальное значение: + 30,6 °C; минимальное значение: - 25,2 °C.

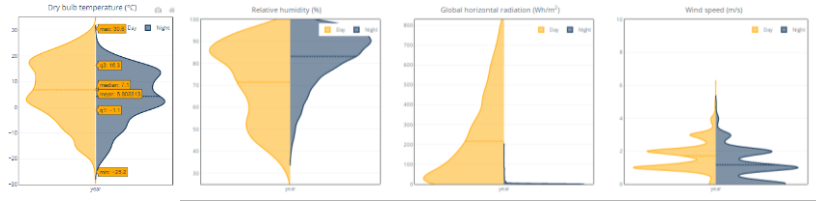


Рисунок 3. «Климатические профили» для г. Москва.

На следующей вкладке «Температура и относительная влажность» («Temperature and Humidity») представлены графики годового и дневного распределения температур по сухому термометру (см. рисунки 4-6) и относительной влажности воздуха. Значения соответствуют типичному метеорологическому году (typical meteorological year —ТМҮ), состоящему из двенадцати так называемых «типичных метеорологических месяцев» (typical meteorological months — ТММ).

Годовой график позволяет оценить диапазоны температур по сухому термометру в разные месяцы. Кроме того, наложение тенденции среднего значения за каждый день помогает визуализировать различия между минимальными и максимальными дневными значениями для исследуемого местоположения.

Ежемесячные графики типичных месячных дней, показывают все почасовые температуры, а наличие ежедневных медиан помогают оценить резко отличающиеся друг от друга значения, т.е. средние и максимальные дневные амплитуды температур.

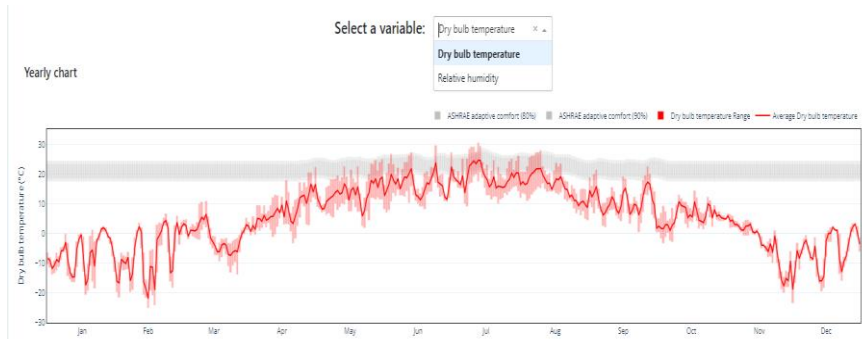


Рисунок 4. Годовой график распределения температуры по сухому термометру за каждый день с выделенным трендом среднего значения

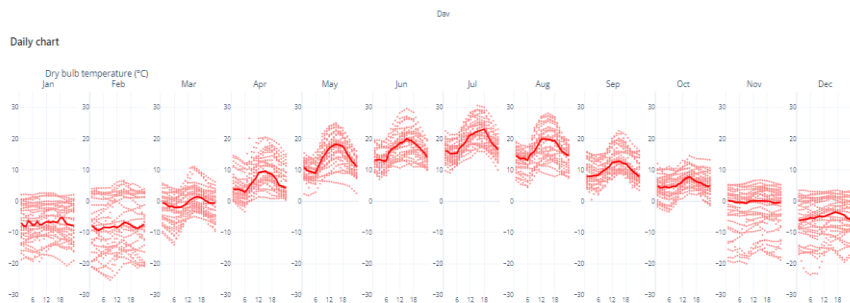


Рисунок 5. Ежемесячные графики распределения температуры по сухому термометру с почасовыми значениями с выделенным трендом среднего значения

Descriptive statistics (count, mean, std, min, max, and percentiles)

month	mean (°C)	std (°C)	min (°C)	1% (°C)	25% (°C)	50% (°C)	75% (°C)	95% (°C)	max (°C)
Jan	-6.76	5.66	-20.6	-18.91	-11	-6.65	-1.7	2.36	2.6
Feb	-7.58	8.52	-25.2	-23.63	-15	-8	1.3	5.66	6.6
Mar	-8.92	4.5	-13.9	-11.76	-3.82	-0.7	2.3	9.8	11
Apr	7.27	5.86	-3.3	-1.24	3.3	6.4	11.2	19.88	20.4
May	13.42	4.77	1.8	3.6	9.7	13	17.82	24.86	25
Jun	16.55	4.36	7	8.52	13	16.3	19.42	27.16	29.6
Jul	19.11	4.38	9	10.84	16	18.5	21.82	29.1	30.6
Aug	15.36	4.86	4.4	5.39	12.7	15.4	19.3	27.1	28.1
Sep	10.94	4.19	0.5	3.32	7.9	10.2	14.1	20.36	22.5
Oct	5.66	3.43	-3.4	-2.36	3.4	5.8	8	13.4	14.5
Nov	-2.67	6.9	-20	-19.18	-6.3	-0.3	2.6	6.46	6.8
Dec	-5.71	6.23	-23.5	-20.47	-9.7	-5.25	-0.1	3.36	3.5
Year	5.52	10.84	-25.2	-19.3	-1.5	5.9	14.1	26.4	30.6

Рисунок 6. Вид статистическая таблица. Средняя температура, стандартные отклонения, минимальные значения, значения процентилей (1%, 25%, 50%, 75%, 99%), максимальные значения

Выводы

1. Простое и информативное представление стандартного для ряда зарубежных стран блока исходных климатических данных позволяет анализировать климатические условия для требуемого географического месторасположения.

2. Наличие возможности загружать и обрабатывать в Clime Tool собственные климатические данные в формате erw позволяет создавать и с необходимой периодичностью обновлять климатические модели, например, для крупнейших городов России.

3. Существование блока исходных климатических данных с достоверными суточными или даже почасовыми значениями параметров позволит рассчитывать нестационарный тепловой режим помещения.

4. Представленная уже сейчас в открытом доступе база климатических данных для большого количества населенных пунктов позволяет сравнивать различные климатические условия между собой и продумывать пути

решения создания комфортного микроклимата в здании уже на стадии разработки его концепции.

Библиографический список

1. СП 131.13330.2020. «СНиП 23-01-99* Строительная технология». М.:Минстрой России. 2020.
2. Малявина Е.Г., Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. гос. строит. ун-т. — Москва: Издательство МИСИ — МГСУ, 2018. — 288 с.
3. Betti, G., Tartarini, F., Nguyen, C., Schiavon, S. (2022). CBE Clima Tool: a free and open-source web application for climate analysis tailored to sustainable building design. Version: 0.7.3 <https://doi.org/10.48550/arkiv.2212.04609>
4. <https://clima.cbe.berkeley.edu>
5. <https://cbe-berkeley.gitbook.io/clima/>

ВЛИЯНИЕ СКВОЗНОЙ ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ

*Шахмалиев Р.Т., аспирант 1 курса кафедры ТГВ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

Теплоустойчивость – это свойство ограждения или помещения сохранять свою температуру неизменной при изменении тепловых условий [1]. Характеристики теплоустойчивости, в полной мере отражающие различные аспекты периодической нестационарности теплового режима ограждения или помещения, разработаны [2] в теории теплоустойчивости.

Выделяют сквозную и внутреннюю теплоустойчивость [1–3]. Сквозная теплоустойчивость важна при определении изменений температуры на внутренней поверхности ограждающей конструкции при периодических колебаниях теплового потока (например, от солнечной радиации или от суточного хода температуры наружного воздуха), идущего с наружной стороны. Характеристиками сквозной теплоустойчивости являются затухание ν и запаздывание ϵ, χ , температурной волны при прохождении её от наружного воздуха до внутренней поверхности ограждающей конструкции [2].

Внутренняя теплоустойчивость характеризует формирование изменений температуры каждой внутренней поверхности помещения и температуры его воздуха при периодических колебаниях теплового потока в помещении. Характеристиками внутренней теплоустойчивости являются коэффициент теплоусвоения поверхности ограждающей конструкции $Y, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, и сдвиг фаз, ϵ_y , в единицах угла или времени, а также комплексный показатель теплоусвоения помещения $U_n, \text{Вт}/^\circ\text{C}$, и сдвиг фазы этого показателя, ϵ_y , в единицах угла или времени.

Для исследования было выбрано 10 наружных стен. 5 из них были на железобетонном основании толщиной 200 мм, а остальные 5 на ячеистобетонном. При этом термическое сопротивление теплопередаче всех 10 стен подобрано одинаковым, а коэффициент теплоусвоения на внутренней поверхности был одинаков для стен с одинаковым основанием, что видно из таблицы 1.

Решалась следующая задача. Под воздействием одних и тех же для каждого варианта расчёта суточных колебаний температуры наружного воздуха с полным размахом от минимального 21 °С до максимального значения 35 °С через наружную стену проникают температурные волны в помещение, которое в течение рабочего дня с 8:30 до 18:00 часов охлаждается потолочной панелью, температура которой подбирается так, чтобы температура воздуха помещения в рабочее время была относительно постоянна и равнялась приблизительно 20 °С. Варианты расчёта отличались друг от друга составом наружных стен. Окна в помещении не было чтобы не исказить влияние сквозной теплоустойчивости наружных стен.

Таблица 1. Основные теплотехнические характеристики наружных стен, принятых к рассмотрению

№ вар. огр.	Термическое сопротивл. конструкции R_s , (м ² ·°С)/Вт	Затухание температурной волны, ν	Запаздывание Температурной волны, ϵ , радиан	Запаздывание температурной волны, ϵ , часов	Коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности, Y , Вт/(м ² ·°С)	Сдвиг фаз, ϵ_y , радиан	Сдвиг фаз, ϵ_y , часов
Теплоустойчивая наружная стена							
1	2.415	97.901	2.682	10.243	6.301	.984	3.7 57
2	2.411	94.984	2.537	9.689	6.310	.983	3.7 55
3	2.415	95.386	2.551	9.745	6.309	.983	3.7 55
4	2.410	94.752	2.524	9.639	6.311	.983	3.7 55
5	2.412	193.040	4.085	15.603	6.254	.991	3.7 85
Легкая наружная стена							
6	2.422	119.786	2.203	8.414	21.344	.856	3.2 70
7	2.425	119.383	2.157	8.238	21.349	.857	3.2 72
8	2.410	118.396	2.134	8.152	21.350	.857	3.2 73
9	2.411	585.828	5.119	19.553	20.905	.841	3.2 12

10	2.412	650.517	5.252	20.061	20.887	.841	3.2 11
----	-------	---------	-------	--------	--------	------	-----------

Решение выполнялось методом конечных разностей по неявной схеме. Как было сказано в начале статьи, на проникающие через стену температурные волны накладывается влияние внутренней теплоустойчивости. Так как температура воздуха помещения в нерабочее время для разных вариантов была различной, теплопоступления в помещения в течение суток и даже в рабочее время были различными, что прослеживается в таблице 2.

Сравнение изменения значений затухания температурной волны в наружных стенах по таблице 1 для разных вариантов в каждом типе стен с изменениями теплопоступлений в помещения за сутки и в рабочее время показывает, что с увеличением затухания теплопоступления падают. Однако это не относится к варианту 5. Дело в том, что в вариантах 1 – 4 стены утеплены эффективным легким утеплителем, а утепление стены варианта 5 из газобетона. Причем внутренний слой газобетона повлиял на коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности стены варианта 5. Поэтому совместное влияние сквозной и внутренней теплоустойчивости сыграло на некоторое снижение теплопоступлений и они выбились из общей тенденции изменения значений теплопоступлений.

Таблица 2. Суммарные тепловые потоки в помещения

№ варианта ограждения	За сутки за счёт теплопередачи через стену, Вт·ч	За сутки лучистые холодопоступления от потолка, Вт·ч	За сутки конвективные холодопоступления от потолка, Вт·ч	За рабочий день лучистые холодопоступления от потолка, Вт·ч	За рабочий день конвективные холодопоступления от потолка, Вт·ч	За сутки холодопоступления от потолка, Вт·ч
Тяжелая отделка помещения						
Теплоустойчивая наружная стена						
1	270,0	803,5	383,7	795,6	372,1	1187,2
2	227,3	705,0	323,7	698,3	314,1	1028,78
3	250,8	759,8	356,8	752,6	346,1	1116,6
4	249,2	751,8	349,5	736,8	337,9	1101,3
5	251,1	758,3	353,3	742,6	341,4	1111,6
Легкая наружная стена						
6	243,9	750,3	352,1	748,3	341,5	1102,4
7	226,5	708,8	327,6	708,4	318,1	1036,4

8	226.8	709.4	327.6	708.2	318.0	1037.0
9	231.9	722.1	334.8	719.8	324.7	1056.9
10	237,3	736.1	337,2	712,3	322,9	1073,3
Легкая отделка помещения						
Теплоустойчивая наружная стена						
1	273,1	807.7	372.7	758.4	354.7	1180.4
2	230.4	709.5	315.3	666.9	300.3	1024.8
3	254,0	764.1	347.0	718.0	330.3	1111.2
4	251.7	756.8	341.1	704.5	323.4	1097.9
5	254.5	763.4	344,8	709.9	326.7	1108.2
Легкая наружная стена						
6	244.0	758.0	338.5	697.3	317.3	1096.5
7	227.0	716.2	315.4	662.1	296.6	1031.6
8	227.1	716.8	315.4	661.4	296.3	1032.3
9	232.2	729.8	322.3	671.4	302.1	1052.0
10	238.7	746.5	326.2	662.7	298.9	1072.7

Если сравнивать одни и те же варианты стен при легкой и тяжелой отделке помещений, то видно, что внутренняя теплоустойчивость при рассмотренных небольших тепловых нестационарных воздействиях снаружи влияет значительно больше, чем сквозная.

Выводы

1. Чем больше затухание температурной волны в наружной стене снаружи внутрь, тем меньше значения пропускаемых тепловых потоков. Но это не однозначная зависимость: влияет также коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности стены, чем он больше, тем теплопоступления меньше.

2. Сквозная теплоустойчивость на тепловой режим помещения действует только совместно с внутренней теплоустойчивостью.

Библиографический список

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1982. — 415 с., ил.

2. Шкловер А.М. Теплопередача при периодических тепловых воздействиях. - М - Л.:Госэнергоиздат, 1961. 160 с. с черт.

3. Малявина Е.Г., Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Москва: Издательство МИСИ — МГСУ, 2018. — 288 с.

СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ. ПРИМЕР ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

*Савенко Г.А., аспирант 1 курса кафедры ТГВ
Научный руководитель – Бусахин А.В., доц., к.т.н.*

Аннотация

Обеспечение безопасности людей во время эвакуации при пожаре в здании – одна из самых приоритетных задач при проектировании систем противодымной вентиляции (далее ПДВ). Перед инженерами стоит вопрос о том, как добиться требуемых параметров и выполнить все соответствующие требования, предъявляемые к системам по нормативной документации. Зачастую опыт проектирования необходимо совмещать в деятельности, непосредственно связанной с надзором по соблюдению выполнения монтажа по разработанному и выпущенному проекту на самом объекте. Цель данного исследования – продемонстрировать одну из проблем при проектировании систем ПДВ и предложить способ её решения, опираясь на практический опыт.

Введение

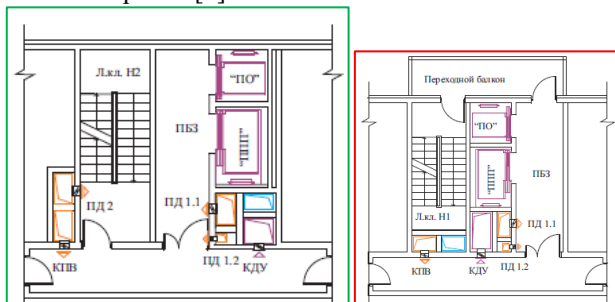
Согласно СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» с изм.№1,2 [1] при работе систем дымоудаления (далее ДУ) и системы компенсации дымоудаления (далее КДУ), требуется обеспечить перепад давления на двери из межквартирного коридора не более чем 150 Па. В зданиях высотой менее 75 метров жилых и менее 50 метров общественных системы работают как единый пожарный отсек. По СП 253.1325800.2016 «Инженерные системы высотных зданий» с изм.№1 [2] для систем ПДВ требуется разбивка по пожарным отсекам для обеспечения возможности наладки системы и соблюдения требования о не превышении 1000 Па на сети. Тогда рассматривается два случая:

1. Вентиляторы ДУ и КДУ находятся в пределах единого этажа
2. Вентиляторы ДУ и КДУ находятся на разных этажах

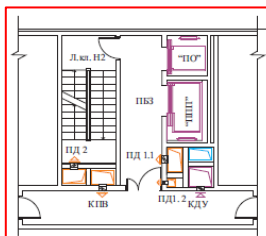
Их расположение напрямую влияет на создаваемый перепад в коридоре, поскольку возникаемый дисбаланс смещает значение перепада давления на этаже в худшую сторону – в сторону увеличения перепада давления. За счет чего это происходит и вариант решение рассмотрен далее.

Основная часть

Споры об организации системы ДУ и КДУ в межквартирном коридоре особенно актуальны в настоящее время. Экспертиза требует организацию массового баланса по СП 7, значительная часть профессионального сообщества с этим не согласно и настаивают на объемный баланс, ссылаясь на многолетний опыт проведения испытаний на объектах, а также формулировку в СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [3]. Консенсуса нет. В СНиП П-Л.1-71 «Жилые здания. Нормы проектирования» [4] присутствует запись, что при сообщении коридора с лестничной клеткой для обеспечения незадымляемости требуется организация системы подпора в лестничную клетку (ПД в ЛК) и ДУ из коридор, что не подходит для 75% современных типовых планировок [5].



**ЛК типа Н1
ЛК типа Н2**



ЛК типа Н2

ЛК типа Н2+Н3

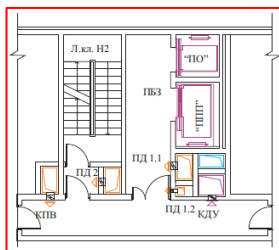


Рисунок 1. Типовые планировки расположение ЛК относительно коридора

Все это подводит нас к тому, что если нет выверенных и общепринятых договоренностей по организации условий работы системы ПДВ в коридоре, при которых люди без затруднений эвакуируются, то появившиеся дополнительные факторы, влияющие на перепад давления на двери, могут стать критическими.

Рассмотрим описанную ситуацию на графическом примере рис.2.

Установки расположены на одном уровне Установки расположены на разных уровнях

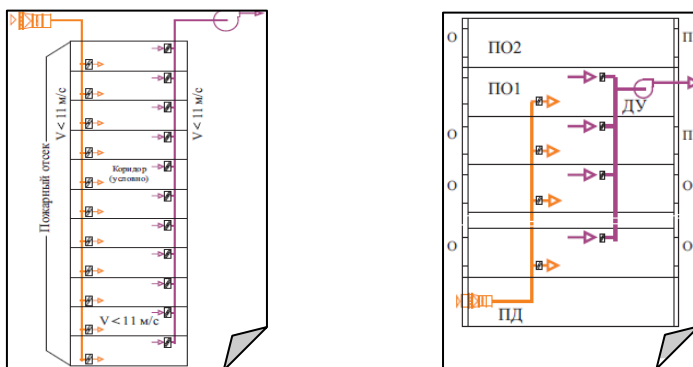


Рисунок 2. Схема расположения установок ПДВ

Самым важным для нас является этаж, на котором происходит пожар. На нем включаются системы ДУ и КДУ. На остальных этажах клапаны закрыты и через них подсосывается, либо утекает воздух. В случае, когда установки на одном уровне, примерно одинаковое количество воздуха теряется на зарытых клапанах, а на этаж пожара доходит расчетный расход воздуха. Но если схема расположения установок соответствует разным уровням, то по пути наименьшего сопротивления на этаж пожара либо придет больше воздуха, что создаст дополнительный избыток воздуха для поддержания горения, либо наоборот, значительную разницу и сильное разрежение, что не даст эвакуироваться людям.

Было предложено выполнить несколько расчетов, один из которых стандартный при одинаковых размерах клапанов, а другие расчеты велись для различных размеров клапанов на протяжении сети в пределах одного пожарного отсека.

Вывод

Для получения гидравлически равных участков сети при работе системы ДУ и КДУ на различных этажах пожара достаточно разбить пожарный отсек на 3 зоны и между каждой зоной уменьшить площадь

живого сечения на 18-20% по направлению движения воздуха от вентилятора – чем ближе к вентилятору, тем меньше сечение.

Библиографический список

1. 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» с изм.№1,2
2. СП 253.1325800.2016 «Инженерные системы высотных зданий» с изм.№1
3. СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
4. СНиП II-Л.1-71 «Жилые здания. Нормы проектирования»
5. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОТДАЧИ ВОЗДУХОВОДА ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ БЕСКОНТАКТНОГО ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ

*Арутюнян А.М., студент 4 курса 14 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Саргсян С.В., доц., к.т.н.*

Аннотация

В ряде случаев температура движущегося в воздуховоде воздуха сильно отличается от температуры среды, окружающей воздуховод снаружи. При этом нередко возникает необходимость оценить изменение температуры движущегося воздуха, происходящее вследствие теплообмена с окружающей средой. Этой средой может быть воздух помещений, в которых находится воздуховод, или массив грунта, если воздуховод является подземным.

