



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

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

(г. Москва, 2–6 марта 2020 г.)

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2020

ISBN 978-5-7264-2201-5

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2020

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, 2–6 марта 2020 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт инженерно-экологического строительства и механизации. — Электрон. дан. и прогр. (26,5 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-2201-5

В сборнике содержатся доклады студентов, представленные на научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов «Дни студенческой науки». В рамках конференции работали следующие секции института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ: секция киберфизических систем; секция водоснабжения и водоотведения; секция безопасной эксплуатации зданий и сооружений; секция реновации застроенных территорий; секция инновационно-технических решений при экологическом строительстве в жилищно-коммунальном комплексе; секция механизации строительства; секция отопления, вентиляции и кондиционирования; секция теплоснабжения, газоснабжения и котельных установок; секция «Heat and gas supply and ventilation».

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.*

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2020

Ответственный за выпуск *А.А. Фролова*

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

Тел.: +7 (495) 730-62-53

e-mail: {HYPERLINK "mailto:iiesm@mgsu.ru"}

Сайт: www.mgsu.ru

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

Для создания электронного издания использовано:

Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Верстка макета *Е.В. Орлова*

Подписано к использованию 20.05.2020. Объем данных 26,5 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет».

129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.

Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<i>Маскаев Д.А., Болдин М.С., Гумилёв П.В.</i> Разработка системы управления и контроля микролимата на основе микроконтроллера.....	13
<i>Бабушкин Е.С., Зуева Д.Д.</i> Моделирование технологических процессов с использованием технологий информационного моделирования.....	17
<i>Болдин М.С., Гумилев П.В., Маскаев Д.А.</i> Электроснабжение систем видеонаблюдения объектов, удаленных от электрической сети, при помощи солнечной энергии	20
<i>Санаткин Э.М.</i> Исследование процесса производства архитектурного бетона	26
<i>Панова Ю.Е.</i> Особенности технологической обработки композиционных материалов.....	30
<i>Бабушкин Е.С., Зуева Д.Д.</i> Моделирование технологии строительства объектов на основе технологического взаимодействия работ.....	33
<i>Мельник Н.Д.</i> Анализ систем организации распределения воздуха в зрительных залах.....	36
<i>Ярошенко К.С.</i> Приборная база систем управления энергопотреблением здания.....	41
<i>Оголихин А.Д.</i> Автоматизированное проектирование и изготовление печатных плат.....	47
<i>Оголихин А.Д.</i> Автоматизированная система освещения	51
<i>Михасенко Н.А.</i> Комплексное управление центробежными насосами с применением SCADA	57
<i>Котов А.Ю.</i> Системы контроля и управления доступом при организации музейно-выставочного пространства.....	60
<i>Швагирев Д.С.</i> Изучение, моделирование и оптимизация работы объектов светодиффузного регулирования	66

СЕКЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

<i>Инешина Л.В.</i> Водоснабжение в Сингапуре	72
<i>Ромаш Д.А.</i> Очистка сточных вод от тяжелых металлов с рекуперацией ценных компонентов	73
<i>Инишаква М.А.</i> Комбинированная технология бестраншейного ремонта трубопроводов.....	81
<i>Давид Родригес Х.М.</i> Разработка цилиндрического коллектора для сбора воды из влаги воздуха.....	85
<i>Говоров В.О., Кантаков Р.Г.</i> Подготовка железо- и фторсодержащих подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения	90

<i>Кулагина А.С.</i> Загрязнение водных ресурсов развивающихся стран. Проблемы и пути решения.....	94
<i>Заринов Р.И., Попов П.В.</i> Фильтры для очистки поверхностного стока	98

СЕКЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

<i>Бакрунова С.Ю.</i> Анализ и декомпозиция затрат на стадии эксплуатации зданий и сооружений.....	103
<i>Атаманюк С.В.</i> Обеспечение надзора для безопасной эксплуатации жилых зданий	106
<i>Герасимова В.А.</i> Сбор, хранение и утилизация мусора	109
<i>Дьякова О.В.</i> Перерабатывающий комплекс, как один из методов утилизации строительных отходов с последующим вовлечением их во вторичный оборот	113
<i>Косарев С.А.</i> Особенности организации работ по капитальному ремонту в жилых домах, являющимися объектами культурного наследия.....	118
<i>Кралин Д.М.</i> Системы центрального отопления в домах по программе реновации	123
<i>Кузина И.С.</i> Методика тепловизионного обследования в рамках работ по реконструкции зданий и сооружений	128
<i>Лебедев И.В.</i> Надежность конструкций жилых зданий	132
<i>Мазурин Д.М., Петров А.А.</i> Рециклинг отходов строительных материалов для производства инновационных стеновых панелей	135
<i>Мазурин Д.М.</i> Особенности поэлементной разборки зданий	139
<i>Маслова Е.Р., Стадник А.А.</i> Повышение эксплуатационной стойкости железобетонных ленточных фундаментов	143
<i>Михалева О.Н.</i> Современные методы защиты железобетонных конструкций от коррозии	148
<i>Никитина П.А.</i> Инновационные технологии и оптимизация в сфере сбора и транспортировки твёрдых коммунальных отходов.....	151
<i>Новокищёнов А.А.</i> Безопасность эксплуатации зданий с технологией «Умный дом».....	157
<i>Орлов А.А.</i> Характеристика образующихся видов твердых коммунальных отходов в городах	162
<i>Орлова В.В.</i> Полигоны для захоронения твердых отходов.....	167
<i>Орлов А.А., Орлова В.В.</i> Накопление коммунальных отходов в сельтебных территориях.....	172
<i>Плотников А.Д.</i> Перспективы применения «Бирсс»-технологии при капитальном ремонте зданий.....	177
<i>Плюснина Е.В.</i> Оценка изменения пропускной способности канализационных труб жилого дома в процессе эксплуатации	181

<i>Смирнов П.Е.</i> Технологии сбора и переработки отходов в разных странах	186
<i>Якименко А.С.</i> Особенности обеспечения параметров микроклимата подземного сооружения в процессе эксплуатации	190

СЕКЦИЯ РЕНОВАЦИИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

<i>Власов В.А.</i> Особенности строительного контроля инженерных сетей при реновации застроенных территорий	195
<i>Бычкова В.А., Горбунов А.С.</i> Эффективные герметики для стыков крупнопанельных зданий	202
<i>Дровникова Е.М.</i> Сейсмоакустическая дефектоскопия сплошности свайных фундаментов	207
<i>Житенева М.А.</i> Принципы комплексного благоустройства городской застройки города Ухта.....	210
<i>Зудова А.С.</i> Выбор эффективной гидроизоляции для подземных конструкций.....	214
<i>Лелихина А.И.</i> Влияние реновации на благоустройство Бабушкинского района города Москвы	218
<i>Макаров О.В.</i> Обеспечение безопасности эксплуатации зданий	222
<i>Мартынов М.А.</i> Восстановление теплофизических свойств наружных стен утепляющими красками	226
<i>Сибгатуллина А.И.</i> Выбор надежного способа укладки гидроизоляции плоских крыш.....	233
<i>Скрипникова В.С.</i> Оптимизация парковочного пространства в структуре городской застройки.....	237
<i>Спасибин П.М.</i> Благоустройство дворовых территорий на примере г. Москвы	240
<i>Червякова А.В.</i> Выбор эффективного способа усиления кирпичных стен	244
<i>Эльдарова Л.Д.А.К.</i> Комплексное благоустройство придомовых территорий.....	251

СЕКЦИЯ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

<i>Блинова О.С.</i> Выбор герметизирующих материалов для ремонта кровель	255
<i>Вепржицкий И.Ю.</i> Самовосстанавливающийся бетон	259
<i>Гусарь О.А., Творогов А.В.</i> Применение блоков из ячеистого бетона в экологическом строительстве	265
<i>Ермолаева А.А.</i> Технологические особенности и обзор рынка керамических блоков	269