Наибольший практический интерес представляет случай, когда требуется определить нагревание охлажденного в центральном кондиционере воздуха, подаваемого с заданными параметрами в обслуживаемые помещения с помощью системы открыто проложенных воздухопроводов.

Поступления теплоты при значительной разности температур могут существенно изменить состояние подаваемого в помещение воздуха, что потребует дополнительного охлаждения при обработке воздуха в центральном кондиционере. Если воздухопроводы не имеют тепловой изоляции, требуется значительно большее дополнительное охлаждение воздуха, чем в случае воздухопроводов с тепловой изоляцией.

Однако устройство тепловой изоляции связано с дополнительными капитальными затратами. В некоторых специальных случаях необходимо также учитывать стоимость дополнительного объема помещения, занимаемого тепловой изоляцией. Решение о целесообразности устройства

тепловой изоляции или отказа от нее должно приниматься на основе технико-экономического анализа [1-14].

Введение

Получение необходимых зависимостей для соответствующих расчетов возможно в результате решения задачи о закономерностях изменения температуры воздуха, движущегося в воздуховоде.

Допустим, что в круглом воздуховоде с диаметром d в м движется воздух с постоянной скоростью w в м/час и расходом G в кг/час. Температура окружающей воздуховод воздушной среды постоянна и всюду одинакова: $t_c = const$. Значение коэффициента теплопередачи от движущегося воздуха к воздуху помещения также постоянно ($k = const$) для данной величины скорости.

Допустим также, что поступающий в воздуховод воздух имеет в начальном сечении температуру t_0 , постоянную во времени (при этом $t_0 \neq t_c$, примем, что $t_0 < t_c$). Затем под влиянием теплообмена с окружающей средой температура воздуха изменится. Если $t_0 < t_c$, то температура воздуха будет расти по длине воздуховода.

Основная часть

Требуется найти закономерности изменения температуры движущегося в воздуховоде воздуха, иначе говоря, определить функцию t_x .

Теплота в определенном количестве также выделяется в воздуховоде в результате трения воздуха о стенки воздуховода.

Если пренебречь количеством теплоты, выделяющимся в результате трения воздуха о стенки воздуховода, то для элемента длины воздуховода dx можно составить такое равенство:

$$k\pi[t_c - t(x)]dx = Gc dt(x)$$

$$k\pi[t_c - t(x)]dx = Gc dt(x)$$

В этом равенстве левая часть - количество теплоты, поступающее в движущийся воздух вследствие теплообмена с окружающей средой. Правая часть - то же количество теплоты, полученное движущимся воздухом, что выразилось в повышении его температуры на величину $dt(x)$.

Разделив переменные, получается:

$$\frac{dt(x)}{t_c - t(x)} = \frac{k\pi d}{cG} dx$$

Интегрируя в пределах от $x = 0$, когда температура поступающего в воздуховод воздуха равна t_0 , до x , когда температура движущегося воздуха $t(x)$, найдем

$$-\ln \frac{t_c - t(x)}{t_c - t_0} = \frac{k\pi d}{cG} x$$

Отсюда получим искомую зависимость для определения $t(x)$:

$$\frac{t_c - t(x)}{t_c - t_0} = e^{-\frac{k\pi d}{cG} x}$$

$$t(x) = t_c - e^{-\frac{k\pi d}{cG}x} (t_c - t_o)$$

Если бы в воздуховоде перемещался сильно нагретый воздух (например, для воздушного отопления), при этом $t(x) > t_c$, то для определения закономерностей его остывания можно было использовать аналогичную зависимость:

$$\frac{t_c - t(x)}{t_c - t_o} = \exp\left(-\frac{k\pi d}{cG}x\right)$$

Если выразить расход в соответствии с равенством:

$$G = \rho\omega \frac{\pi d^2}{4}$$

где ρ - плотность перемещаемого воздуха, кг/м³

$$\frac{t_c - t(x)}{t_c - t_o} = \exp\left(-\frac{4k}{d\omega c\rho}x\right)$$

Или, что то же самое, $\frac{t_c - t(x)}{t_c - t_o} = \exp\left(-\frac{2k}{r\omega c\rho}x\right)$

Если выразить расход в соответствии с равенством:

$$G = \rho\omega \frac{\pi d^2}{4}$$

где ρ - плотность перемещаемого воздуха, кг/м³

$$\frac{t_c - t(x)}{t_c - t_o} = \exp\left(-\frac{4k}{d\omega c\rho}x\right)$$

Или, что то же самое, $\frac{t_c - t(x)}{t_c - t_o} = \exp\left(-\frac{2k}{r\omega c\rho}x\right)$

Если воздуховод не круглого сечения, а любой другой формы, то соответствующая зависимость принимает вид:

$$\frac{t_c - t(x)}{t_c - t_o} = \exp\left(-\frac{kS}{\rho c F \omega}x\right)$$

где S и F - периметр и площадь поперечного сечения воздуховода.

Значение коэффициента теплопередачи k в случае неизолированных (голых) стальных воздухопроводов может быть определено по формуле для плоской стенки.

Количество теплоты, получаемое воздухом, движущимся внутри круглого воздуховода (на единицу длины), равно:

$$Q_{кр} = \frac{t_c - t_x}{\frac{1}{\alpha_1 \pi d_1} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2}}$$

$$Q_{кр} = \frac{t_c - t_x}{\frac{1}{\alpha_1 \pi d_1} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2}}$$

где d_1 , d_2 - соответственно внутренний и наружный диаметры воздуховода, $d_2 = d_1 + 2\delta$;

α_1 - коэффициент теплоотдачи (конвекцией) от внутренней поверхности стенки воздуховода к движущемуся воздуху;

α_2 - коэффициент теплоотдачи (конвекцией и лучеиспусканием) к наружной поверхности воздуховода;

δ - толщина стенки воздуховода;

λ - коэффициент теплопроводности материала стенки.

Для количества теплоты, передаваемого в тех же условиях через плоскую стенку, $Q_{\text{пл}} = \frac{\pi d_1 (t_c - t_x)}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$

Поскольку толщина стенки δ в стальных воздуховодах мала, а значение коэффициента теплопроводности λ сравнительно велико, средним членом в знаменателе можно пренебречь.

Что же касается коэффициентов теплоотдачи α_1 и α_2 , то они могут быть соизмеримы.

При определении α_2 необходимо кроме конвективного теплообмена, учитывать еще и лучистый теплообмен от поверхностей ограждений окружающей среды к наружной поверхности воздуховода.

Определяем соотношение количеств теплоты, получаемое воздухом, движущимся внутри круглого воздуховода (на единицу длины) на ту же величину получаемое воздухом, движущимся внутри прямоугольного (плоская поверхность) воздуховода.

Поделив $Q_{\text{кр}} = \frac{t_c - t_x}{\frac{1}{\alpha_1 \pi d_1} + \frac{1}{2\pi \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2}}$ на $Q_{\text{пл}} = \frac{\pi d_1 (t_c - t_x)}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$ и произведя

некоторые преобразования, получим:

$$\frac{Q_{\text{кр}}}{Q_{\text{пл}}} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\frac{d_1}{d_2} \alpha_1 + \alpha_2}$$

Так как $d_1/d_2 = 1$, количества теплоты, подсчитанные по формулам $Q_{\text{кр}}$ и $Q_{\text{пл}}$, оказываются равными ($Q_{\text{кр}} = Q_{\text{пл}}$) и следовательно, в случае неизолированных (голых) воздухопроводов значение коэффициента теплопередачи может приниматься как для плоской стенки.

С учетом весьма малого термического сопротивления стальной стенки формула приобретает вид $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}}$.

Оценим величину k для обычных случаев практики, когда температура охлажденного воздуха равна 10-15 °С, а температура воздуха помещения - 25-30 °С.

Коэффициент теплоотдачи к движущемуся воздуху от внутренней поверхности воздуховода может быть определен по формуле:

$$\text{Nu} = 0,023 \text{Re}^{0,8} \text{Pr}^{0,4}$$

Теплоотдача к наружной поверхности воздуховода происходит путем свободной конвекции от воздуха помещения и лучеиспускания от

поверхностей ограждений. Коэффициент теплоотдачи конвекцией вычисляется по выражению:

$$Nu = 0,135(GrPr)^{1/3}$$

В случае неизолированных воздуховодов разность температур наружной поверхности и окружающего воздуха помещения может достигнуть 10-15 °С, чему соответствует значение коэффициента теплоотдачи конвекцией:

$$\alpha_2 = 3,88 - \frac{3,79 \text{ Вт}}{\text{м}^2} \cdot \text{град}$$

(в среднем 3,84 Вт/м² · град).

Количество лучистой теплоты, передаваемого от поверхностей ограждений помещения (суммарная площадь F_H , средняя радиационная температура наружной среды T_H) к наружной поверхности воздуховода (площадь F_2 температура T_2), может быть определено по формуле:

$$Q_{2,H} = \varepsilon' c_0 F_2 \left[\left(\frac{T_H}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$

где $\varepsilon' = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_2} + \frac{F_2}{F_H} \left(\frac{1}{\varepsilon_H} - 1 \right)}$ приведенная степень черноты системы

поверхности ограждения - поверхность воздуховода; c_0 - коэффициент излучения абсолютно черного тела ($c_0 = 4,96$).

Считая, что воздуховод окрашен масляной краской, а поверхность строительных ограждений оштукатурена, получим $\varepsilon_2 = 0,92$ (степень черноты наружной поверхности воздуховода); $\varepsilon_H = 0,91$ (осредненная величина степени черноты поверхностей ограждений наружной среды) принимая $F_2/F_H = 0,25$, найдем $\varepsilon' = 0,9$.

Следовательно, коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием равен:

$$\alpha_{2,л} = \frac{0,9 \cdot 4,96 \left[\left(\frac{T_H}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{(T_H - T_2)}$$

Таким образом, общий коэффициент теплоотдачи к наружной поверхности неизолированного воздуховода будет колебаться в пределах $\alpha_2 = 9,3 \sim 9,9$ Вт/м² · град.

Для температур, обычно встречающихся на практике, температурный фактор колеблется в пределах 1,07~1,08:

$$\frac{\left(\frac{T_H}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4}{(T_H - T_2)} = 1,07 \sim 1,08$$

Значение коэффициента теплопередачи, отнесенного к единице площади внутренней поверхности круглого воздуховода, имеющего тепловую изоляцию (толщина $\delta_{из}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{из}$), определяется по формуле:

$$k_{кр} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1 \pi d_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{из} \ln \frac{d_2}{d_1}} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2} \right) \pi d_1}$$

(толщиной и термическим сопротивлением стальной стенки пренебрегаем).

Значение коэффициента теплопередачи, отнесенного к единице площади внутренней поверхности для плоской стенки воздуховода, имеющего тепловую изоляцию (толщина $\delta_{из}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{из}$). определяется по формуле:

$$k_{пл} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{из}}{\alpha_{из}} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

При скорости движения 5 м/сек, с начальной температурой 15 °С в воздуховоде диаметром 0,3 м, в результате поступления температуры от окружающей среды через стенки металлического воздуховода температура повышается на 0,077 °С/м.

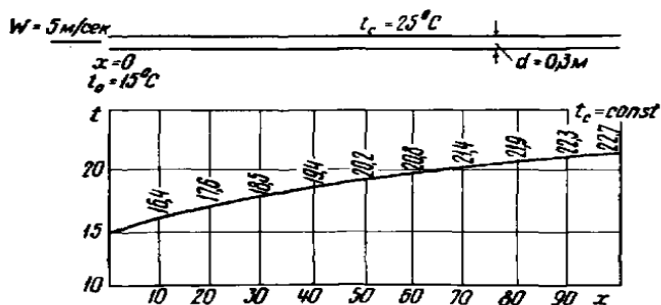


Рисунок 1. График изменения температуры движущегося воздуха в зависимости от длины неизолированного воздуховода

Библиографический список

1. Лосев, Д. Воздушное отопление / Д. Лосев // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2010. – № 8(104). – С. 64-67.
2. Лосев, Д. П. Все о воздушном отоплении / Д. П. Лосев // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2010. – № 7(103). – С. 50-52.
3. Вишневский, Е. П. Воздушное отопление логистических центров / Е. П. Вишневский, А. Н. Степанов // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2013. – № 2(134). – С. 70-75.
4. Белугин, А. С. Особенности организации подачи воздуха при устройстве воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией / А. С. Белугин, Б. П. Чесников, О. В. Наумова // Проблемы и перспективы развития строительства, теплогасоснабжения и энергообеспечения : Материалы VIII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 15–16 ноября 2018 года / Под

редакцией Ф.К. Абдразакова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2018. – С. 40-43.

5. Kindaichi, Sayaka & Kindaichi, Tomonori. (2022). Indoor thermal environment and energy performance in a central air heating system using a heat pump for a house with underfloor space for heat distribution. *Building Services Engineering Research and Technology*. 43. 01436244221173. 10.1177/0143624422117356.

6. Новгородский, Е. Е. Энергетическая эффективность компоновочных решений систем воздушного отопления / Е. Е. Новгородский, А. И. Василенко // Энергосбережение и водоподготовка. – 2004. – № 1. – С. 37-39.

7. Белугин, А. С. Анализ типов воздухонагревателей для систем воздушного отопления / А. С. Белугин, Б. П. Чесноков, О. В. Наумова // Наука и образование: новое время. – 2018. – № 5(28). – С. 26-29.

8. Satpati, Viplob & Alam, Md & Datta, S. & Koley, Chiranjib. (2013). Modelling simulation and validation of duct air heating system. *Proceedings of the IEEE International Conference on Control Applications*. 1061-1068. 10.1109/CCA.2013.6662892.

9. Бельмаз, Д. Н. Способ использования вторичной теплоты продуктов переработки нефти в воздушном отоплении зданий / Д. Н. Бельмаз // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2013 года. – Белгород: шухова, 2013. – С. 74-79.

10. Liu, Jian & Lu, Yalin & Tian, Xue & Lin, Zhang. (2021). Analyses of yearly performance dual-temperature warm air heating system applied in different climates. *Applied Thermal Engineering*. 194. 117076. 10.1016/j.applthermaleng.2021.117076.

11. Киборт, И. Д. Энергоэффективная система воздушного отопления подсобных помещений котельной / И. Д. Киборт, А. Ю. Кошкарев // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов, посвященной 50-летию создания Тюменского индустриального института, Тюмень, 22 декабря 2012 года / ответственный редактор А. Л. Портнягин. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2013. – С. 134-137.

12. Саулина, Т. А. Оценка эффективности использования воздушной системы отопления в производственных зданиях / Т. А. Саулина, Е. Н. Семикова // VII Всероссийский фестиваль науки : сборник докладов: в 2 томах, Нижний Новгород, 04–05 октября 2017 года / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Том 1. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 303-306.

13. Иванов, К. В. Технологии воздушного отопления в зданиях сельскохозяйственного назначения / К. В. Иванов // . – 2018. – Т. 4, № 7(7). – С. 114-120.

14. Ahmed, Kaiser & Sistonen, Esko & Simson, Raimo & Kurnitski, Jarek & Kesti, Jyrki & Lautso, Petteri. (2017). Radiant panel and air heating performance in large industrial buildings. *Building Simulation*. 11. 10.1007/s12273-017-0414-8.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМФОРТА В ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ РАСХОДЕ ВОЗДУХА

Петров Г.А., студент магистратуры 1 курса 2 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – **Белова Е.М.**, доц., к.т.н.

Аннотация

Для помещения кинозала, оборудованного системой кондиционирования воздуха с переменным расходом воздуха, выполнены расчеты воздухораспределения для расчетных условий и при уменьшении расхода воздуха, в зависимости от изменения тепловой нагрузки в помещении, с целью анализа показателей комфорта в обслуживаемой зоне для разных типов воздухораспределителей, формирующих настилающие струи. Выявлено нарушение комфортных условий за счет превышения нормируемого значения избыточной температуры на оси струи при входе в обслуживаемую зону при уменьшении расхода воздуха через воздухораспределитель для определенного типа воздухораспределителей: 4АПН, 3ДПЗ, 1ВПЛ производства АРКТОС. В тоже время за счет формирования вихревых потоков, быстрого затухания скорости и избыточной температуры в струе при уменьшении расхода воздуха через воздухораспределители АГН-1 и 3СПП производства АРКТОС не наблюдается превышение избыточной температуры сверх нормируемого значения.

Введение

Современные системы кондиционирования воздуха и вентиляции, обеспечивающие необходимые по гигиеническим и технологическим требованиям параметры воздушной среды, потребляют значительное количество теплоты, холода, электроэнергии. С целью сокращения эксплуатационных затрат при уменьшении нагрузки на СКВ возможно уменьшать расход приточного воздуха. Принцип работы систем кондиционирования воздуха с переменным расходом воздуха заключается в использовании расхода воздуха в системе как управляющего воздействия с целью поддержания заданного значения температуры воздуха в помещении, в системах адаптивной вентиляции - с целью поддержания заданного значения концентрации CO_2 в помещении [1,2]. При уменьшении расхода воздуха через воздухораспределитель, уменьшается скорость выпуска струи, а для настилающихся струй - расстояние отрыва струи от потолка, а следовательно и длина траектории струи. Параметры на оси струи: скорость и избыточная температура, обратно пропорциональны длине траектории струи. При определенных условиях избыточная температура в струе при уменьшении расхода воздуха может превысить нормируемые значения. Отдельные производители ВР выпускают специальные ВР для систем с переменным расходом воздуха, имеющие встроенный воздушный клапан с электроприводом для изменения площади выпускного отверстия A_0 . Возникает вопрос, насколько целесообразно использование специальных

дорогостоящих воздухоораспределителей. Мы задались вопросом, как влияет на изменение комфортных условий тип воздухоораспределителя, а именно его аэродинамические характеристики, которые в отечественной практике объединены в комплексы m и n.

Основная часть

В качестве объекта исследования выбран зал кинотеатра на 120 человек площадью 324 м². Зал имеет переменную высоту: для первого ряда 8 метров, для последнего 5 метров. Выбрана подача воздуха сверху вниз настилающимися веерными струями.

Для нескольких типов воздухоораспределителей произведен расчет воздухоораспределения для расчетных условий и при уменьшении нагрузки с уменьшенным количеством воздуха: 70% и 30% от расчетного расхода воздуха, а также при подаче минимально необходимого расхода наружного воздуха. Показателями комфорта, являются избыточная температура и скорость движения воздуха на оси струи при входе ее в обслуживаемую зону.

Расчет воздухоораспределения проведен для следующих типов воздухоораспределителей производства АРКТОС:

- диффузор 4АПН, формирующий четырехстороннюю струю
- диффузор АГН-1, формирующий четырехстороннюю струю (рисунок

1)



Рисунок 1. Диффузор АГН-1

- вихревой панельный воздухоораспределитель 1ВПЛ с углом поворота жалюзи $\alpha = 45^\circ$, формирующий четырёхструнный поток (рисунок 2)



Рисунок 2. Диффузор 1ВПЛ

- панельный перфорированный воздухораспределитель ЗСПП, формирующий турбулентную быстрозатухающую струю (рисунок 3).



Рисунок 3. Диффузор ЗСПП

- панельный закручивающий воздухораспределитель ЗДПЗ, формирующий вихревую струю (рисунок 4).



Рисунок 4. Диффузор 3ДПЗ

В таблице 1 приведены типоразмеры, площадь сечения, а также скоростные (m) и температурные (n) коэффициенты рассматриваемых воздухораспределителей производства АРКТОС [3].

Таблица 1. Типоразмеры, скоростные и температурные коэффициенты воздухораспределителей

ВР	A_0, м²	m	n
4АПН 450х450	0,09	3,2	2,7
АГН-1 300х300	0,023	3,3	2,8
1ВПЛ 300х300	0,043	4,8	4,1
3СПП 450х450-160	0,048	1,6	1,4
3ДПЗ 450х450	0,114	3	2,6

Потолок разбивается на ячейки, в центре каждой из которых размещается воздухораспределитель. Равномерное распределение воздуха достигается при следующем условии [1,2,4]:

$$0,5 < \frac{l}{x} < 1,5$$

Исходя из этого условия, потолок помещения поделен на ячейки размером 6 на 6 метров для следующих типов воздухораспределителей: 4АПН, АГН-1, 1ВПЛ, 3СПП. Для панельного закручивающего воздухораспределителя 3ДПЗ размер ячейки выбран 9 на 9 метров, в связи с ограниченным типоразмерным рядом.

Количество ячеек определит количество воздухораспределителей n .

Расчетный расход воздуха через воздухораспределитель определяется по формуле:

$$L_{\text{вр}} = \frac{L_{\text{п}}}{n}.$$

Выполняется проверка безотрывного течения на протяженности струи l , величиной геометрической характеристики струи по формуле [1,2,4]:

$$H_{\text{тр}} = \frac{l}{0,4}.$$

Требуемая площадь живого сечения воздухораспределителя $A_{0\text{тр}}$ из условия обеспечения нормируемого значения скорости воздуха в струе на границе обслуживаемой зоны $v_x^{\text{нор}}$ определяется по формуле [1,2,4]:

$$A_{0\text{тр}} = \left(5,45 \cdot \frac{v_x^{\text{нор}} \cdot x}{H_{\text{тр}}}\right)^4 \cdot \frac{1}{(n\Delta t_0)^2}.$$

Ориентируясь на требуемую площадь живого сечения, подбирается воздухораспределитель соответствующего типоразмера. Далее вычисляется для расчетных условий фактическая скорость выпуска воздуха:

$$v_0^{\text{факт}} = \frac{L_{\text{вр}}}{3600 \cdot A_0};$$

Фактическая скорость воздуха и избыточная температура на оси струи при входе в обслуживаемую зону [1,2,4]:

$$v_x^{\text{факт}} = \frac{m \cdot v_0^{\text{факт}} \cdot \sqrt{A_0}}{x_p},$$

$$\Delta t_x^{\text{факт}} = \frac{n \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{A_0}}{x_p}.$$

Полученные значения скорости и избыточной температуры сравниваются с нормируемыми значениями. Если условия комфорта соблюдаются, то принимается соответствующий типоразмер и количество ВР.

Далее при уменьшении расхода воздуха в помещении: 70% и 30% от расчетного значения, а также при минимально необходимом расходе наружного воздуха выполняется расчет скорости воздуха и избыточной температуры на оси струи при входе в обслуживаемую зон для каждого варианта. Результаты расчетов представлены в таблице 2 и на рисунках 5 и 6.

Таблица 2. Результаты расчета скорости воздуха и избыточной температуры на оси струи при входе в обслуживаемую зону от относительного расхода воздуха через ВР

Тип ВРУ	Расход воздуха через ВР	$v_x^{\text{факт}}$, м/с	$\Delta t_x^{\text{факт}}$, °С
4АПН	100%	0,29	1,4
	70%	0,22	1,51
	60% (Сан. норма)	0,19	1,55

Тип ВРУ	Расход воздуха через ВР	$v_x^{\text{факт}}$, м/с	$\Delta t_x^{\text{факт}}$, °С
	30%	0,1	1,69
АГН-1	100%	0,4	0,51
	70%	0,33	0,59
	60% (Сан. норма)	0,3	0,63
	30%	0,18	0,76
1ВПЛ	100%	0,49	1,15
	70%	0,39	1,31
	60% (Сан. норма)	0,35	1,38
	30%	0,2	1,61
3СПП	100%	0,19	0,52
	70%	0,15	0,56
	60% (Сан. норма)	0,13	0,58
	30%	0,07	0,63
3ДПЗ	100%	0,45	1,27
	70%	0,35	1,42
	60% (Сан. норма)	0,31	1,49
	30%	0,18	1,71

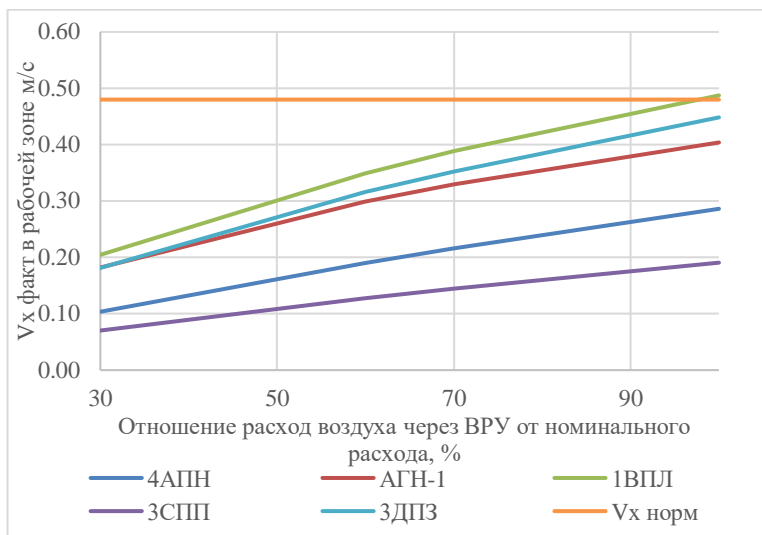


Рисунок 5. Зависимость скорости воздуха на оси струи при входе в обслуживаемую зону от относительного расхода воздуха через ВПУ

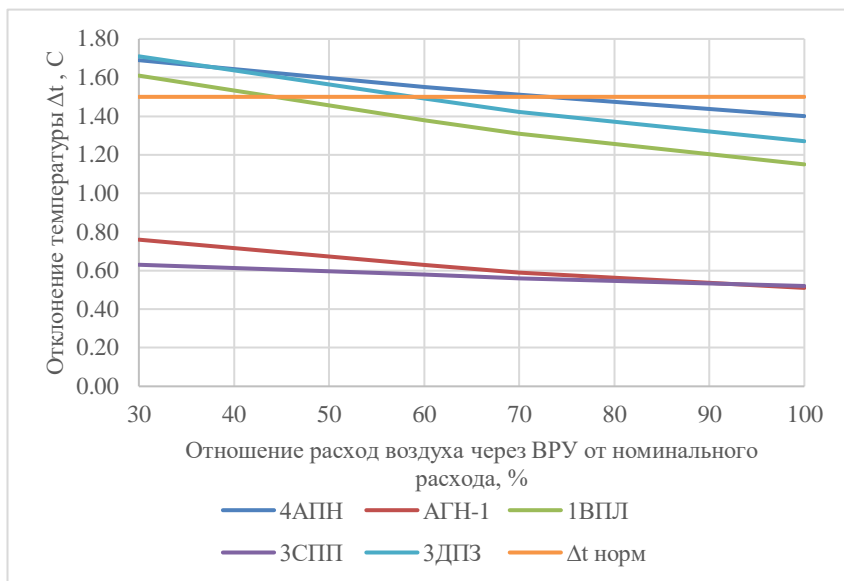


Рисунок 6. Зависимость избыточной температуры на оси струи при входе в обслуживаемую зону от относительного расхода воздуха через ВПУ

Выводы

1. При уменьшении расхода воздуха через ВР скорость на оси струи уменьшается, а избыточная температура растет при входе струи в обслуживаемую зону.

2. Выявлено нарушение комфортных условий за счет превышения нормируемого значения избыточной температуры на оси струи при входе в обслуживаемую зону при уменьшении расхода воздуха через воздухораспределитель для определенного типа воздухораспределителей, формирующих веерные струи, например, для 4АПН, 3ДПЗ, 1ВПЛ производства АРКТОС.

3. По полученным результатам можно сделать вывод, что наиболее подходят для систем с переменным расходом воздуха воздухораспределители, формирующие закрученные струи с малыми значениями коэффициентов m и n , например АГН-1 и ЗСПП производства АРКТОС.

Библиографический список

1. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях [Текст] / Е.М. Белова. – М. : Евроклимат, 2006. – 640 с.
2. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещении [Текст] / М.И. Гримитлин. – СПб. : Издательство «АВОК Северо-Запад», 2004. – 337 с.
3. Каталог воздухораспределителей АРКТОС [Электронный ресурс]. – СПб. :
4. Шепелев И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении [Текст] / И.А. Шепелев. – М. : Стройиздат, 1978. – 144 с.

РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА В БАССЕЙНЕ ПО ИЗБЫТКАМ ПОЛНОЙ ТЕПЛОТЫ

*Овчарова А.В., студент 4 курса 14 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Белова Е.М., доц., к.т.н.*

Аннотация

Выполнен анализ рекомендаций по проектированию систем кондиционирования воздуха в зале бассейна. Построены процессы обработки воздуха в теплый период года в центральной установке кондиционирования воздуха при разных значениях относительной влажности внутреннего воздуха, предложено применять схему с рециркуляцией внутреннего воздуха в теплый период года с целью увеличения относительной влажности внутреннего воздуха до ее максимального значения и снижения влагопоступлений. Доказана целесообразность этого решения путем сравнения расчетных расходов приточного воздуха и расхода холода для разных процессов обработки воздуха в зависимости от относительной влажности внутреннего воздуха. Сделан вывод о необходимости применения рециркуляции внутреннего

воздуха в теплый период года с целью снижения нагрузки на систему кондиционирования воздуха в бассейне.

Введение

Есть многочисленные рекомендации по определению расхода приточного воздуха и выбору принципиальной схемы обработки воздуха в бассейне [1, 3, 4, 5, 6, 7], производители оборудования разработали особые серии оборудования, предназначенные специально для создания и поддержания заданного микроклимата в зале бассейна[3].

Анализ существующих рекомендаций позволяет сделать вывод о том, что общим является применение прямоточной схемы обработки воздуха в теплый период года и схемы с рециркуляцией – в холодный период года. В расчетах часто допускают неточности в определении параметров приточного и удаляемого воздуха, в уравнениях баланса теплоты и влаги, при построении процессов изменения состояния воздуха на i-d диаграмме, и как результат - в определении воздухообмена и выборе технологической схемы обработки воздуха.

Основная часть

Относительная влажность внутреннего воздуха оказывает существенное влияние на влагопоступления в зале бассейна, а также – оказывает косвенное влияние на теплопоступления, связанные с расходом теплоты на испарение воды. В СП 310.1325800.2017«Бассейны для плавания. Правила проектирования» [6] рекомендуют принимать в залах ванн бассейнов относительную влажность воздуха 50-65% [6].

Были выполнены расчеты тепло- и влагопоступлений в зале крытого бассейна для плавания в городе Калуге для теплого и холодного периодов года, площадь помещения - 460 м² и площадь зеркала ванны - 412 м². Расчетная температура наружного воздуха 26 °С, энтальпия 53 кДж/кг. При температуре воздуха в помещении 30 °С принимались промежуточные значения относительной влажности внутреннего воздуха 50%, 53%, 55%, 60% и 65%. Для каждого значения относительной влажности воздуха в помещении определены тепло- влагопоступления и значения тепло-влажностного отношения. Учитывались теплопоступления от солнечной радиации через окна и через покрытие, а также от людей. На i-d-диаграмме представлены процессы изменения состояния воздуха в зале бассейна в теплый период года в зависимости от относительной влажности воздуха в помещении при температуре воздуха 30 °С(рис. 1). С ростом относительной влажности воздуха в помещении растет тепловлажностное отношение.

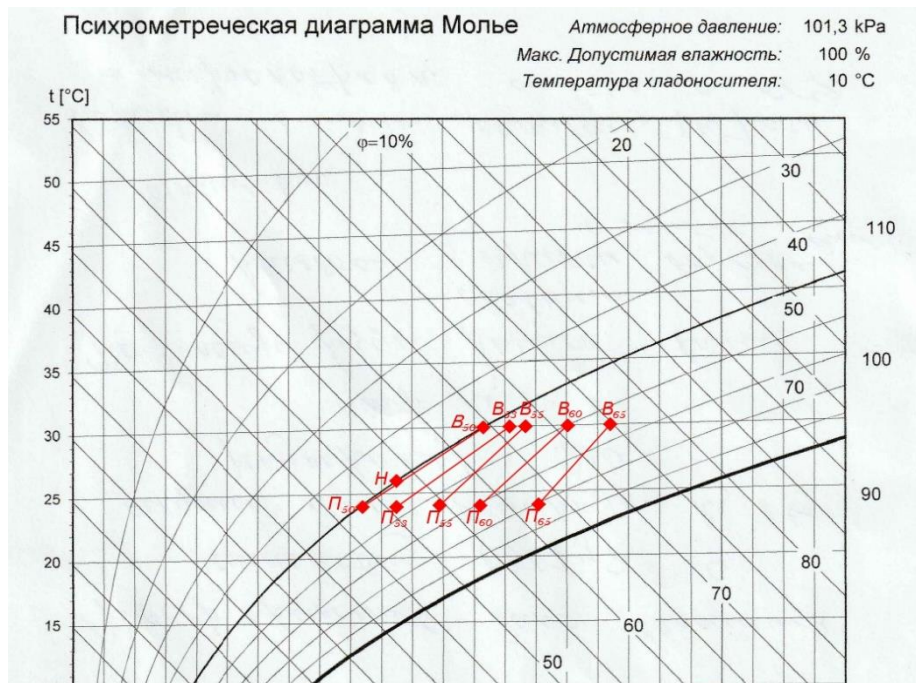


Рисунок 1. Процессы изменения состояния воздуха в бассейне при разных значениях относительной влажности внутри помещения: температура воздуха в помещении 30°C, температура приточного воздуха 24°C

Выбрана последовательность обработки воздуха в установке кондиционирования воздуха в теплый период года на основе построения процессов для всех промежуточных значений относительной влажности воздуха в диапазоне от 50% до 65%. При относительной влажности воздуха в помещении 50% луч процесса в помещении проходит через т. Н, это означает, что наружный воздух можно подавать в помещение зала бассейна без обработки, но разность температуры внутреннего и наружного воздуха меньше чем разность температуры внутреннего и приточного воздуха, поэтому потребуется больший расход приточного воздуха и, соответственно типоразмер установки кондиционирования воздуха(рис.2). В дальнейшем при сравнении этот вариант не рассматривался.

Построение процессов обработки воздуха на i-d диаграмме влажного воздуха в установке кондиционирования воздуха при относительной влажности воздуха в помещении 53% и 65% приведено на рис.2. При относительной влажности воздуха 53% требуется прямоточная схема обработки воздуха с сухим охлаждением наружного воздуха в поверхностном воздухоохладителе и последующим его нагреванием с использованием пластинчатого теплообменника. Для сравнения приводится

построение процессов обработки воздуха при относительной влажности воздуха в помещении 65% с использованием рециркуляции внутреннего воздуха и последующим управляемым охлаждением и осушением смеси внутреннего и наружного воздуха. Применение рециркуляции в теплый период года позволило увеличить относительную влажность внутреннего воздуха до максимального значения, снизить влагопоступления и полную избыточную теплоту в помещении, сократить расход приточного воздуха и расход холода на обработку приточного воздуха, исключить второй подогрев.

Таблица 1. Параметры промежуточных точек состояния воздуха при его обработке в установке кондиционирования воздуха для двух значений относительной влажности воздуха 53% и 65%

	Н	В53	В65	О65	О53	П53	С65	П''	П65
t, °С	26,0	30,0	30,0	21,9	16,4	24,0	29,3	23,0	24,0
φ, %	50	53	65	90	90	56	63	85	80
d, г/кг	10,5	14,1	17,4	14,9	10,5	10,5	16,3	15,1	15,1
i, кДж/кг	53,0	66,4	74,8	60,0	43,2	51,0	71,2	61,6	62,7

Построение процессов обработки воздуха в установке кондиционирования воздуха при относительной влажности воздуха в помещении 60% и 65% приведено на рис.3. При относительной влажности воздуха в помещении 60% также используется рециркуляция внутреннего воздуха, управляемое охлаждение и осушение смеси внутреннего и наружного воздуха. Но влагопоступления и избыточная полная теплота в помещении выше, поэтому расход приточного воздуха и расход холода на его обработку больше.

На основе построения процессов в теплый период года выполнена комплектация оборудования установки кондиционирования воздуха секцией для рециркуляции внутреннего воздуха и пластинчатым воздухо-воздушным теплообменником чтобы использовать полную теплоту удаляемого воздуха для нагревания наружного воздуха. Повышенная относительная влажность удаляемого воздуха позволит использовать теплообменник при более низких значениях температуры наружного воздуха в холодный период года, а, следовательно увеличить экономию теплоты на нагревание наружного воздуха.

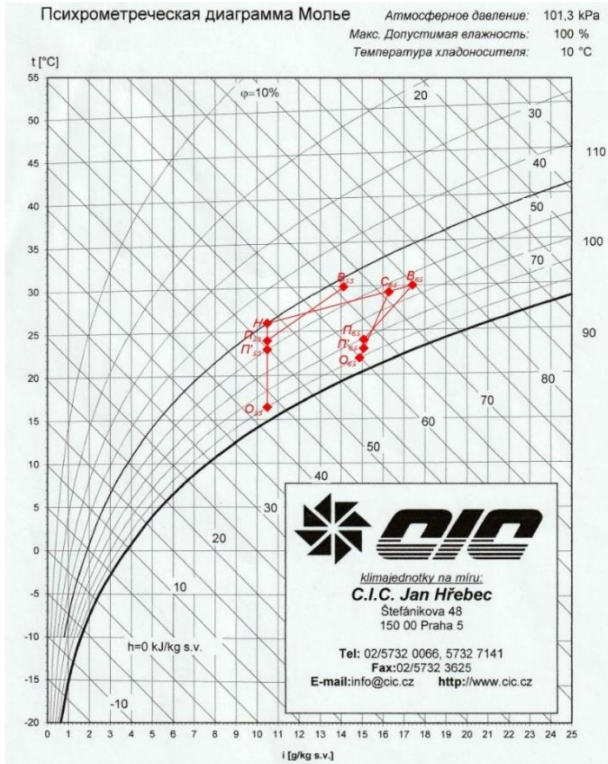


Рисунок 2. Процессы обработки воздуха в системе кондиционирования воздуха бассейна при значениях относительной влажности воздуха в помещении 53% и 65%

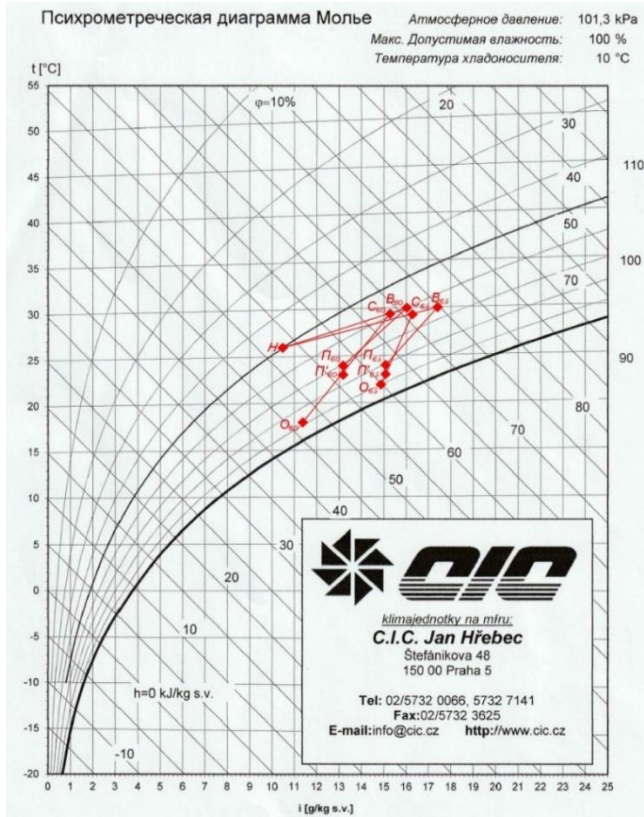


Рисунок 3. Процессы обработки воздуха в системе кондиционирования воздуха бассейна при значениях относительной влажности воздуха в помещении 60% и 65%

Таблица 2. Параметры промежуточных точек состояния воздуха при его обработке в установке кондиционирования воздуха для двух значений относительной влажности воздуха 60% и 65%

	H	B60	B65	C60	C65	P60	O65	O60	P65
t, °C	26	30	30	29,4	21,9	24	23	18	24
φ, %	50	60	65	59	90	71	75	88	80
d, г/кг	10,5	16,0	17,4	15,3	14,9	13,2	13,2	11,4	15,1
i, кДж/кг	53,0	71,3	74,8	68,8	60,0	57,8	56,8	47,1	62,7

Основными факторами, определяющими единовременные и эксплуатационные затраты на систему кондиционирования воздуха является расход приточного воздуха и расход холода. От первого зависит выбор типоразмера установки кондиционирования воздуха, электрическая

мощность, потребляемая вентилятором, от второго холодопроизводительность встроенной холодильной машины, ее стоимость и расход электроэнергии. По результатам расчетов выполнено сравнения расходов приточного воздуха и расхода холода для всех промежуточных значений относительной влажности воздуха в помещении зала бассейна (табл.3).

Таблица 3. Сравнение факторов, определяющих затраты на систему кондиционирования воздуха бассейна

Относительная влажность, %	53	55	60	65
Расход приточного воздуха, кг/ч	31504	30362	27633	25102
Расход холода, Вт	85828	107195	92184	66991
Расход теплоты, Вт	58680	-	--	--
Отношение расхода приточного воздуха в %	100	96,4	87,7	79,7
Отношение расхода холода в %	100	125	137,6	78

Расход приточного воздуха при использовании рециркуляции внутреннего воздуха в теплый период года позволяет сократить расход приточного воздуха на 20,3% и расход холода на 21,9% по сравнению с приточной схемой обработки воздуха за счет снижения нагрузки на систему кондиционирования воздуха при уменьшении влагопоступлений.