<i>Журавлева А.А.</i> Сравнительный анализ энергозатрат при производстве механизированных работ по технологиям малоэтажного и многоэтажного жилищного строительства	276
<i>Зуенко И.Н.</i> Исследование процесса теплопередачи при эксплуатации тоннеля метрополитена.....	281
<i>Карабашева А.М.</i> Культура строительного производства подрядных организаций при капитальном ремонте многоквартирных домов	285
<i>Митин А.И.</i> Особенности применения композитной арматуры.....	289
<i>Насимова М.Ф.</i> Изучение систем экологической безопасности строительства	294
<i>Плотников А.Д.</i> Утилизация и сортировка твёрдых отходов. Проблемы и их решения	297
<i>Самохина И.Ю., Шекова А.С., Косачев Д.А.</i> Комфортная среда общественных мест для людей с ограниченными возможностями.....	301
<i>Творогов А.В.</i> Особенности применения гидроизоляционных красок при реконструкции объектов ЖКХ	305
<i>Торшин В.А.</i> Инновационное решение реконструкции здания с применением технологии «Зеленая кровля».....	308
<i>Трошкин Д.О.</i> Инновационные элементы системы озеленения городов.....	312
<i>Шафеева С.И.</i> Современные методы мониторинга технического состояния здания.....	315
<i>Шашина Д.В.</i> Развитие транспортной системы города при реновации городской застройки	319

СЕКЦИЯ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

<i>Агешин А.Д., Герман Н.И.</i> Модернизация лифтового оборудования ...	323
<i>Андреева П.О.</i> Модульный бетоносмесительный узел асфальтобетонного завода.....	329
<i>Аюпов И.Ф.</i> Повышение производительности ковшевых погрузчиков.....	333
<i>Белкина Е.Р.</i> Роботизированный комплекс для производства отделочных работ	338
<i>Бухтеев П.О.</i> Повышение уровня механизации строительных работ по обратной засыпке котлованов в труднодоступных местах	344
<i>Гаврилов Н.А.</i> Модернизация кабины лифта с целью уменьшения её массы	349
<i>Герман Н.И.</i> Анализ аэродинамики динамического сепаратора	355
<i>Гурьев Р.С.</i> Обзор методов бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций	363
<i>Дмитриев М.С.</i> Разработка проекта модернизации башенного крана с подвижным противовесом.....	368

<i>Дьячков Д.А.</i> Трубоукладчики: краткий обзор конструктивных особенностей современных машин.....	372
<i>Захаров Д.Д.</i> Сравнительный анализ характеристик гусеничных кранов с переменной колеёй.....	376
<i>Ильюшин А.Е.</i> Тенденции развития быстромонтируемых башенных кранов.....	382
<i>Каюмов Р.М.</i> Устройства для повышения эффективности потребления электроэнергии лифта.....	388
<i>Квитковский М.В.</i> Обзор конструкции и технических характеристик самоходных стреловых кранов с телескопической стрелой, установленных на специальное шасси автомобильного типа.....	392
<i>Коваленко А.А.</i> Снижение энергопотребления при эксплуатации лифта	400
<i>Кормильчиков И.Д.</i> Обзор подъемников для людей с ограниченными возможностями	404
<i>Королева В.Д., Сенькина П.Ю.</i> Анализ устройства для очистки ленты конвейера.....	407
<i>Коришунов М.С.</i> Обзор удлиненных рабочих органов экскаваторов.....	411
<i>Кузьмицкая П.А.</i> Оценка эксплуатационных показателей предохранительной дисковой муфты	417
<i>Куцаев Л.Э.</i> Назначение, принцип действия и области применения пластинчатых конвейеров	423
<i>Лукьянов А.А.</i> Модернизация одноковшового экскаватора с целью расширения возможностей с применением интеллектуальных систем управления.....	428
<i>Мальцев В.С.</i> Модернизация рабочего оборудования бетоносмесителей	433
<i>Маркевич В.Н.</i> Исследование триботехнических показателей предохранительной дисковой муфты	437
<i>Плющенко А.В.</i> Повышение долговечности рабочего оборудования универсального экскаватора	443
<i>Савенков М.Э.</i> Контроль объема кабины лифта методом ультразвука, основанным на эффекте Доплера	448
<i>Савичев А.О.</i> Производство бетонной смеси с использованием механической активации водно-цементной суспензии.....	452
<i>Сенькина П.Ю., Королёва В.Д.</i> Очистное устройство ленточного конвейера	457
<i>Суслина П.А., Швец А.Е.</i> Повышение эффективности использования лифтового оборудования при высотном строительстве	461
<i>Татаринов И.М.</i> Обзор технических характеристик и конструкции скоростного пассажирского лифта панорамного типа производства итальянской компании Nova Elex	466
<i>Тутов Д.А.</i> Пути совершенствования колёсных машин с жидкотечным строительным грузом.....	472