Выводы

1. Расчет воздухообмена в бассейне следует проводить на удаление полных теплоизбытков с использованием i-d-диаграммы влажного воздуха.
2. Выбор компоновки оборудования установки кондиционирования воздуха следует выполнять на основе построения процессов обработки воздуха на id-диаграмме влажного воздуха
3. Выбор и обеспечение требуемых параметров внутреннего воздуха в значительной мере определяет одновременные и эксплуатационные затраты в системе кондиционирования воздуха зала бассейна.

Библиографический список

1. Антонов П.П. Методика расчета и проектирования систем обеспечения микроклимата в помещениях плавательных бассейнов//Мир климата. Спецвыпуск проектировщику – М.: АПИК, 2003. —С. 15-28.
2. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях [Текст] / Е.М. Белова. – М.: Евроклимат, 2006. – 639 с. — ISBN 5-94447-009-7.
3. Гончаров А. Энергоэффективные решения для поддержания микроклимата в бассейне// СОК– М.: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ», 2018. — С. 70-73.
4. Краснов Ю.С. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий. –М.: Техносфера; Термокул, 2006. –288с. — ISBN 5-94836-071-7.

6. Рекомендации АВОК. Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования. – М. : ООО ИИП "АВОК-ПРЕСС", 2020. - 24 с. : ил., табл. +. - Библиогр. в конце глав. - ISBN: 978-5-98267-099-1.

7. СП 310.1325800.2017« Бассейны для плавания. Правила проектирования»: издание официальное : утвержден Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 26.12.2017 г. : введен в действие 27.06.2018 г. : подготовлен Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Минстроя России. — Москва : Минстрой России, 2017. — 82 с.

8. СП 2.1.3678-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг": издание официальное : утвержден Постановлением главного санитарного врача 24.12.2020 №44, введен в действие 01.01.2021 г., срок действия до 01.01.2027г. — Москва : Роспотребнадзор, 2020. — 79 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ НАРУЖНЫХ СТЕН ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

Тихомиров К.С., студент 1 курса ИЯФИТ НИЯУ МИФИ

Воинова Е.М., студентка 3 курса 15 группы ИИЭСМ НИУ МГСУ

Кульдякина О.М., студент 2 курса ФУИГХ Московского политехнического университета

Научный руководитель – Тихомиров С.А., доц., к.т.н.

Жесткие требования к теплозащитной оболочке зданий обусловлены стремлением не только повысить комфорт людей, постоянно пребывающих в жилых помещениях, но и решить массу других задач: повысить долговечность конструкций фасадов и увеличить межремонтные сроки, снизить удельные величины тепловых потерь через фрагменты стен и всю теплозащитную оболочку, исключить конденсацию влаги на поверхностях и ее накопление внутри конструкций [1]. Каждая из этих задач неплохо решается в ходе выполнения расчетов для этапа архитектурно-строительного проектирования, опираясь на соответствующие пункты требований строительных норм. Однако, следующий этап жизненного цикла объекта капитального строительства, а именно этап непосредственного возведения здания «в натуре», может внести существенные коррективы в планы проектировщика. Здесь имеется ввиду то, что при непосредственном процессе строительства зачастую имеют место нарушения технологии строительного производства, подмена теплоизоляционных материалов наружных ограждающих конструкций, некачественная заделка примыканий и другие распространенные дефекты строительства [2]. Прежде всего, эти распространенные виды дефектов наружных ограждающих конструкций

отражаются на параметрах микроклимата помещений жилых зданий, а именно на величине результирующей температуры, которая в свою очередь очень сильно зависит от радиационной температуры помещения [3]. Требования норм по обеспечению параметров микроклимата жилых и общественных зданий в части локальной асимметрии результирующей температуры помещения зачастую гораздо жестче, чем в отношении прочих параметров, обеспечивающих тепловой комфорт человека, определяемый по напряжению механизма терморегуляции. Единственный более жесткий параметр, чем локальная асимметрия результирующей температуры помещения — это скорость движения воздуха, обуславливающая интенсивность конвективного теплообмена между поверхностью тела человека, имеющего практически постоянную температуру и воздуха, омывающего эту поверхность [4].

Радиационная температура помещения, определяемая по величине средних температур поверхностей элементов с учетом их площадей, существенно зависит не только от различных теплопроводных включений конструктивных элементов, но от их дефектов [5]. В свою очередь, даже части конструкций, не имеющие дефектов, зачастую отличаются от проектного решения в смысле распределения температур, определенных расчетом и измеренных на реальных объектах. Для упрощения выполнения расчетов температур и тепловых потоков при проектировании прибегают к ряду допущений, без которых не решить задачу на обычном инженерном калькуляторе. Здесь можно назвать постоянство свойств материалов в любом направлении, отсутствие контактных термических сопротивлений между слоями наружных ограждающих конструкций, равенство тепловых потоков при выводе уравнения теплопередачи, и, пожалуй, самое главное, одномерность температуры поля, причем здесь температура не является функцией времени [6]. Так пропадает необходимость учитывать аккумулирующую способность материалов, определяемую по ряду физических свойств, скорость изменения температуры в конструкции теплозащитной оболочки, влияние меняющихся свойств сред, участвующих в процессе теплообмена [7].

Наиболее распространенным способом учесть изменение физических свойств материалов конструкций при проектировании является величина коэффициента теплотехнической однородности, определяемая для стационарных условий работы элементов теплозащитной оболочки в зимний период. Он является безразмерной величиной, так как определяется как отношение потоков теплоты фрагментов с неоднородностями и без них. Известно, что определение величин плотностей тепловых потоков невозможно без определения температур поверхностей фрагментов, следовательно, возможен вариант определения такого коэффициента по величине отклонения температуры поверхностей конструкций с неоднородностями и без них, и такой метод расчета представлен в [8].

Этап проверки качества строительства конструкций в процессе их возведения ограничивается только фиксацией в журнале технологической последовательности работ и геометрических характеристик конструкций, так как свойства материалов и тепло-влажностный режим работы проверить на стройке невозможно. Однако, на этапе работы конструкций в течение отопительного периода с функционирующей системой отопления и после удаления из конструкций избыточной влаги, обусловленной «мокрыми» процессами, возможно приблизить процесс теплопередачи к квазистационарному, обусловленному только гармоническим ходом температуры наружного воздуха и отсутствием влияния начальных условий на распределение температур и тепловых потоков [9]. На практике даже такие режимы достичь сложно, причиной является изменение скорости наружного воздуха, оказывающей наибольшее влияние на процесс теплопереноса.

В ходе данного исследования предпринята попытка определить экспериментально в натуральных условиях коэффициенты теплотехнической неоднородности элементов наружных ограждающих конструкций зданий, географически расположенных в г. Балашиха Московской области и представляющих собой комплекс жилых домов, в основном 15-этажных 2-х секционных на 120 квартир, прямоугольных в плане, с размерами в крайних осях 49,8x14,7 м. Здания монолитно-кирпичные, с техническим подвалом и теплым техническим этажом. Высота подвала 2,1 м, этажа 2,8 м, высота здания 48,61 м. Конструктивная схема зданий каркасно-стеновая, с несущими стенами, колоннами и пилонами из монолитного железобетона сечением 520x300, 700x300, 900x300 мм. Наружные стены выше отм. $\pm 0,000$ м выполнены трехслойными трех типов: тип 1 - наружный слой толщиной 120 мм из кирпича керамического лицевого утолщенного по ГОСТ 530-2007 плотностью до 1500 кг/м³ М125 F100 на цементно-песчаном растворе М75, внутренний слой толщиной 375 мм из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения D400, тип 2 - наружный слой 120 мм из кирпича, утеплитель 150 мм из минеральной ваты, внутренний слой 180 мм из монолитного железобетона, тип 3 - наружный слой 120 мм из кирпича, утеплитель 100 мм «Пеноплекс-35», внутренний слой 180, 300, 700 мм из монолитного железобетона. Наружные стены подвала ниже отм. $\pm 0,000$ выполнены трехслойными: наружный слой из монолитного железобетона (прижимная стенка) 120 мм, утеплитель из экструдированного пенополистирола 35 50 мм, внутренний слой - монолитная железобетонная стена 180 мм. Заполнения оконных проемов выполнены из блоков оконных металлопластиковых с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 30674-99. Теплоснабжение объекта выполнено от городских тепловых сетей, присоединение трассы в ТК1 на границе земельного участка. Тепловые сети до ввода в здание проложены подземно бесканально, теплопроводы стальные в ППУ изоляции. Параметры теплоносителя 150-70 °С. Присоединение здания к тепловым сетям выполнено в ИТП с устройством

узла учета тепловой энергии. Автоматическое регулирование подачи тепла на отопление выполнено при помощи двухходового клапана и блока управления погодозависимой регулировкой температуры. Расчетный расход тепла на отопление зданий составляет 548,23 кВт, на ГВС 394,0 кВт. Система отопления каждой секции здания независимая однетрубная с верхней разводкой подающей магистрали, параметры теплоносителя 95-70 °С. Отопительные приборы - конвекторы КСК20 и регистры из гладких труб. Вентиляция приточно-вытяжная с естественным и механическим побуждением, в электрощитовой, помещениях ИТП и ввода холодной воды вентиляция естественная при помощи обособленных каналов.

Проектом определены сопротивления теплопередаче как отдельных элементов, так и величина приведенного сопротивления по известной формуле, учитывая и теплопотери через линейные и точечные неоднородности:

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{R_0^{\text{усл}}} + \sum l_j \cdot \psi_j + \sum n_k \cdot \chi_k} = \frac{1}{\sum a_i \cdot U_i + \sum l_j \cdot \psi_j + \sum n_k \cdot \chi_k}$$

По Приложению А [10], для системы теплоизоляции учитывается сопряжение с плитой перекрытия балкона, места примыкания окон и самонесущих ограждающих конструкций, примыкание цоколя и прочее. Некоторые элементы оказывают несущественное влияние, например, уравновешенное количество наружных и внутренних углов. Тепловые потери при этом практически полностью компенсируются. К расчету приняты плоский элемент: кирпичная кладка, утепленная слоем ячеистого легкого бетона; линейный элемент: стыки с оконными и дверными блоками. При этом, расчетное значение коэффициента теплотехнической однородности составило 0,9.

Расчетное определение коэффициента базируется на решении нескольких задач. Сначала определяются геометрические характеристики теплозащитных элементов. Так общая площадь фрагмента вычисляется по суммарной площади плоских элементов, для чего используется их внутренняя поверхность. Общая площадь фрагмента определяется несколькими плоскими, включая площадь торца ж-б перекрытия, перемычки и стены. Линейные элементы характеризуются гораздо меньшими размерами одной стороны относительно их другой части. К ним относятся оконные откосы, стыки ж-б перекрытия со стеной. Несомненно, к учету принимаются и точечные элементы. Вторым этапом расчета является определение удельных геометрических характеристик теплозащитных элементов, то есть характеристик, отнесенных к площади всего фрагмента конструкции. Это проводится как для плоских, линейных, так и для точечных элементов. Третьим шагом является расчет температурных полей теплозащитных элементов и величины удельных потерь.

Для проведения натуральных испытаний использованы контактный термометр ТК-5.11 с зондами температуры и относительной влажности, набор смарт-зондов Тесто 805i, 405i, 410i, 905i, 510i, тепловизор Тесто 872 в комплекте со смарт-зондом Тесто 605i, измеритель плотности тепловых потоков и температуры ИТП-МГ4.03 с набором датчиков температуры и плотности тепловых потоков с сертификатами калибровки в условиях завода-изготовителя. Так как в натуральных условиях установление стационарного режима работы наружных ограждающих конструкций невыполнимо, то приведение режима к квазистационарному выполняется по методикам [11-14]. Визуальное и инструментальное обследование выполнено в период с 12.12.2022г. по 14.12.2022г. Наружная отделка стен из лицевого кирпича углощенного, в основном не нарушена, но частично имеет сколы, отслоения верхнего лицевого слоя, следы замачивания атмосферной влагой. Внутренняя отделка стен общих комнат, спален, прихожих, коридоров, кухонь, санузлов, ваннных комнат, лестничных клеток, тамбуров, вестибюлей в виде подготовки под отделку блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения в основном не нарушена, находится в нормативном состоянии, но имеет частично следы отслоения оклейки обоев или отслоения слоя водоэмульсионной и масляной краски. Такое состояние не препятствует проведению исследования теплозащитных свойств наружных стен, так как влияние окрасочного слоя, слоя обоев или частичного разрушения слоя лицевого кирпича на теплопередачу стен пренебрежимо мало. В результате визуального и инструментального обследования установлено, что рамочные элементы оконных блоков и их детали в основном имеют правильную геометрическую форму. Предельные отклонения номинальных размеров сопрягаемых элементов изделий, зазоров в притворах, размеры расположения оконных приборов и петель не превышают допустимых значений в фактических температурных условиях эксплуатации. Продольные соединения выполнены встык. Установка и крепление оконных блоков в проемах выполнена с учетом требований к номинальным размерам монтажных зазоров. Оконные блоки установлены по уровню в пределах допускаемых отклонений. Расположение и конфигурация крепежных элементов, в основном, не приводит к образованию тепловых мостиков, снижающих теплотехнические параметры монтажного шва. Вместе с тем имеются характерные дефекты заполнения монтажного зазора пенным утеплителем (или его разрушение), выявленные в процессе инструментального теплотехнического обследования. Заполнение монтажного шва теплоизоляционными материалами должно быть сплошным по сечению, без пустот, разрывов, щелей и переливов. Расслоения, сквозные зазоры, щели, а также раковины с наибольшим размером 10 мм не допускаются. Также имеются дефекты в местах примыкания внутренних откосов или подоконника к коробке оконного блока (отсутствует герметизация, имеются образовавшиеся трещины и щели). В узлах соединения коробок оконных и дверных блоков между собой

или их примыкания к профилям не выполнены мероприятия, предотвращающие образование тепловых мостиков (требуется установка в таких узлах по всему контуру примыкания саморасширяющихся лент или других изоляционных материалов, обеспечивающих необходимое сопротивление теплопередаче и деформационную устойчивость). Геометрические размеры светопрозрачных наружных ограждающих конструкций, подлежащих обследованию, в основном соответствуют проекту.

В первую очередь был выполнен качественный анализ термограмм внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций для обнаружения дефектов, представленных на рисунках, а именно доступ наружного воздуха в конструкцию из ячеистобетонных блоков, доступ наружного воздуха в зоне примыкания по периметру оконного блока, доступ наружного воздуха в зоне примыкания подоконника и оконного блока, доступ наружного воздуха в зоне запирающих приборов и петель дверных и оконных блоков:

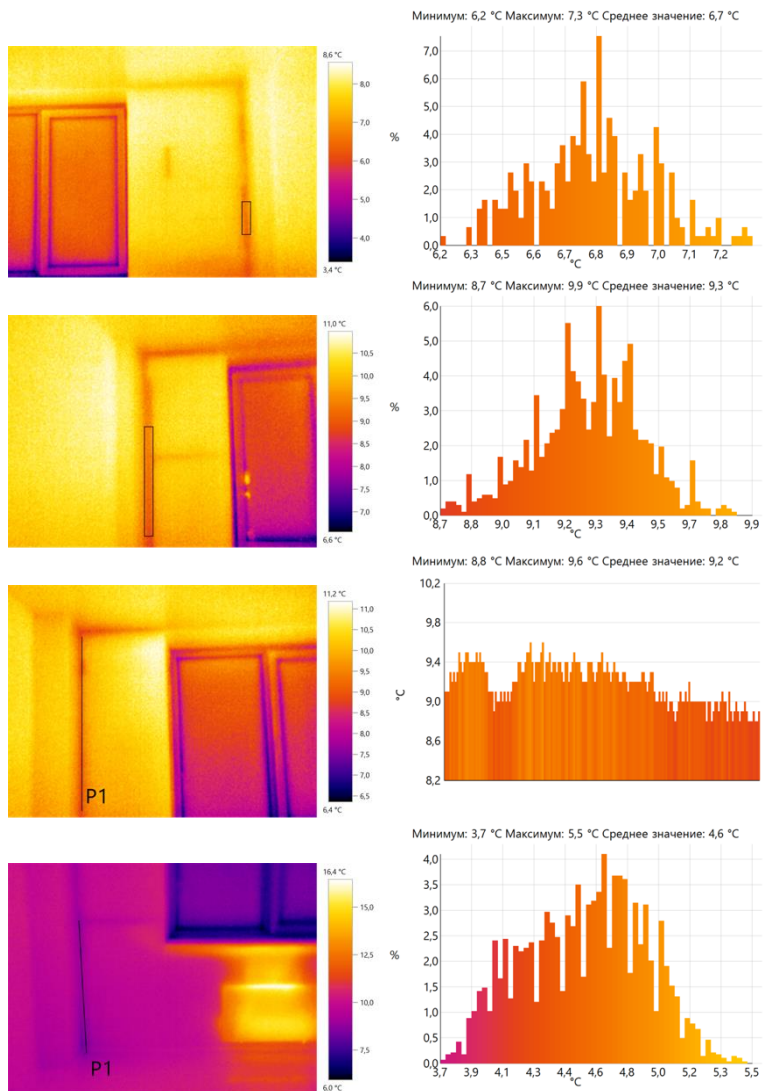


Рисунок 1. Термограмма дефектного участка (доступ наружного воздуха в конструкцию из ячеистобетонных блоков)

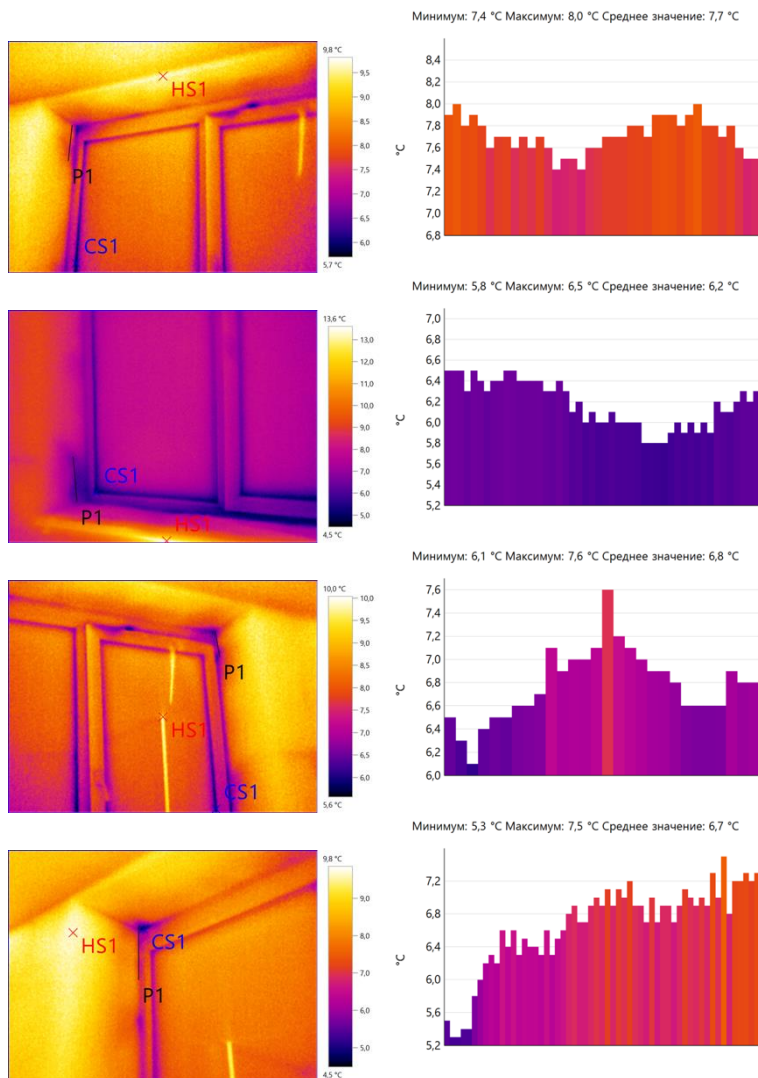


Рисунок 2. Термограмма дефектного участка (доступ наружного воздуха в зоне примыкания оконного блока)

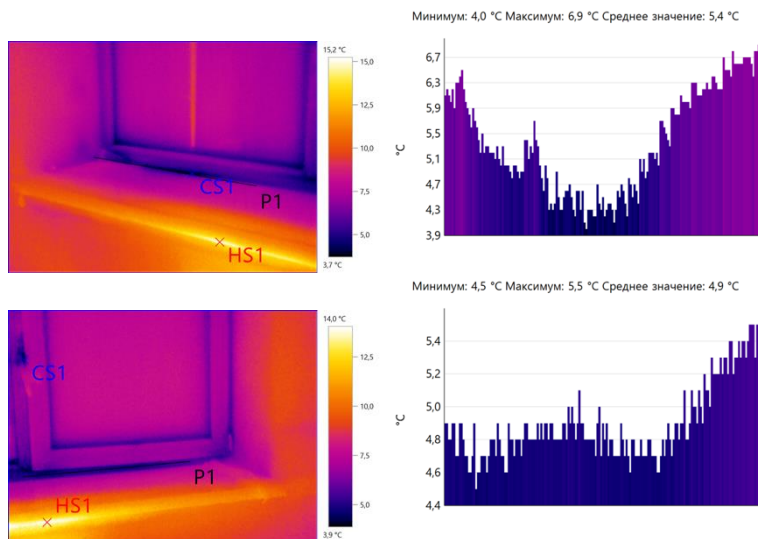


Рисунок 3. Термограмма дефектного участка (доступ наружного воздуха в зоне примыкания подоконника и оконного блока)

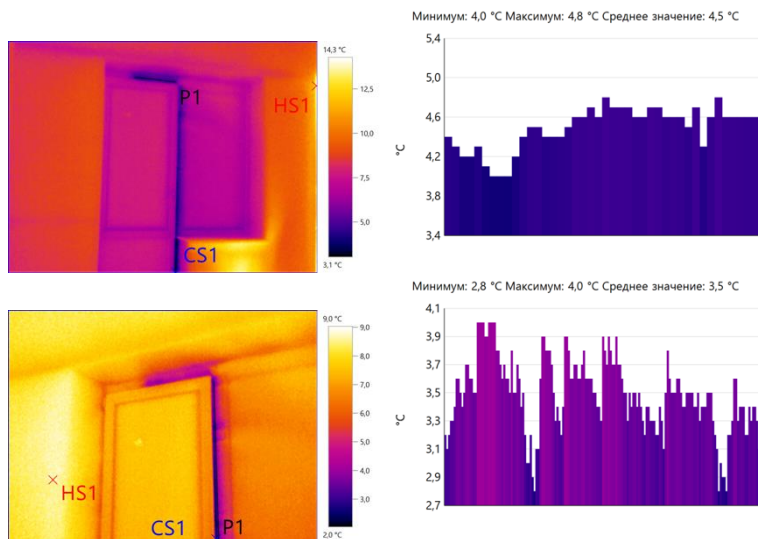


Рисунок 4. Термограмма дефектного участка (доступ наружного воздуха в зоне запирающих приборов и петель дверных и оконных блоков)

Количественный анализ проведен посредством измерения полей температур и выявления термически однородных зон с последующим измерением величины плотности тепловых потоков через фрагменты

ограждений. Меньшее из фактических сопротивлений теплопередаче реперных зон по результатам обследования составило $R_0 = 3,02 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, что удовлетворяет требованиям тепловой защиты согласно [15], $R_0 > R_0^{\text{НОРМ}} = 2,99 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.



Рисунок 5. Определение границ термически однородных зон и установка датчиков измерителя плотности тепловых потоков

Определение коэффициентов теплотехнической однородности фрагментов наружных ограждающих конструкций выполнялось только для элементов, не имеющих дефектов, определяемых качественно по величине отклонения температуры от температур бездефектных областей в сопоставимых условиях исследования. Таким образом, после отбора участков наружных стен, имеющих плоские, линейные и точечные элементы, где не зафиксированы дефекты ограждающих конструкций, определены коэффициенты теплотехнической однородности по отношению

$$r = \frac{R^{\text{пр}}}{R_0^{\text{усл}}}$$

где $R^{\text{пр}}$ – приведенное термическое сопротивление фрагмента,

$R_0^{\text{усл}}$ – осредненное по площади значение условных термических сопротивлений всех частей фрагмента теплозащитной оболочки здания.

Так как, величины термических сопротивлений обратно пропорциональны теплотерям и прямо пропорциональны перепаду температур, следовательно при вычислении отношения термических сопротивлений определяющим могут быть значения температур, но принимаемое как отношение их разностей.

Определение перепада температур на поверхностях конструкции не вызывает принципиальных затруднений, а механизм такого определения с помощью тепловизионной техники показан на рисунках для перепада на поверхности плоского элемента, по длине линейного элемента и в зоне точечного элемента.

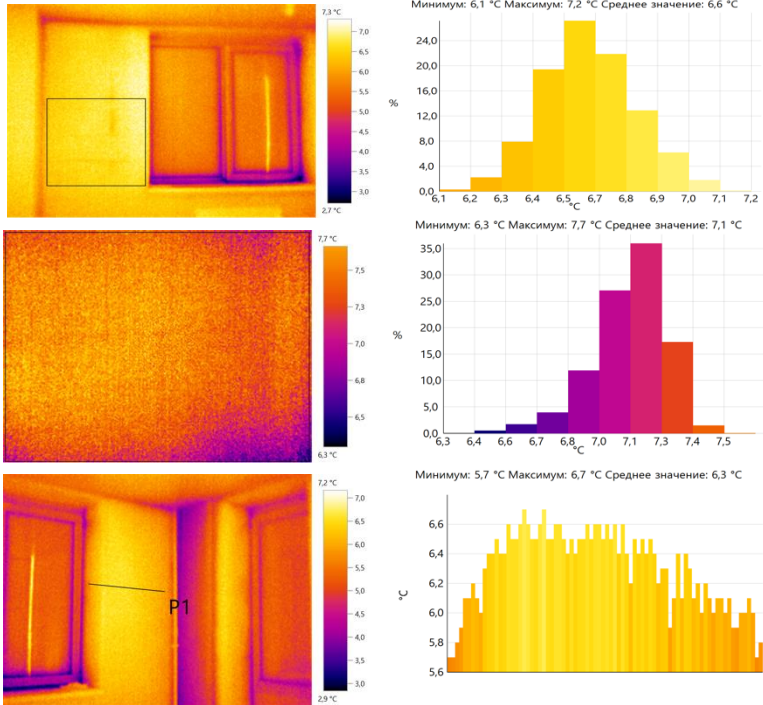


Рисунок 6. Определение температурного перепада поверхности плоского элемента

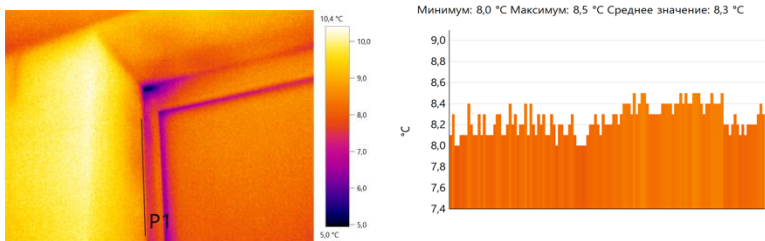


Рисунок 7. Определение температурного перепада линейного элемента

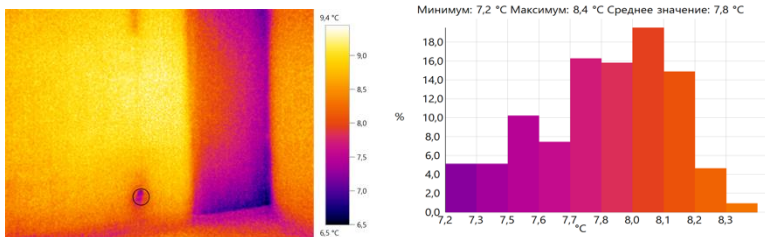


Рисунок 8. Определение температур точечного элемента

Результат анализа температур был принят в расчет коэффициента теплотехнической однородности конструкций.

Таблица 1. Расчеты удельных характеристик элементов

Элемент фрагмента	Потери теплоты через участок однородной стены, Вт/м	Потери теплоты через неоднородный участок, Вт/м	Удельные потери теплоты, Вт/(м ² ·°C)	Удельный геометрический показатель, м ⁻¹
Линейный элемент	$Q_1=3,18$	$Q_1^L = 8,84$	$\Psi_1=0,0815$	0,28
Точечный элемент	$Q_1=1,518$	$Q_1=1,424$	$\chi=0,0024$ Вт/°C	12

Таблица 4. Данные для расчета приведённого сопротивления теплопередачи стены

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент	$a=1 \text{ м}^2/\text{м}^2$	$U=0,31 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	$a \cdot U=0,31 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	85,6
Линейный элемент	$l_{12} = 0,28 \text{ м}^{-1}$	$\Psi=0,081 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	$l \cdot \Psi=0,023 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	6,4
Точечный элемент	$n_1=12 \text{ м}^{-1}$	$\chi=0,0024 \text{ Вт}/\text{°C}$	$n \cdot \chi=0,0288 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	8
Итого			$\frac{1}{R_{пр}} = 0,36$	100

Процесс определения тепловых потерь заключался в нахождении температурных полей на поверхностях при известных термических сопротивлениях термически однородных зон с учетом влияния теплотехнических неоднородностей. Полученное значение величины коэффициента теплотехнической однородности для данного объекта составило 0,86.

Библиографический список

1. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Об оценке энергетической эффективности энергосберегающих мероприятий // Инженерные системы. 2014. № 2. С. 26—29.
2. Оценка фактических теплопотерь через ограждающие конструкции / С. А. Тихомиров, Л. В. Карасева, Н. Н. Чепурняк, А. И. Семенчук // Известия Ростовского государственного строительного университета. – 2010. – № 14. – С. 153-157.
3. Исследование динамики процессов теплопереноса через дефектные области ограждающих конструкций зданий / С. А. Тихомиров, В. В. Иванов, В. Г. Федоровский, М. И. Власенко // СТРОИТЕЛЬСТВО и АРХИТЕКТУРА - 2015 : материалы международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 26–27 ноября 2015 года / ФГБОУ ВПО "Ростовский государственный строительный университет", Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация

строителей Дона. Том 2. – Ростов-на-Дону: Редакционно-издательский центр РГСУ, 2015. – С. 193.

4. Малявина, Е. Г. Величина добавки к основным теплопотерям помещения с числом наружных стен более одной / Е. Г. Малявина, Н. П. Умнякова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 2(368). – С. 291-296.

5. Малявина, Е. Г. Зависимость параметров микроклимата на границе обслуживаемой зоны помещения от размеров окна / Е. Г. Малявина, С. С. Ландырев // Жилищное строительство. – 2022. – № 8. – С. 44-52. – DOI 10.31659/0044-4472-2022-8-44-52.

6. Влияние утеплителя на динамику тепловых режимов строительных конструкций / В. В. Иванов, Л. В. Карасева, В. В. Волочай, С. А. Тихомиров // Жилищное строительство. – 2002. – № 5. – С. 15-16.

7. Иванов, В. В. Влияние термического контактного сопротивления на процесс теплопереноса в многослойных конструкциях / В. В. Иванов, Л. В. Карасева, С. А. Тихомиров // Жилищное строительство. – 2001. – № 8. – С. 16-17.

8. Иванов, В. В. Нестационарные процессы теплопереноса через ограждающие конструкции / В. В. Иванов, С. А. Тихомиров. – Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВПО Ростовский государственный строительный университет, 2014. – 117 с.

9. Иванов, В. В. Нестационарные процессы теплопереноса через ограждающие конструкции / В. В. Иванов, С. А. Тихомиров. – Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВПО Ростовский государственный строительный университет, 2014. – 117 с.

10. СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей (с Изменением N 1). Официальное издание. М.: Минстрой России, 2015 год.

11. МДС 23-1.2007 «Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники».

12. ГОСТ Р 54853-2011 «Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера»

13. ГОСТ Р 54852-2011 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций»

14. ГОСТ 25380-2014 «Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции»

15. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1). Официальное издание М.: Минрегион России, 2012 год.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ВАЛОВОГО ВНУТРЕННЕГО ПРОДУКТА НА ВЫПОЛНЕНИЕ УКАЗА ПРЕЗИДЕНТА

*Пахоменко Е.В., студент магистратуры 2 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гагарин В.Г., проф., д.т.н.*

Аннотация

В данной работе представлен анализ валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации на предмет выполнения поставленных задач по снижению его энергоемкости.

Введение

С 1960-х гг. раздаются призывы к повышению уровня теплозащиты зданий с целью экономии энергетических ресурсов [1].

В 1992 В Нью Йорке проходила Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК). В рамках данного соглашения признается проблема изменения климата. Ожидалось, что основная доля усилий по снижению эмиссии парниковых газов будет приходиться именно на индустриально развитые страны в виду большего количества выбросов. В 1994 Россия ратифицировала данное соглашение [2].

После в 1995 г. вступили в силу Изменения № 3 к СНиП II-3-79*, согласно которым резко повысились требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Строительная отрасль оказалась не готова к данным изменениям. В результате сократился объем строительства, в том числе жилищного, снизилось его качество. Никаких статистических данных о полученной в стране экономии энергии на отопление зданий в то время неизвестно [1].

11 декабря 1997 г. был принят Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). В связи со сложным процессом ратификации документ вступил в силу 16 февраля 2005 г. и на сегодняшний день охватывает 192 Стороны (191 государство и Европейский союз). Принятие этого документа было обосновано тем, что в самой Конвенции содержатся лишь призывы к этим государствам проводить политику и принимать меры по предотвращению изменения климата, а также регулярно отчитываться об выполнении [3].

В рамках данного протокола Россия и Украина должны были в период 2008-2012 сохранить среднегодовые выбросы на уровне 1990 что в целом невозможно для стран с переходящей к рыночной экономике.

Согласно указу президента от 4 июля 2008 №889 была выявлена глобальная цель-снижение энергоемкости внутреннего валового продукта Российской Федерации не менее чем на 40 процентов по сравнению с 2007 годом [4].

12 декабря 2015 года в рамках двадцать первой сессии климата РКИК ООН было подготовлено Парижское соглашение взамен Киотского протокола. Согласно статье 2 основной целью данного соглашения является «удержания прироста глобальной средней температуры намного ниже 2 °С сверх доиндустриальных уровней и приложения усилий в целях ограничения роста температуры до 1,5 °С» [5].

Основная часть

Используя статистические данные Statistic Year Book [6-11], вычислены энергоэффективность и энергоёмкость ВВП. Энергоёмкость ВВП представляет собой интенсивность потребленного количества энергии по отношению к ВВП рассматриваемой страны. Измеряется данный показатель в тоннах условного топлива на единицу стоимости ВВП. Энергоэффективность ВВП величина обратная к энергоёмкости. Данные показатели позволяют понять, насколько хорошо извлекается полезный эффект из производимой энергии. Для анализа в течение продолжительного периода был вычислен ВВП в постоянных ценах базового 2005 года, то есть выражен в неизменных ценах. Данный показатель рассчитывался как ВВП в реальных ценах деленный на индекс дефлятор (индекс Пааше), который показывает изменение цен на товары и услуги. Такой подход позволяет исключить влияние инфляции или дефляции. Результаты обработки статистических данных представлены в таблице 1.

Таблица 1. ВВП, энергоёмкость ВВП России по данным [6-11]

Год	Потребление энергии, т.у.т.	ВВП в текущих ценах, млн. дол.	ВВП в постоянных ценах 2005 года, млн. дол.	Энергоэффективность ВВП	Энергоёмкость ВВП
2007	935 018,4	1 299 703	896 836	0,959	1,043
2008	948 776,4	1 660 848	943 901	0,995	1,005
2009	886 145,3	1 222 646	870 080	0,982	1,018
2010	967 417,9	1 524 917	909 266	0,940	1,064
2011	1 031 900,0	1 899 085	948 282	0,919	1,088
2012	1 058 012,0	2 016 110	980 324	0,927	1,079
2013	1 044 106,0	2 230 625	993 946	0,952	1,050
2014	1 016 124,0	2 030 973	1 000 969	0,985	1,015
2015	1 014 662,0	1 326 016	963 665	0,950	1,053
2016	1 003 544,0	1 284 727	961 738	0,958	1,043
2017	1 044 004,0	1 577 580	979 049	0,938	1,066
2018	1 129 684,0	1 657 328	1 003 525	0,888	1,126
2019	1 077 052,0	1 687 450	1 031 624	0,958	1,044
2020	1 060 188,0	1 483 498	1 000 675	1,043	0,959

Энергоемкость ВВП

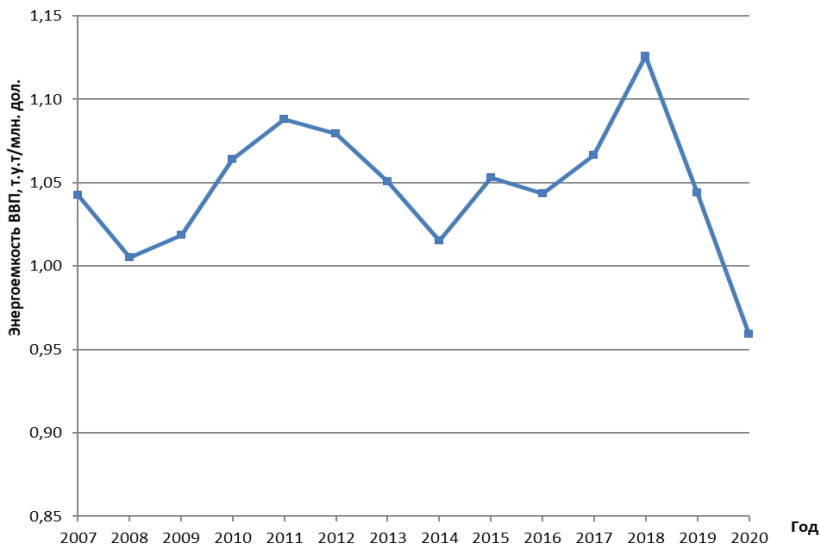


Рисунок 1. Динамика изменения энергоемкости ВВП по сравнению с ВВП в постоянных ценах 2005 года

Выводы

В указе президента № 889 была поставлена задача снизить энергоемкость ВВП России в 2007–2020 годах на 40 %. В начале рассматриваемого периода энергоемкость была немного выше, а затем пошло ее снижение, которое составило только 8,7%. По итогу 2020 года можно сделать вывод, что поставленная задача не была выполнена.

Библиографический список

1. Гагарин В.Г., Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплосащиты ограждающих конструкций зданий // Строительное производство. – март 2010. – С. 60–64.
2. Рамочная Конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/climate.pdf
3. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf>
4. Указ Президента РФ от 04.06.2008 N 889 "О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики" [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112413/

5. Парижское соглашение [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_russian_.pdf
6. Statistical Yearbook 57-New York: United Nations Publication, 2015-138p.,326p.
7. Statistical Yearbook 59-New York: United Nations Publication,201-116p.,237p.
8. Statistical Yearbook 60-New York: United Nations Publication, 2017-183p.,309p.
9. Statistical Yearbook 61-New York: United Nations Publication, 2018-197p.,350p.
10. Statistical Yearbook 63-New York: United Nations Publication, 2020-188p.,327p.
11. Statistical Yearbook 65-New York: United Nations Publication, 2021-225p.,379p.

**Секция «Теплоснабжение, газоснабжение и
котельные установки»**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ВЫЗВАННЫХ НАРУШЕНИЕМ РАБОТЫ УДАЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

*Жилкина Л. П., студентка 3 курса 15 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Жила В. А., проф., к.т.н., доц.*

Аннотация

Для нормальной работы газовых установок следует создать условия, при которых в местах выхода продуктов сгорания создается разрежение. Для этого необходимо предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию. В задачу удаления продуктов сгорания входит определение сечений дымоходов и присоединительных труб. В котельных установках небольшой производительности подача воздуха и удаление продуктов сгорания предусматривается вследствие естественной тяги. Эти условия обеспечиваются дымовой трубой. На основе аэродинамического расчета котла определено сопротивление газового тракта.

В статье приводятся скорости, температуры, расходы воздуха и продуктов сгорания. Расчеты по определению аэродинамических сопротивлений выполнены при условии номинальной нагрузки.

Введение

Для создания безопасных условий работы газовых установок требуется произвести аэродинамический расчет отвода продуктов сгорания от котла. При этом предусмотреть подачу и удаление воздуха. Меры безопасности требуют установки датчиков загазованности, которые перекрывают подачу газа.

Расчет дымохода основывается на определении температуры, значение которой связано с остыванием при движении по соединительным трубам.

Для нормальной работы газовых горелок необходимо рассчитать тягу на вертикальных участках, при этом учитывается высота трубы, температура продуктов сгорания. В статье произведен расчет потерь давления на трения и местные сопротивления, который позволяет определить общие потери в дымовой трубе, в итоге данные расчеты позволяют определить разрежение перед котлом.

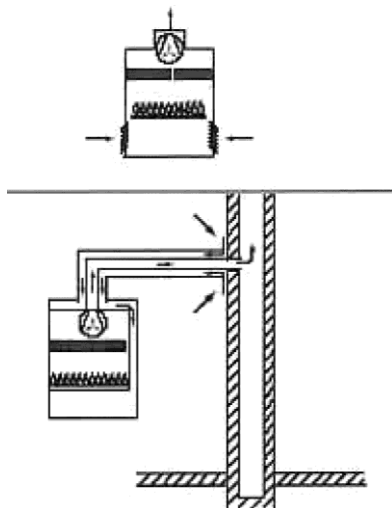


Рисунок 1. а) отвод продуктов сгорания наружу индивидуально, забор воздуха для горения из помещения; б) - забор воздуха для горения из помещения коаксиальным воздуховодом, отвод продуктов сгорания отдельным дымоотводом или общим дымоходом, проложенным в стене здания или пристроенным к ней

Основная часть

Отвод продуктов сгорания от котла «Vitogas 050» мощностью $Q = 48,0$ кВт (Германия) осуществляется через дымоход, выполненный из нержавеющей стали $d_y = 180$ мм, который врезается в дымовую трубу из а/ц $d = 200$ мм.