<i>Фролов Д.В.</i> Навесное снегоуборочное оборудование на базе Урал Next.....	477
<i>Шафеев Э.Р.</i> Расчет остановочной скорости для безредукторных лифтов, использующих частотный преобразователь с односкоростным электродвигателем.....	481
<i>Шестаков М.</i> Модернизация рабочего органа экскаватора с целью повышения его производительности	486
<i>Якушев Д.О.</i> Монтаж лифтов с использованием временных рабочих платформ.....	491
<i>Якушева Е.М.</i> Модернизация экскаватора с разработкой телескопической стрелы.....	495

СЕКЦИЯ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

<i>Молодкин Н.М.</i> Анализ распределения вредных примесей в воздухе офисного помещения.....	500
<i>Куликов Н.С.</i> Математическая модель пористого охлаждения плоской поверхности охлаждаемого потолка	506
<i>Гулканов А.Г.</i> Определение дальнобойности краевого эффекта на границе твердой и пористой сред.....	509
<i>Клаусс Е.Д.</i> Пути совершенствования конструкции отопительного прибора конвективного типа для систем водяного отопления многоэтажных зданий массовой застройки	514
<i>Шахматов Р.Т.</i> Влияние учёта внутренних теплопоступлений в нагрузку системы отопления на температурный режим класса школы.....	520
<i>Аветисян А.А.</i> Определение зависимости теплотехнической однородности наружной стены от остекленности фасада.....	525
<i>Муталимов Р.А.</i> Исследование конструкции теплоутилизаторов в схеме с промежуточным теплоносителем в зависимости от их температурной эффективности.....	529
<i>Артовский М.Р., Кузнецов И.А., Павлович В.А.</i> Уменьшение удельного потребления энергии на отопление при возрастании компактности проживания населения в РФ	533
<i>Егорова Е.В., Лебедева А.А.</i> Отклонение расчетных значений тепловых потерь помещений в дошкольных учреждениях при учете теплотехнических неоднородностей.....	536
<i>Коровенков И.А., Локтева А.А.</i> Использование ферромагнитных жидкостей в системах ТГВ	542
<i>Тюрин И.Д., Стрельников А.Д.</i> Экономическая целесообразность применения фанкойлов в малоэтажном жилом доме.....	546
<i>Диденко С.И.</i> Актуализация коэффициента облученности для фасадов с кинетическими солнцезащитными устройствами.....	549

СЕКЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ГАЗОСНАБЖЕНИЯ И КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

<i>Косоруков Д.П.</i> Применение конденсационных экономайзеров с целью повышения энергоэффективности газовых котлов традиционного типа.....	555
<i>Климов Д.Н.</i> Особенность работы потребителей при отказах элементов сетей высокого давления.....	561
<i>Макарищев В.Д., Савенко Г.А.</i> Гидравлический расчет внутридомового газопровода с целью обоснования оптимального варианта.....	566
<i>Прилуцкий В., Сидорова Ю.</i> Определение эксплуатационных затрат газораспределительных организаций	570
<i>Бычков П.П.</i> Энергоэффективные способы автономной генерации тепловой энергии для малоэтажного строительства	574
<i>Петров Г.А., Никонов Е.С.</i> Организация учета тепловой энергии в жилых зданиях	580
<i>Денищikov Н.А.</i> Крышные котельные, как один из видов индивидуальных систем энергоснабжения.....	584
<i>Журавлев А.В.</i> Сравнительный анализ изменения энергоёмкости ВВП Германии и России с течением времени	588
<i>Сосновский Н.Ю.</i> Энергетические ресурсы Исландии	593
<i>Деткин В.Д., Парамонов Н.И.</i> Сравнительный анализ экономической эффективности электрических и газовых теплогенераторов	596
<i>Локтева А.А., Дубовенко В.А.</i> Критерии выбора оптимального числа ГРП для населённого пункта.....	602
<i>Солодовникова Е.Н.</i> Изменение структуры городских инженерных сетей во времени и критерии оценки эффективности их работы	606

СЕКЦИЯ «HEAT AND GAS SUPPLY AND VENTILATION»