Размер канала вытяжной системы вентиляции помещения определяется по формуле:

$$S_{\text{вытяж}} = \frac{3 \times V_{\text{пом}}}{v \times 3600}, \text{ м}^2$$

где $V_{\text{пом}}$ – внутренний объем топочной, м^3 ;

v – средняя скорость воздуха, равна 1 м/с;

$$S_{\text{вытяж}} = \frac{3 \times 29,4}{1 \times 3600} = 0,0245 \text{ м}^2$$

Согласно СП 42-101-2003, площадь сечения дымовой трубы не должна быть меньше площади патрубка газового прибора, присоединенного к дымоходу. При расчете дымохода определяют размер поперечных сечений дымохода и присоединительной трубы.

Вентиляция помещения принята приточно-вытяжная с естественным побуждением. Вытяжка должна обеспечивать трехкратный воздухообмен в час.

Приток воздуха в помещение осуществляется через жалюзийную решетку, установленную в нижней части двери.

Приток воздуха в помещение предусматривается в объеме вытяжки плюс количество воздуха на горение газа:

$$V = 3 \times V_{\text{пом}} + V_{\text{гор}}, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

где V – необходимый воздухообмен, $\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$

Расход газа:

$$B = \frac{Q_{\text{к}} \times 0,86 \times 10^3}{Q_{\text{н}}^{\text{п}} \times \eta}$$

$$B = \frac{48 \times 0,86 \times 10^3}{7950 \times 0,9} = 5,77 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Согласно нормативным данным, на сжигание 1 м^3 расходуется 11 м^3 воздуха. В данном случае с учетом коэффициента избытка воздуха на горение газа, расход составляет $63,47 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$. Таким образом, необходимый воздухообмен:

$$V = 3 \times 29,4 + 63,47 = 151,67 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Тягу рассчитывают по уравнению:

$$\Delta p_{\text{т}} = 0,0345 \times H \times \left(\frac{1}{273 + t_{\text{н.в.}}} + \frac{1}{273 + t_{\text{т}}} \right) \times P_{\text{б}},$$

где $\Delta p_{\text{т}}$ – тяга, создаваемая дымовой трубой, дымоходом или вертикальным участком присоединительной трубы;

H – высота участка, создающего тягу;

$t_{\text{н.в.}}$ – температура наружного воздуха;

$t_{\text{т}}$ – средняя температура газов на участке;

$P_{\text{б}}$ – барометрическое давление.

О достаточности принятых размеров сечений судят по полученной величине разрежения перед прибором.

Для определения средней температуры газов следует знать снижение их температуры в результате остывания при движении по соединительным трубам и дымовым каналам.

Из сравнения уравнения теплопередачи от уходящих газов к воздуху, окружающему дымоходу:

$$Q = k \times F_{\text{в}} \times (t_{\text{yx}} - t_{\text{ов}}) - \frac{k \times F_{\text{в}} \times \Delta t}{2},$$

и уравнения теплового баланса для участка газохода:

$$Q = 1,38 \times Q_{\text{п.с.}} \times \Delta t \times \frac{1000}{3600}$$

получаем зависимость для расчета остывания уходящих газов:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{yx}} - t_{\text{ов}}}{\frac{0,384 \times Q_{\text{п.с.}}}{k \times F_{\text{в}}} + 0,5},$$

где k – среднее коэффициента теплопередачи для стенок дымохода, отнесенное к внутренней поверхности, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{град}}$;

$F_{\text{в}}$ – внутренняя площадь поверхности расчетного участка дымохода, м^2 ;

$t_{\text{ух}}$ – температура уходящих газов при входе в дымоход, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ов}}$ – температура воздуха, окружающего дымоход, $^{\circ}\text{C}$;

Δt – падение температуры уходящих газов в расчетном участке, $^{\circ}\text{C}$;

Q – количество теплоты, отдаваемое уходящими газами при остывании на величину Δt , Вт ;

1,38 – средняя объемная теплоемкость дымовых газов, $\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \times \text{град}}$;

$Q_{\text{п.с}}$ – расход продуктов сгорания через дымоход, $\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

Основные размеры:

Дымоход от котла:

Диаметр $d_{\text{д}} = 0,18 \text{ м}$

Длина горизонтального участка $l_{\text{д}} = 1,0 \text{ м}$

Высота вертикального участка $h_{\text{д}} = 1,0 \text{ м}$

Коэффициент трения металлического дымохода $\lambda_{\text{д}} = 0,02$

Дымовая труба:

Диаметр трубы $d_{\text{тр}} = 0,189 \text{ м}$

Высота $h_{\text{трп}} = 8,0 \text{ м}$, $h_{\text{трн}} = 0,5 \text{ м}$

Коэффициент трения а/ц трубы $\lambda_{\text{тр}} = 0,04$

1. Количество продуктов сгорания:

$$V_{\text{п.с.}} = V_{\text{г}} + (\alpha - 1) \times V_0 = 11,373 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

2. Расход продуктов сгорания:

$$Q_{\text{п.с.}} = V_{\text{п.с.}} \times B = 65,615 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

3. Охлаждение газа на вертикальном участке дымохода:

$$F_1 = \pi \times d_{\text{д}} \times h_{\text{д}} = 0,565 \text{ м}^2$$

$$\Delta t_1 = \frac{t_{\text{ух}} - t_{\text{ов}}}{\frac{0,384 \times Q_{\text{п.с.}}}{k_1 \times F_1} + 0,5} = 8,302^{\circ}\text{C}$$

4. Температура после вертикального участка:

$$t_1 = t_{\text{ух}} - \Delta t_1 = 121,698^{\circ}\text{C}$$

5. Охлаждение газа на горизонтальном участке дымохода:

Площадь поверхности горизонтального участка дымохода:

$$F_2 = \pi \times d_{\text{д}} \times l_{\text{д}} = 0,565 \text{ м}^2$$

$$\Delta t_2 = \frac{t_1 - t_{\text{ов}}}{\frac{0,384 \times Q_{\text{п.с.}}}{k_1 \times F_2} + 0,5} = 7,687^{\circ}\text{C}$$

6. Температура после горизонтального участка дымохода:

$$t_2 = t_1 - \Delta t_2 = 114,011 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7. Охлаждение дымовых газов в дымовой трубе на внутреннем участке (по помещению):

$$F_3 = \pi \times d_{\text{тр}} \times h_{\text{трп}} = 4,75 \text{ м}^2$$

$$\Delta t_3 = \frac{t_2 - t_{\text{ов}}}{\frac{0,384 \times Q_{\text{п.с.}}}{k_2 \times F_3} + 0,5} = 16,541 \text{ } ^\circ\text{C}$$

8. Температура внутреннего участка дымовой трубы:

$$t_3 = t_2 - \Delta t_3 = 97,47 \text{ } ^\circ\text{C}$$

9. Охлаждение дымовых газов в дымовой трубе на наружном участке (по улице):

$$F_4 = \pi \times d_{\text{тр}} \times h_{\text{трн}} = 0,297 \text{ м}^2$$

$$\Delta t_4 = \frac{t_3 - t_{\text{н}}}{\frac{0,384 \times Q_{\text{п.с.}}}{k_2 \times F_4} + 0,5} = 1,47 \text{ } ^\circ\text{C}$$

10. Температура после наружного участка дымовой трубы:

$$t_4 = t_3 - \Delta t_4 = 96 \text{ } ^\circ\text{C}$$

11. Температура газов, уходящих из трубы t_4 должна быть выше температуры точки росы $t_{\text{т.р.}}$ на $15 \text{ } ^\circ\text{C}$:

$$t_{\text{т.р.}} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_4 > t_{\text{т.р.}} + 15$$

$$96 \text{ } ^\circ\text{C} > 55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

12. Расчет тяги:

В вертикальном участке дымохода:

$$t_{\text{т1}} = t_{\text{ух.г.}} - \frac{\Delta t_1}{2} = 125,849 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta p_{\text{т1}} = 0,0345 \times h_{\text{д}} \times \left(\frac{1}{273 + t_{\text{ов}}} + \frac{1}{273 + t_{\text{т1}}} \right) \times 99000 = 3,174 \text{ Па}$$

В дымовой трубе:

$$t_{\text{т2}} = \frac{t_2 + t_4}{2} = 105,006 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{т2}} &= 0,0345 \times (h_{\text{трп}} + h_{\text{трн}}) \times \left(\frac{1}{273 + t_1} + \frac{1}{273 + t_{\text{т2}}} \right) \times 99000 \\ &= 18,384 \text{ Па} \end{aligned}$$

$$\Delta P_{\text{т}} = \Delta P_{\text{т1}} + \Delta P_{\text{т2}} = 21,557 \text{ Па}$$

13. Потери на трение

Потери в дымоходе Δp_1

$$\text{Средняя температура в дымоходе } t_{\text{ср1}} = \frac{t_{\text{ух.г.}} + t_2}{2} = 122,005 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Сечение дымохода } f_1 = \pi \times \frac{d_{\text{д}}^2}{4} = 0,025 \text{ м}^2$$

$$\text{Скорость уходящих газов } W_{\text{ух}} = \frac{Q_{\text{п.с.}}}{f_1 \times 3600} = 0,716 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Эквивалентный диаметр } d_{\text{эк1}} = d_{\text{д}}, d_{\text{эк1}} = 0,18 \text{ м}^2$$

$$\Delta p_1 = \lambda_{\text{д}} \times \frac{(h_{\text{д}} + l_{\text{д}}) \times [W_{\text{ух}}^2 \times \rho_{\text{ух}} \times (273 + t_{\text{ср1}})]}{d_{\text{эк1}} \times 2 \times 273} = 0,107 \text{ Па}$$

14. Местные сопротивления

Коэффициент местных сопротивлений на дымоходе:

Вход в тягопрерыватель $\zeta_1 = 0,5$

Поворот $\zeta_2 = 0,9$

Вход в дымовую трубу $\zeta_3 = 1,2$

n – количество поворотов дымохода $n = 1$

$$\Sigma \zeta = \zeta_1 + n \times \zeta_2 + \zeta_3 = 2,6$$

$$\Delta p_2 = \Sigma \zeta \times \frac{[W_{yx}^2 \times \rho_{yx} \times (273 + t_{cp1})]}{2 \times 273} = 1,254 \text{ Па}$$

Потери в дымовой трубе Δp_3

Средняя температура в дымовой трубе $t_{cp2} = \frac{t_2 + t_3}{2} = 105,74^\circ \text{C}$

Сечение дымовой трубы $f_2 = \pi \times \frac{d_{тр}^2}{4} = 0,028 \text{ м}^2$

Скорость уходящих газов $W_{yx2} = \frac{Q_{п.с.}}{f_2 \times 3600} = 0,65 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Эквивалентный диаметр $d_{эк2} = d_{тр}$, $d_{эк2} = 0,189 \text{ м}^2$

$$\Delta p_3 = \lambda_{тр} \times \frac{(h_{трп} + h_{трпн}) \times [W_{yx2}^2 \times \rho_{yx} \times (273 + t_{cp2})]}{d_{эк2} \times 2 \times 273} = 0,685 \text{ Па}$$

15. Потери на местное сопротивление:

Выход из дымовой трубы: $\Sigma \zeta = 2,6$

$$\Delta p_4 = \Sigma \zeta \times \frac{[W_{yx}^2 \times \rho_{yx} \times (273 + t_{cp2})]}{2 \times 273} = 1,254 \text{ Па}$$

Разрежение:

$$P_{раз} = [\Delta p_T - (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4)] = 18,521 \text{ Па}$$

Выводы

1. Полученное значение разрежения, равное 18,521 Па, превышает минимально необходимое 3 Па, следовательно, будет обеспечена подача воздуха в топочную камеру для горения топлива и перемещения продуктов сгорания с определенной скоростью по газопроводам с удалением через дымовую трубу.

2. Дымовая труба создает создает силу тягу, необходимую для преодоления гидравлических сопротивлений котельного агрегата, таким образом обеспечивает нормальную работу установки. Для устойчивой тяги, согласно СП 280.1325800.2016, система дымоудаления должна находиться вне зоны ветрового подпора в соответствии со схемой.

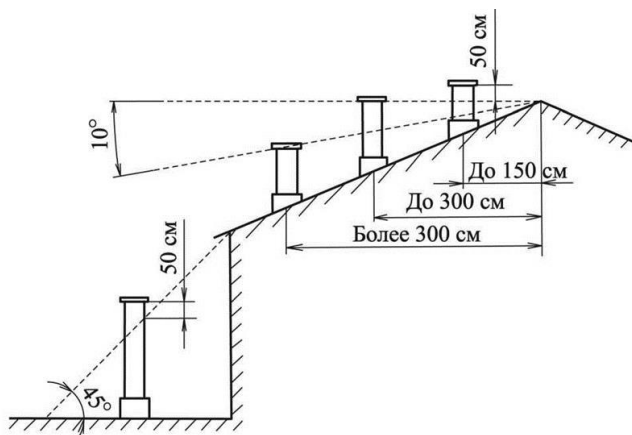


Рисунок 2. Высота дымохода в зданиях

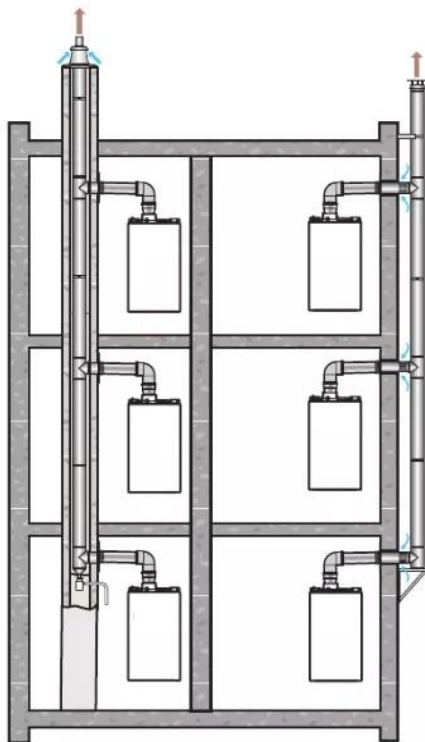


Рисунок 3. Схема системы дымоудаления в многоквартирных домах

3. Важное значение имеет обеспечение безопасности работы котельных установок при использовании газового топлива, поэтому в помещении

предусматривается установка датчиков загазованности ДТК-0,15-3,0, который подает сигнал о возникновении утечки газа при достижении концентрации 10% НКПР. Сигнал подается на сигнализатор СЗ-1-1Г. Одновременно срабатывает и перекрывает подачу газа установленный на вводе клапан-отсекатель КЗГЭМ-УЗ2НД.

Библиографический список

1. СП 280.1325800.2016 «Системы подачи воздуха на горение и удаление продуктов сгорания для теплогенераторов на газовом топливе. Правила проектирования и устройства»
2. Ионин А.А. Газоснабжение. Стройиздат, 1989 Москва
3. СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы»
4. Постановление правительства РФ от 14 V 2013 № 410. О мерах обеспечению безопасности при использовании и содержании по внутрисового и внутриквартирного газового оборудования.
5. СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб»
6. Жила В.А. Газоснабжение. Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ) Москва 2014.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

*Сапронова М.Ю., студент 3 курса 15 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Жила В.А., доц., к.т.н.*

Введение

Гарантирование безопасности при использовании газа в бытовых условиях является основным приоритетом, на который обращает внимание правительство при осуществлении газоснабжения зданий.

Безопасность газораспределительных систем в большей своей степени зависит от надежности их элементов. Под надежностью понимается способность бесперебойного обеспечения газом потребителей.

Основная часть

Текст рассказывает о важности диагностики, технического обслуживания и ремонта газовых систем для обеспечения безопасности их эксплуатации. Для этого необходимо заключить договор с специализированной организацией, которая будет заниматься заменой оборудования и проведением модернизации. Требования к обеспечению безопасности включают в себя снижение скорости коррозии материалов трубопровода, качественный контроль сварки и нагрузок элементов газопровода, оценку рисков возникновения аварийных ситуаций и своевременное техническое диагностирование, ремонт оборудования. Для повышения надежности газораспределительных систем могут быть

использованы два пути: улучшение качества элементов и резервирование. При этом все работы должны выполняться квалифицированными специалистами с соблюдением требований нормативных документов.

Не качественное проведение строительно-монтажных работ поблизости от мест прокладки газопроводов обычно вызывает механические повреждения.

Физические методы борьбы с коррозией состоят из различных покрытий и защитных пленок на поверхности металла, например, красок и лаков, а также методы катодной защиты и термической обработки. Катодная защита представляет собой создание электрического поля, благодаря которому металл становится катодом, а вода или грунт — анодом, что снижает скорость коррозии. **Электрохимическая защита** заключается в применении электродов, которые создают электрическое поле, подавляющее коррозию. Термическая обработка, например, закалка и отжиг, увеличивает структурную прочность и устойчивость металла к коррозии.

Для защиты подземных газопроводов от коррозии и механического износа применяют различные защитные покрытия. Они могут быть изготовлены из полимерных материалов, керамических покрытий, сплавов или металлических композитов. При выборе защитного покрытия необходимо учитывать условия эксплуатации газопровода, например, температуру окружающей среды, влажность, химический состав почвы или воды, наличие бактерий и других факторов коррозии.

В случае аварийного режима работы сети газопроводов низкого давления, невозможно достичь одинакового снижения подачи газа всем потребителям, которые прямо подключены к газопроводу. Это происходит из-за невозможности контроля количества газа, поставляемого каждому отдельному абоненту.

Множество факторов влияет на потребление газа потребителями, включая гидравлическое сопротивление и давление газа в точке присоединения. Кроме того, если в системе представлена кольцевая сеть, то это также может повлиять на потребление газа абонентами. Если давление газа в точке присоединения ответвления снижается, автоматически сокращается и подача газа потребителю.

При возникновении аварийной ситуации снижение подачи газа абонентам может различаться в зависимости от величины гидравлического сопротивления и места присоединения абонентского ответвления к кольцевой сети. В такой ситуации необходимо провести анализ каждого конкретного случая и принять соответствующие меры для минимизации возможных последствий.

Меры осуществления безопасности газораспределительных систем

Для достижения безопасности систем газопотребления необходимо провести следующие работы:

- техническое обслуживание и ремонт внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования (далее ВДГО и ВКГО);
- аварийно-диспетчерское обеспечение;
- техническое диагностирование;
- замена оборудования.

Техническое обслуживание ВДГО (ВКГО)

Техническое обслуживание направлено на устранение возможных неисправностей, предупреждение их возникновения, а также обновление и ремонт существующих элементов системы. Таким образом, это важный процесс по поддержанию работоспособности ВДГО (ВКГО) и обеспечению безопасности операций на объекте. Регулярное техническое обслуживание позволяет выявлять и устранять дефекты в самом начале их возникновения.

Работы по техническому обслуживанию и ремонту внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования выполняются специализированной организацией в порядке, предусмотренном Правилами, утвержденными постановлением Правительства РФ от 14.05.2013 №410 «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования», на основании договора о техническом обслуживании и ремонте внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования, заключенного между заказчиком и исполнителем.

Основными требованиями к специализированной организации являются наличие квалифицированных сотрудников, имеющих профильное образование, прошедших обучение газоопасным работам и аттестацию по итогам обучения.

Минимальный перечень выполняемых работ по техническому обслуживанию и ремонту ВДГО и ВКГО состоит из:

1. Визуальная проверка целостности и соответствия нормативным требованиям (осмотр) внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования;
2. Визуальная проверка наличия свободного доступа (осмотр) к внутридомовому и (или) внутриквартирному газовому оборудованию;
3. Визуальная проверка состояния окраски и креплений газопровода (осмотр);
4. Визуальная проверка наличия и целостности футляров в местах прокладки через наружные и внутренние конструкции многоквартирных домов и домовладений (осмотр);
5. Проверка герметичности соединений и отключающих устройств (приборный метод, обмыливание);
6. Проверка работоспособности и смазка отключающих устройств отключающие устройства, установленные на газопроводах;
7. Разборка и смазка кранов и т.д.

Аварийно-диспетчерское обеспечение

Аварийно-диспетчерское обеспечение – это комплекс мер по предупреждению и локализации аварий, направляемых на устранение угрозы жизни и здоровью граждан, причинению вреда имуществу, окружающей среде.

Аварийно-диспетчерское обеспечение выполняется круглосуточно аварийно-диспетчерской службой газораспределительной организации незамедлительно после поступления информации об аварии или угрозе аварии.

Работа аварийно-дежурной службы газораспределительных организаций направлена на локализацию аварийной ситуации. Устранение неисправностей производят специализированные организации, которые выполняют техническое обслуживание ВДГО (ВКГО).

Техническое диагностирование

Техническое диагностирование ВДГО (ВКГО) направлено на определение технического состояния ВДГО (ВКГО) либо их составных частей, поиск и определение неисправностей оборудования, а также определение возможности его дальнейшего использования. Оно вместе с техническим обслуживанием и ремонтом должно обеспечить должный уровень безопасности бытовых потребителей газа. Диагностирование ВДГО (ВКГО) производится социализированной организацией по договору с заказчиком, которым может быть:

- в отношении ВДГО многоквартирного дома - управляющая организация, собственники помещений - при непосредственном управлении многоквартирным домом;
- в отношении ВДГО домовладения – собственник домовладения;
- в отношении ВКГО – собственник (пользователь) квартиры.

Замена оборудования

Замена оборудования проводится:

- по истечении сроков эксплуатации, которые установлены изготовителем оборудования или указаны в проекте. Эта мера необходима для обеспечения безопасности и эффективности работы системы газоснабжения.
- при признании газоиспользующего оборудования не подлежащим ремонту в ходе технического обслуживания или диагностирования;
- по заявке заказчика.

Замена должна производиться только специальной организацией по истечении срока эксплуатации, установленного изготовителем или проектом. При этом возможно проведение модернизации оборудования для повышения эффективности и безопасности его использования. Новое оборудование должно соответствовать требованиям нормативных документов, а проведенные работы должны быть выполнены

высококвалифицированными специалистами. Владелец системы не должен самостоятельно производить замену оборудования.

Обязательным условием безопасного использования ВДГО (ВКГО) является надлежащее состояние дымовых и вентиляционных каналов жилых помещений и многоквартирных домов.

Вывод

На основании вышеприведенных требований к обслуживанию систем газопотребления можно сформулировать следующие требования для обеспечения безопасности:

- Важно проводить регулярные проверки и мероприятия по снижению скорости коррозии материалов трубопровода, поскольку она может вызвать образование дефектов, которые могут стать причиной аварийных ситуаций.

- Необходимо обеспечивать качественный контроль сварки и нагрузок элементов газопровода, а также контроль качества строительных работ вблизи мест их разводки для исключения возникновения опасных ситуаций.

- Оценка рисков и разработка методик решения аварийных ситуаций должны проводиться регулярно, чтобы в случае необходимости оперативно устранять возможные проблемы.

- Для обеспечения высокого уровня безопасности при эксплуатации системы газоснабжения также важно проводить регулярное техническое диагностирование и проводить ремонт или замену элементов внутридомового и внутриквартирного газового оборудования. Это позволит предотвратить возможные опасные ситуации и сохранить нормальную работоспособность системы.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 14.05.2013 №410 (ред. от 19.03.2020). "О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования". – М. – 2013.
2. Газоснабжение /А.А. Ионин, В.А. Жила/ – М.: Изд-во АСВ, 2011.
3. ВДГО 2022. Внутридомовое газовое оборудование. Учебное пособие. / В.А. Вершилович. / – М.: Изд-во Инфра-Инженерия, 2022.
4. Способ защиты трубопроводов от коррозии / Ф. С. Гарифуллин, А. А. Калимуллин, Р. Ф. Шилькова: пат. 2158786 РФ; опубл. 10.11.00, Бюл. изобр. 2000 № 23.
5. Способ защиты трубопроводов от коррозии / Н. Д. Цхадая, А. С. Кузьбожев, Р. В. Агинеи, Ю. В. Александров, И. Н. Андронов: пат. 2355939 РФ; опубл. 20.05. 09, БИ. 2009. № 14.
6. Расследование аварийных ситуаций: новые методы и подходы / Р. А. Шайбаков, Н. Х. Абдрахманов, И. Р. Кузеев, А. С. Симарчук // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2008. № 3. С. 110-121.
7. Коррозионные и стресс- коррозионные повреждения магистральных газопроводов с учетом влияния упругой энергии перекачиваемого газа / Стеклов О.И., Дзиев К.М./ - М.: 2012.

8. Исследование интенсивности напряжений в процессе коррозионного растрескивания стали магистральных газопроводов/ Буклешев Д.О./ - М.: - 2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА НАКЛОНА СВЕТОВОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ТЕРМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СТЕКЛОПАКЕТА

*Коцкий И.К., студент магистратуры 1 курса 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Аксенов А.К., доц., к.т.н.*

Тепловые потери через световые проемы зданий составляют от 50 до 90 % от общих теплопотерь наружных ограждений, в зависимости от архитектурной реализации проектируемого здания.

В настоящее время основной конструкцией световых проемов является одно- или многокамерный стеклопакет, заключенный в пластиковую или алюминиевую раму или их комбинацию. Правильность подбора и расчета наружных ограждающих конструкций является основополагающим фактором для соблюдения параметров микроклимата в помещении.

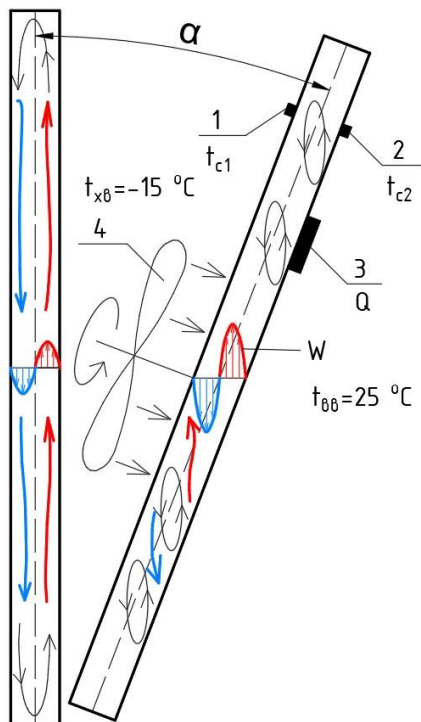
В проектах часто световые конструкции размещают не только в наружных стенах, но и на потолке, одновременно исполняющие роль элемента конструкции покрытия: зенитные фонари, атриумы, мансардные окна, оранжереи, теплицы и т.д.

В воздушной прослойке между стеклами воздух или его заменитель (аргон, ксенон, криптон) не находится в покое, а непрерывно движется (у наружного стекла опускается вниз, а у более теплого внутреннего стекла поднимается вверх), причем холодный поток под углом к плоскости стекла устремится на внутреннее стекло, а одновременно теплый конвективный поток воздуха направится от внутреннего стекла на наружный.

В настоящей работе приведены результаты исследования влияния угла наклона стеклопакета на характер его термического сопротивления относительно полученных ранее значений температур и теплового потока для светопрозрачной ограждающей конструкции в вертикальной ориентации.

Для экспериментальных исследований был использован лабораторный стенд. В основе стенда - холодильная камера, одна из стен которой представляет собой оконную конструкцию, в которую вмонтированы два стеклопакета (однокамерный и двухкамерный).

Камера наклонялась в сторону стеклопакета под углами α шагом в 15° от 0° до 90° рис.1.



- 1 - термомпара со стороны холодильной камеры, t_{c1} ;
- 2 - термомпара со стороны помещения, t_{c2} ;
- 3 - тепломер для измерения величины теплового потока, Q ;
- 4 - вентилятор, $v=3$ м/с

Рисунок 1. Влияние угла наклона α от вертикали светового проема на характер конвективных потоков воздуха внутри стеклопакета

В процессе выполнения эксперимента выполнялись следующие измерения:

1. Температура воздуха внутри холодильной камеры поддерживалась постоянной, примерно $t_{xb} -15$ °С. Для равномерного распределения температуры во всем объеме внутри камеры установлен вентилятор. Поток воздуха скоростью 3 м/с внутри холодильной камеры изменяется частотным регулятором для образования вынужденной конвекции.

2. Температура воздуха в помещении в течение эксперимента постоянная, составляла $t_{0b} = 25$ °С;

3. Температура наружной поверхности стекол со стороны холодного и теплого объема измерялась поверхностными термомпарами t_{c1} и t_{c2} ;

4. На поверхности стекол со стороны теплого помещения установлены два тепломера (один на однокамерном стеклопакете другой на двухкамерном).

Измерялась величина теплового потока при различных углах наклона стеклопакетов α , 0° до 90° .

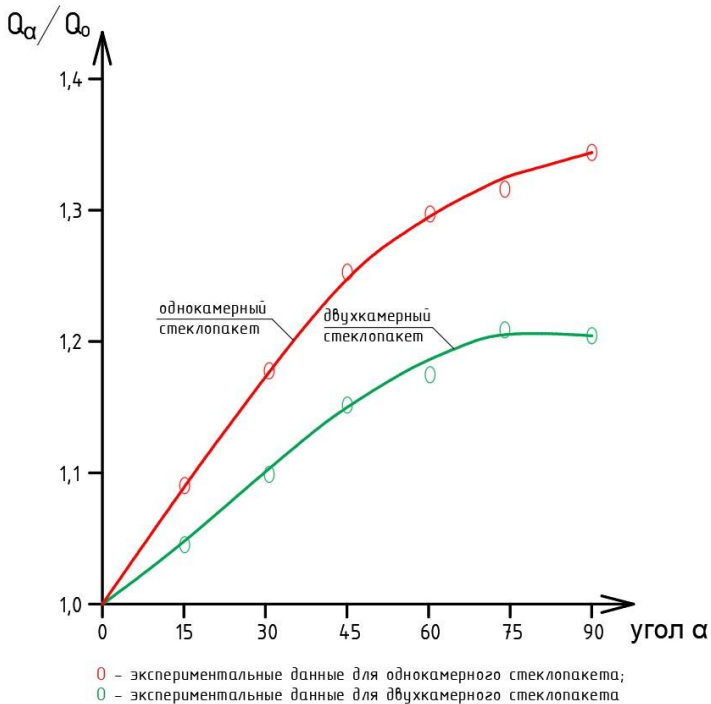


Рисунок 2. Увеличение тепловых потерь через стеклопакет в зависимости от угла наклона α светового проема к вертикальной оси

На основе экспериментальных данных можно сделать вывод, что угол наклона α в значительной степени уменьшает термическое сопротивление воздушной прослойки стеклопакета, что приводит к увеличению тепловых потерь через светопрозрачную конструкцию. Особенно это заметно в однокамерном стеклопакете это уменьшение составляет до 30%.

В настоящее время для расчета теплового потока Q_0 , Вт через вертикальный зазор используют понятие эквивалентной теплопроводности:

$$\lambda_{\text{эк}} = \frac{Q_0 \times \delta}{F \times \Delta t}$$

где δ – расстояние между стеклами, м;

F – площадь поверхности окна, м²;

Δt – разность температуры поверхности стекол стеклопакета $^\circ\text{C}$ (термическим сопротивлением стекол пренебрегаем).

Если $\lambda_{\text{эк}}$ разделить на теплопроводность газа (воздуха), которым заполнен стеклопакет, получим коэффициент конвекции, увеличивающий теплообмен:

$$\varepsilon_{\text{к}} = \lambda_{\text{эк}} / \lambda_{\text{в}} ;$$

$$\varepsilon_{\text{к}} = f(Gr, Pr),$$

$$\text{Число Грасгофа } Gr = \frac{g \times \delta \times \delta^3 \times \Delta t}{\nu^2},$$

где ускорение свободного падения $g = 9,81, \text{ м/с}^2$;

температурный коэффициент объемного расширения газа $\beta = \frac{1}{t_{\text{ср}} + 273}$,

$1/\text{К}$, $t_{\text{ср}}$ – средняя температура газа, °С;

δ – характерный линейный размер системы, м;

Δt – температурный напор между стеклами, К;

ν – кинематический коэффициент вязкости.

Таким образом, в результате проведенных замеров тепловизором, величина теплового потока через стеклопакет в зависимости от угла наклона α к вертикали аппроксимируется выражениями:

$$Q_{\alpha}^I = Q_0 \times (1 + 0,35 \times \sin \alpha) \text{ – для однокамерного стеклопакета};$$

$$Q_{\alpha}^{II} = Q_0 \times (1 + 0,21 \times \sin \alpha) \text{ – для двухкамерного стеклопакета}$$

Библиографический список

1. Аксенов А.К., Коцкий И.К. Влияние конвекции воздуха внутри стеклопакета на теплопотери через оконные конструкции. Аграрный научный журнал. Саратов. – 2022. – №7. С. 93-97.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М., «Энергия», 1977. 344 с. с ил.
3. Ю.С. Чумаков. Экспериментальное исследование свободноконвективного течения около вертикальной поверхности. Научно-технические ведомости. (2004), №2 «СПбГТУ».
4. I. Prigozhin, D. Kondepudi. Modern thermodynamics. From heat engines to dissipative structures. Moscow, 44 (2002).
5. Aksenov A.K. Variational method in the problem of convective heat transfer near the vertical plane of the outer building fence in terms of free air movement SPb WOSCE 2017 «Business Technologies for Sustainable Urban Development» 0042 (2018).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ОВИК ЗДАНИЯ ШКОЛЫ

Орехова К. А., учащийся ГБОУ Школа №956 11 «Б» класса

Научный руководитель – Рыльцев В.В., учитель физики школы №956

Научный консультант - Шонина Н.А., ст. преп.

Аннотация

Здание школы эксплуатируется продолжительное время, 50 лет и более. В настоящее время происходит трансформация учебного процесса, меняется

подход к образованию. Возникает необходимость в разделении классных помещений для занятий малыми группами, также устраиваются лаборатории в классах, прежде не предназначенных для этих нужд.

При этом существующий подход к проектированию инженерных систем не позволяет обеспечить трансформацию систем ОВиК в соответствии с новой перепланировкой без проведения капитального ремонта. В данной статье предлагается новый подход к проектированию инженерных систем в зданиях общеобразовательных организаций.

Введение

Микроклимат здания оказывает непосредственное влияние на процесс обучения. Если в классе будет жарко, детям будет сложнее учиться из-за недостатка кислорода в воздухе. Когда в помещении слишком холодно, ученикам будет трудно сконцентрироваться на занятии, ведь организм будет тратить намного больше энергии.

При оптимальном температурном режиме процесс обучения будет максимально эффективным.

Требования к образовательному процессу меняются, а следовательно, помещения должны быть пригодны для трансформации. При трансформации должны учитываться не только нагрузки на конструкции здания, но и влияние перепланировки на микроклимат в помещениях.

Системы вентиляции и отопления должны быть гибкими, чтобы их было легко приспособить к новым помещениям.

Основная часть

Грамотный подход к перепланировке помещений в школе позволит обеспечить оптимальный учебный процесс и качественный микроклимат в классах. Для этого предлагается применить разбиение здания школы на кластеры и запроектировать систему адаптивной вентиляции. Для осуществления данного проектного решения нужно выполнить следующие этапы:

1. Разделить здание школы на зоны (кластеры)
2. Предусмотреть трансформируемые помещения, это позволит менять планировку под учебные задачи быстро и эффективно
3. Разместить центральные воздуховоды в каждом кластере и предусмотреть в запотолочном пространстве разводку воздуховодов к воздухораспределительным решеткам
4. Распределить отопительные приборы таким образом, чтобы при преобразовании помещений оптимально компенсировать теплопотери
5. Для повышения энергоэффективности предусмотреть адаптивную систему вентиляции в зависимости от количества учащихся в помещении

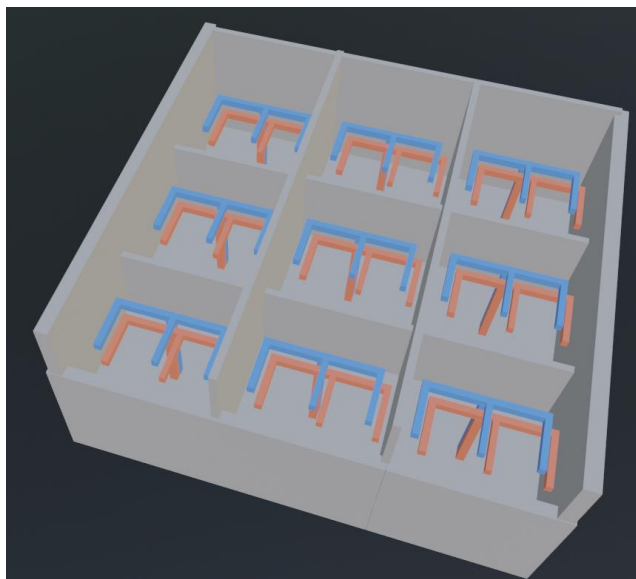


Рисунок 1. Пример разбиения школы на кластеры

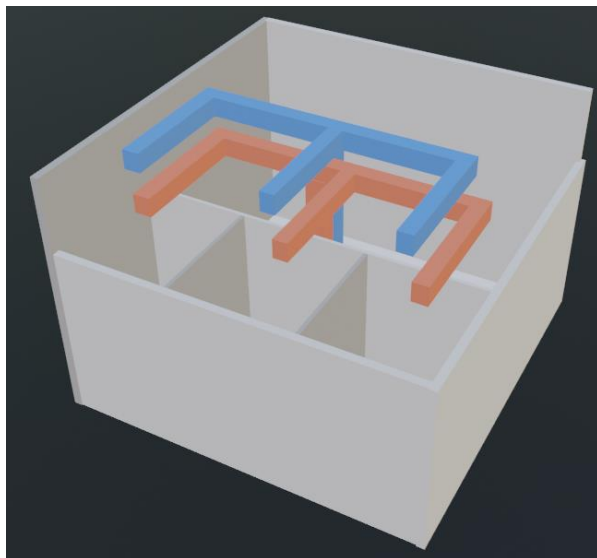


Рисунок 2. Кластер с системами приточной и вытяжной вентиляции

Система адаптивной вентиляции предполагает работу следующий
Обработанный в приточной установке воздух подается в помещения через
центральный воздуховод, от которого идут ответвления непосредственно к

каждому классу. На каждом ответвлении устанавливается клапан, управляемый датчиком CO₂. В случае превышения концентрации выше заданной, клапан открывается и интенсифицируется подача свежего воздуха. Можно запрограммировать работу приточной и вытяжной вентиляции – в зависимости от дня недели и режима работы школы (учебный или каникулярный).

Выводы

Предложенная система адаптивной вентиляции в сочетании с разбиением школы на кластеры позволит сделать помещения школы трансформируемыми, при этом не снижая качество микроклимата. Адаптивная система будет подавать воздух по требованию, тем самым экономя энергию на подогрев приточного воздуха в холодный период года.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2020. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01-2003"
2. СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественные здания и сооружения. СНиП 31-06-2009"

СИСТЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССИВНОГО ДОМА

*Ермоленко Д.В., учащийся ГБОУ Школа №953 11 «Б» класса
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Что обозначает термин «энергоэффективный дом»? Необходимо сразу отметить, что на сегодняшний день единого определения термина «энергоэффективный» не установлено. Скорее всего, он сугубо отечественный и родился из СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» далее раскрытый в СП 50.13330.2012, где наиболее важным понятием приведено понятие «энергетическая эффективность».

Энергетическую эффективность зданий классифицирует здания по данному нормативному документу на пять классов: А, В, С, D и E в зависимости от отклонения в процентах фактического значения нормативного показателя от нормируемого. На сегодняшний день энергоэффективным принято считать здание с классом энергоэффективности «А» или выше.

Если аккумулировать написанное в разных источниках об энергоэффективном доме, то возможно выделить тенденцию к экономии ресурсов, потребляемых зданием.

Энергоэффективные здания возводят с применением различных технологий, но основной проектирования таких зданий обязательно будет применение всех возможностей сохранения в них тепла с целью минимизации затрат энергии на содержание этого здания или строения.

Для достижения поставленных целей могут использоваться следующие мероприятия.

1. Эффективное утепление
2. Герметичный воздухонепроницаемый контур
3. Альтернативные источники энергии
4. Рекуперативная система вентиляции (см. рисунок 1)
5. Солнечный коллектор
6. Фотогальванические панели

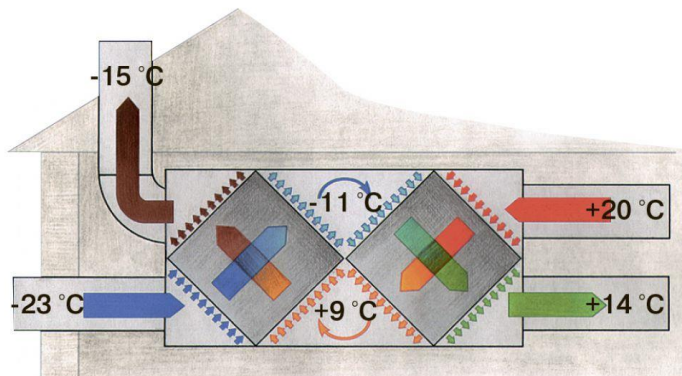


Рисунок 1. Применение рекуперативного теплообменного аппарата для системы вентиляции

Высокая стоимость комплекта. Но с другой стороны, если вы решили поменять кровельное покрытие на своем доме, то, скажем, обычная черепица тоже стоит денег, и порой – немалых. И если вы купите отдельно черепицу и солнечные панели, то это может оказаться еще и дороже.

Фотогальваническая черепица монтируется на обычную обрешетку, как и другое кровельное покрытие – шифер, профлист или черепица. Только если «солнечная» черепица гибкая, то понадобится сплошная обрешетка.

«Солнечная» черепица также эффективно защищает дом от осадков, как и обычное кровельное покрытие, только при этом еще и собирает энергию.

Монтаж черепицы не сложнее, чем монтаж любого другого кровельного покрытия, и даже проще. Черепица обладает замками, либо клеевыми полосками, в зависимости от производителя.

Обоснование целесообразности применения энергоэффективных решений

В ходе проекта мы на примере здания собственной планировке рассмотрели разные варианты систем энергоэффективности. После отдельно рассмотренных систем проанализируем, какая из них или их пара наиболее актуальны.

Мы понимаем, что рекуперативная система экономит нам до 90% затрат, энергосберегающие окна в солнечный день могут полностью компенсировать, но в средней полосе России в холодный сезон очень низкое количество солнечных дней.

Каждая из отдельно взятых систем: тепловые насосы, солнечные коллекторы, фотогальванические панели, ветрогенераторы несёт в себе пользу, но при рассмотрении условий работы, то мы понимаем, что это исключительно солнечный день. Да, есть ветрогенератор, но его мощность ничтожно мала. Из этого мы делаем вывод о том, что самой актуальной системой для Пассивного дома является Рекуператорная система в паре с энергоэффективными окнами.

Финансовый прагматизм

Исходя из того, что в солнечный или тем более тёплый день наш дом абсолютно ничего не тратит на отопление, поэтому рассмотрим критические условия, а это обыкновенная зима.

Проведём расчёты, чтобы узнать требуемое количество энергии и в последствии денег на оплату затрат.

При обработке статистических исследований в результате нашего исследования мы получили, что затраты на отопление и вентиляцию для индивидуального жилого дома в случае наличия природного газа составляют –18793 рублей, при дровяном отоплении –55750 рублей, при отоплении от электрических сетей при 1 тарифном счётчике – 239666 рублей, а при много тарифном – 238217 рублей.

Это говорит нам о том, что даже при самом дорогом в оплате тарифе мы понимаем, что 85%-90%, которые мы сможем сэкономить с помощью Роторного рекуператора выливается нам в экономию в 191 733 руб.

Вывод

Основным результатом проделанной работы выявление рациональности использования роторного рекуператора, финансовый прагматизм и экологичность данного источника энергоэффективности.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением N 1)
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменениями N 1, 2)
3. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»
4. СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий»
5. СП 281.1325800.2016 Установки теплогенераторные мощностью до 360 кВт, интегрированные в здания. Правила проектирования и устройства (с Изменением N 1)
6. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3)

7. СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты (с Изменениями N 1, 2)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

*Шкаврнская М.А., студент 4 курса 15 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – А.А. Мелехин, доц., к.т.н.*

На сегодняшний день создание инженерных систем, в частности – тепловых сетей, является одной из важнейших задач для инженеров-проектировщиков. Российская Федерация имеет огромное количество уникальных по своим характеристикам территорий, обладающих различными климатическими, топографическими и геологическими особенностями, что в свою очередь вносит определенные сложности в процесс создания проекта, а также добавляет элементы творчества в работу инженера.

Цифровые технологии уже более 25 лет активно используются в проектировании и основаны на использовании различных программ, обеспечивающих наглядность принятых инженерных решений [1].

На протяжении последнего десятилетия российские проектировщики тесно взаимодействовали с зарубежным программным обеспечением. Примеры таких программ известны каждому, кто трудится в отрасли строительства: представленные американской компанией Autodesk продукты AutoCAD и Revit были включены в перечень обязательных образовательных дисциплин НИУ «МГСУ». Однако, события последнего года наглядно показали необходимость развития отечественных цифровых технологий в сфере строительства.

К сожалению, многие считают, что российское программное обеспечение имеет более низкое качество, по сравнению с зарубежным. Цель моего доклада – доказать, что это суждение неверно, и познакомить читателя с некоторыми из современных российских разработок, используемых в сфере проектирования тепловых сетей.

Проектировщики, занимающиеся созданием наружных инженерных сетей водоснабжения и водоотведения, теплоснабжения, газоснабжения и кабельных сетей связи, непосредственно сталкиваются с необходимостью создания продольных профилей сети [2,3]. Вычерчивая профиль сети протяженностью в несколько километров вручную, увеличивается время, затраченное на создание сети, и вероятность ошибки. Ранее российские проектировщики использовали разработку американской компании Bentley Systems – программу MicroStation для оптимизации своей работы при построении продольных профилей. Она упрощала работу с топографическими картами и 3D моделированием поверхности, но имела определенные недостатки при переводе готовых проектных решений в

формат DWG [4]. Также много времени уходило на оформление чертежей в соответствии с российскими стандартами оформления проектной документации. Более полутора лет назад данная программа перестала поддерживаться операционными системами Microsoft Windows 11 поколения и новее, что стало одной из причин резко возросшей популярности российского программного обеспечения – Программы «Профиль», разработанной ООО "ИДЕЯ-СОФТ", г.Москва.

Под руководством ведущего программиста Алексея Макаренко коллектив разработчиков в 2005 году создал программу «Профиль» – независимый встраиваемый модуль для AutoCAD для расчета профиля наружных сетей (рис.1.). За прошедшие 18 лет программа была многократно улучшена и представляет собой продукт, обладающий следующими качествами:

- соответствие стандартам Российской Федерации и автоматическое оформление проекта в соответствии с действующими ГОСТами;
- минимизация ошибок по причине человеческого фактора в процессе проектирования;
- быстрое обучение работе в системе, достаточно четырех дней, чтобы освоить функционал;
- процесс проектирования ускоряется в 8-12 раз за счет автоматизации и исключения повторяющихся операций;
- удобная совместная работа над проектом через общий сервер;
- доступ к уникальному функционалу, не имеющему аналогов на рынке: детализация проработки колодцев и камер, конструктор поперечных сечений, гибкие настройки и удобство передачи материалов инженерам смежных разделов;
- постоянные бесплатные обновления и улучшения программы;
- поддержка и консультации в режиме онлайн по любым вопросам, связанным с программой от ведущего программиста-разработчика.

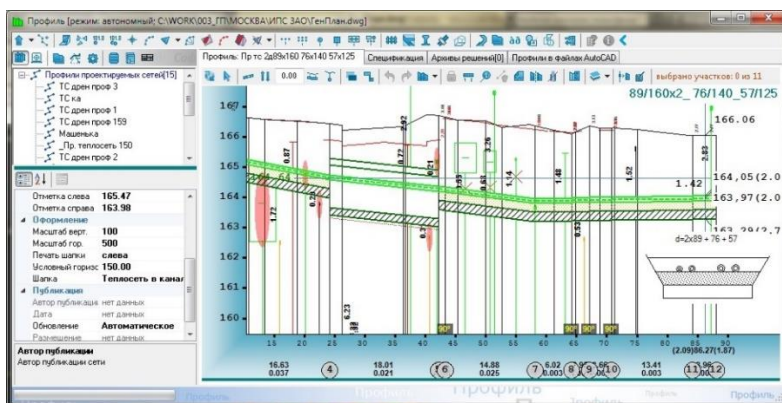


Рисунок 1. Рабочее пространство программы «Профиль»

Данное программное обеспечение позволяет инженеру-проектировщику работать с поверхностью земли в режимах 2D и 3D как на основе топографических карт в формате *dwg*, так и с растровыми изображениями, добавляя и интерполируя отметки в процессе. Возможно создание сетей водоснабжения и водоотведения, теплоснабжения и газоснабжения, кабельных сетей одновременно в плане и профиле. Также программа учитывает все существующие и проектируемые инженерные сети, пересекаемые в процессе, что значительно облегчает работу и наглядно демонстрирует соблюдение нормативных расстояний по горизонтали и в свету между ними. Готовые проектные решения можно с легкостью выводить в пространство AutoCAD, а также передавать в работу инженерам смежных разделов. Для разработчиков раздела проекта организации строительства (ПОС) программа «Профиль» является незаменимым помощником при подсчете объемов земли, проектировании котлованов и создании сечений.

Примечательно, что такие известные компании, как ПАО «МОЭК», АО «Мосводоканал», ПАО «МГТС», АО «Мосгаз», а также многие другие уже долгое время работают с данным программным обеспечением. Это, на мой взгляд, является подтверждением высокого уровня качества и удобства.

Другим наглядным примером российского программного обеспечения высокого качества является группа продуктов для моделирования гидравлических режимов в наружных инженерных сетях от компании «Политерм», город Санкт-Петербург, в частности — ZuluThermo, специализирующаяся на моделировании гидравлических режимов в тепловых сетях [5] (рис.2.).

К задачам, выполняемым ZuluThermo, относятся следующие:

- наладочный и поверочный расчет тепловой сети;
- калибровка тепловой сети;
- конструкторский расчет тепловой сети;
- расчет требуемой температуры на источнике;
- расчет надежности системы теплоснабжения;
- расчет резерва пропускной способности сети;
- расчет нормативных потерь тепла через изоляцию;
- анализ термограмм;
- поиск утечек и дефектов;
- коммутационные задачи;
- построение пьезометрического графика.

Расчету подлежат как тупиковые, так и кольцевые тепловые сети. В том числе – с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников. Программа предусматривает выполнение теплогидравлического расчета с присоединением к сети тепловых (ИТП) и центральных тепловых пунктов (ЦТП) по нескольким десяткам схемных решений.

Возможен гидравлический расчет сети с использованием обобщенных потребителей без информации о тепловых нагрузках и конкретных схемах присоединения потребителей к тепловой сети.

ZuluThermo выполняет расчеты тепловых сетей в системе для создания карт, моделирования инженерных сетей и разработки ГИС-приложений ZuluGIS. ГИС-приложения основаны на географической информационной системе, то есть системе, осуществляющей сбор, хранение, анализ и графическую визуализацию пространственных данных. Наибольшую популярность ГИС-системы имеют в качестве основы для многих цифровых карт.

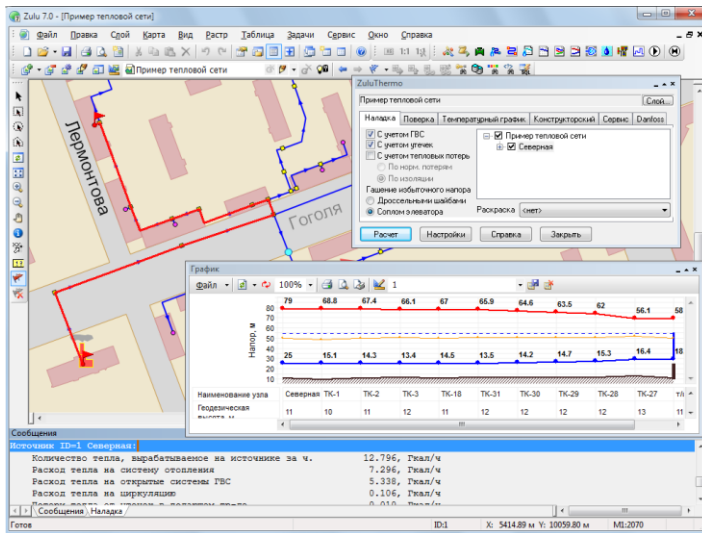


Рисунок 2. Рабочее пространство программы «ZuluThermo»

Геоинформационная система ZuluGIS имеет встроенные инструменты, позволяющие оценить результаты расчета и проверить правильность принятого инженерного решения. К ним относятся: выполнение запросов к базам данных, вывод данных на карту, раскраска модели по пользовательским критериям, инструмент построения графиков падения давления, температуры и прочее.

Электронную модель и картографический материал можно распечатать, перевести в документ формата PDF, конвертировать в чертеж AutoCAD) или другие ГИС форматы. Отчет с результатами теплогидравлических расчетов можно распечатать или сохранить в виде электронной таблицы Excel.

Данное программное обеспечение получило широкую популярность и положительные отзывы от таких ведущих компаний, как АО «Газпром промгаз», АО «МОЭК-Проект», АО «Объединённая теплоэнергетическая

компания», АО «МОСГАЗ», АО «МОСВОДОКАНАЛ», ГУП города Москвы «Специальное предприятие при Правительстве Москвы», а также многих других на всей территории Российской Федерации.

Выводы

На основании вышеизложенных материалов можно сделать вывод, что российские цифровые технологии не стоят на месте. Наши программисты умеют создавать достойные продукты, способные обойти на международном рынке зарубежных конкурентов по соотношению цена-качество. В обозримом будущем, без сомнений, произойдет интеграция модулей, разработанных ранее для систем AutoCAD, в российский NanoCAD [6]. Это позволит полностью перейти на отечественное программное обеспечение и обеспечит независимость процесса проектирования.

Библиографический список

1. Мелехин А.А. Разработка моделей инженерных систем зданий и сооружений с использованием BIM-технологий. Журнал «С.О.К.» Выпуск №02(254). 2023. с.20-21.

2. Ключко А.К., Самарин О.Д. Системы теплоснабжения, газоснабжения: [учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции. – Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. – 60 с.

3. СП 124.13330.2012. Тепловые сети.

4. Программа «Профиль». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ideasoft.su/networks.html>, свободный. (Дата обращения: 06.02.2023).

5. Программа «Zulu». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.politerm.com/products/geo/zulugis/>, свободный. (Дата обращения: 09.02.2023).

6. Передовые САПР/BIM/ERP-технологии от российских разработчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nanocad.ru/company/>, свободный. (Дата обращения: 07.02.2023).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО ОБЪЕМА ЁМКОСТНОГО ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

*Чайкина К.О., Ивашиковская С. А., студенты 3 курса 16 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Ковидные и постковидные годы показали рост количества людей, проживающих в крупнонаселенных городах, готовых переехать в загородные дома. Процессу дезурбанизации также способствует развитие цифровизации, позволяющее организовать удаленный доступ к работе. В

связи с данными процессами вопрос о качественной организации систем жизнеобеспечения становится все более актуальным. В данной работе более подробно будет рассмотрена задача обеспечения автономного горячего водоснабжения. При этом будут учтены требования нормативно-технической документации [1, 2, 3, 4, 5].

В настоящее время на рынке представлен большой выбор водонагревателей, различных по принципу работы и по используемому топливу. Мы остановимся на водонагревателях, использующих электрическую энергию для нагрева воды. Среди указанных водонагревателей также представлена возможность выбора – ёмкостной или проточный. Проточный требует в среднем 15-20 кВт электрической мощности, что чаще всего превышает мощность, выделяемую на индивидуальные жилые дома.

Наиболее простым и надежным вариантом в таком случае становится применение электрического ёмкостного водонагревателя. Ввиду того, что основными элементами являются нагревательный элемент и внутренний бак, требуемая электрическая мощность варьируется в диапазоне 1,2-2,5 кВт, что делает подобные водонагреватели более общедоступными.

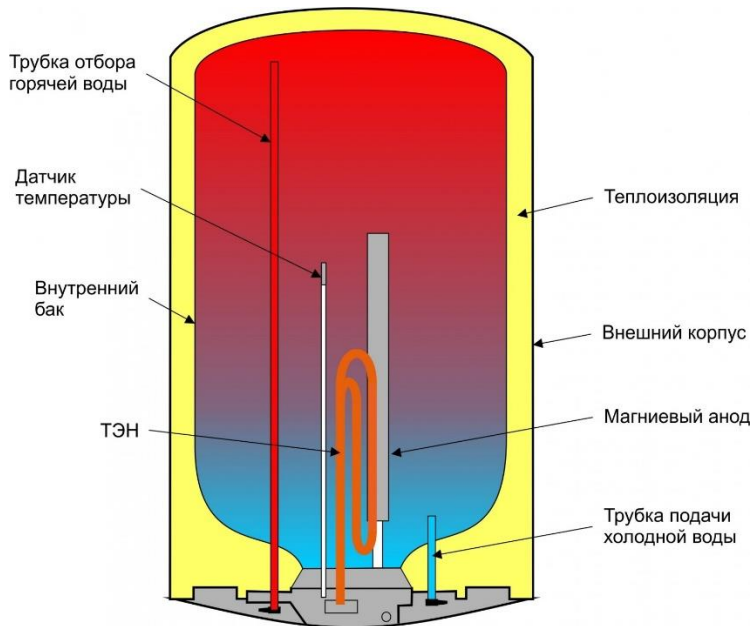


Рисунок 1. Принципиальная схема устройства ёмкостного водонагревателя

Из открытых источников, в частности по рекомендациям Леруа Мерлен, можно найти подбор по определению требуемого объёма ёмкостного водонагревателя в зависимости от количества людей,

использующих горячее водоснабжение, а также от интенсивности потребления ГВС и необходимой мощности. Данные рекомендации представлены на рисунке 2.



Рисунок 2. Предлагаемые рекомендации для выбора ёмкостного водонагревателя

Проанализировав информацию по данным рекомендациям, можно прийти к выводу, что минимальным достаточным объемом для семьи из 2-4 человек будет ёмкостной водонагреватель объемом бака 80 литров.

Целью данной работы является проверка данных рекомендаций.

Необходимое количество воды на приём душа экспериментально рассчитаем по индивидуальным счётчикам учёта воды для двух различных случаев: полноценный душ, включающий в себя помыв головы и тела и неполноценный душ, включающий в себя только помыв тела.

Для этого:

- зафиксируем начальные и итоговые показания счётчиков холодной воды и горячей воды до и после приёма душа для первого расчетного случая;
- зафиксируем начальные и итоговые показания счётчиков холодной воды и горячей воды до и после приёма душа для второго расчетного случая;
- аналитически рассчитаем требуемый расход воды.

Определим требуемое количество воды для приёма душа экспериментально:

Таблица 1. Экспериментом установленные показания счётчиков воды для полноценного приема душа

показания	ХВС, м ³	ГВС, м ³
до	438,459	153,171
после	438,504	153,397
Δ	0,0450	0,2260

В результате эксперимента получаем:

- на ХВС расходуется – 45,00 л,
- на ГВС – 226,00 л.

Итого – 271,00 л воды на приём 1 душа, включающего мытье головы и тела.

Таблица 2. Экспериментальные показания приборов учёта воды для неполноценного приема душа

показания	ХВС, м ³	ГВС, м ³
до	438,949	153,913
после	438,956	153,971
Δ	0,0070	0,0580

В результате эксперимента получаем:

- на ХВС расходуется – 7,00 л,
- на ГВС – 58,00 л.

Итого – 65,00 л воды на приём 1 душа, включающего только мытье тела.

В итоге проведённого эксперимента мы получаем, что приобретение бака ёмкостью менее 80 л даже при условии проживания в доме 1 человека не целесообразно, потому как это минимальный объём, позволяющий принять 1 «неполноценный» душ (при этом речь не идёт о приёме не ванны).

Также по результатам эксперимента определим температуру воды по формуле (1) для приема душа по результатам эксперимента:

Таблица 3. Таблица с вспомогательными величинами для определения температуры воды

вода	V, л	ρ, кг/л	m, кг	t, °C
ХВС	7,0	1,0000	7,0	5
ГВС	58	0,9838	57,1	60
смесь	65,0	-	64,1	54,0

$$t_{\text{см}} = \frac{m_x \cdot t_x + m_r \cdot t_r}{m_x + m_r} = \frac{7,0 \cdot 5 + 57,1 \cdot 60}{7,0 + 57,1} = 54,0^\circ\text{C} \quad (1)$$

Допустим, что в доме был установлен емкостной нагреватель ёмкостью 80, то после принятия 1 такого «неполноценного» душа в баке останется: 80 - 58 = 22 л, соответственно, чтобы другому человеку с подобным режимом принять ещё один такой душ, ёмкостному водонагревателю придётся нагреть ещё 58-22 = 36 л воды.

Зная электрическую мощность, затрачиваемую на нагрев воды – 1,5 кВт, температуру воды - ХВС = +5°C, можно определить время нагрева требуемого объема воды в баке, используя формулу (2):

$$\tau = \frac{Q}{N \cdot 3600} = \frac{mc(t_r - t_x)}{N \cdot 3600} = \frac{\rho V c (t_r - t_x)}{N \cdot 3600} = \frac{36,0 \cdot 0,98375 \cdot 4,187 \cdot (60 - 5)}{1,5 \cdot 3600} = 1,51 \text{ ч} \quad (2)$$

Или в более привычных нам значениях 1 час и 30 минут 36 секунд, значит если 1 из проживающих принял душ в 6:00, то следующий проживающий сможет получить такой же «неполноценный» душ, только в 7:30:36.

По результатам проведенного эксперимента установлено: ёмкости на 80,00 литров для водонагревателя при двух проживающих в частном доме с режимом потребления горячей воды, аналогичном экспериментальному, будет недостаточно. Ещё более ярко мы увидели не достаточность такого бака для большего количества пользователей

Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением N 1)
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменениями N 1, 2)
3. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»
4. СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий»
5. СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»