<i>Ivanova A.O.</i> Definition of supply temperature regulation range in air heating system for museum	611
<i>Shevchenko-Enns E.R.</i> Using the «carbon footprint» criterion for assessing the environmental safety of buildings.....	614
<i>Firsova K.</i> Rational use of skirting heating in panoramic glazing	618
<i>Makarishhev V.D., Savenko G.A.</i> Determination of the optimal design of the thermal panel by the method of temperature fields	621
<i>Yarkov I.D.</i> Application limits of solar energy and solar panels in climate conditions of Russian federation.....	626
<i>Akhverdashvili R.G., Eroshina A.N.</i> Change in the required power of heating devices in the premises of a public building when taking into account thermal inhomogeneities	632
<i>Pankratov T.S., Silaev G.V., Tsupikov G.A.</i> Energy effect of increasing development density in the case of the city of Samara.....	637

<i>Zaripov R.I., Lakunin A.R.</i> Reduction of residential heating consumption due to changes in regulatory requirements	639
<i>Khlopitsyn D.O.</i> Heat energy recovery of exhaust air by means of the ventilation unit for indoor microclimate	642
<i>Grishankova A.D.</i> Updating of capital expenditures for the construction of gas pipelines in the Russian Federation.....	646
<i>Petrov G.A.</i> Different methods of measuring walling	649

СЕКЦИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ МИКРОЛИМАТА НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Маскаев Д.А., Болдин М.С., Гумилёв П.В., студенты 4-го курса 31 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Поленов Д.Ю., доц., к.т.н.

Введение

Контроль и управление микроклиматом позволяет создать оптимальные и комфортные условия для пребывания человека в помещении. Очень важно правильно подобрать систему, которая позволит оптимизировать работу всех климатических устройств, тем самым снизить издержки на эксплуатацию, с помощью уменьшения энергопотерь, увеличить точность выдерживаемых параметров за счёт оперативности и т.д.

Также важно обеспечить возможность дистанционного управления микроклиматом помещения, для того чтобы исключить необходимость пребывания в нём человека.

Исходя из вышесказанного, необходимо объединить всё оборудование в единый комплекс. Для этого будем использовать соответствующую автоматизированную систему обеспечения микроклимата помещения (СОМ). Управление такой системой будет осуществляться на базе соединения между мобильным приложением и микроконтроллером, который в свою очередь будет передавать регулировать работу климатического оборудования.

Описание решения

На сегодняшний день рынок предоставляет немалое количество инженерных решений для улучшения СОМ. Но очень важно правильно настроить всё оборудование, чтобы оно поддерживало заданные параметры микроклимата в помещении, создавая благоприятные условия нахождения человека в нём. Исходя из этого, на данный момент существуют две главные проблемы:

1. Человек способен почувствовать изменения температуры или влажности в помещении, но он не может ощутить изменение, например, таких параметров как концентрация CO_2 , CO и иных токсичных газов и, в свою очередь, включить приточную вентиляцию или очиститель воздуха, для избавления от загрязнителей. Если в помещении будет превышена предельно-допустимая концентрация (ПДК) этих веществ, то они могут губительно повлиять на самочувствие и здоровье.

2. При использовании большого количества приборов, возникает сложность в контроле энергопотребления. Возникает необходимость изменять режимы работы оборудования, т.к. параметры микроклимата в помещении постоянно изменяются. Например, при нахождении людей в помещении происходит включение и интенсивная работа приточной вентиляции, когда же помещение пустует, то вентиляция отключается.

Для решения первой проблемы важно правильно подобрать датчики для максимально точного измерения параметров воздуха. Для решения второй же необходимо использовать автоматическую систему управления (АСУ) всем оборудованием микроклимата помещения.

Для контроля и управления параметрами микроклимата помещения, а также его анализа уже существуют сложные инженерные системы, которые включают в себя огромный централизованный сетевой концентратор, а также достаточно сложные архитектурные решения. Стоимость такой системы – сотни тысяч рублей.

Предлагаемое же решение намного доступнее и компактнее, т.к. все сложные инженерные решения будут перенесены на back-end, т.е. на специальный облачный сервер, а человек с помощью простого и понятного мобильного приложения, сможет давать команды микроконтроллеру, который в свою очередь будет регулировать параметры СОМ.



Рис. 1. Схема дистанционного управления СОМ. Управление и мониторинг будет осуществляться через сеть Интернет

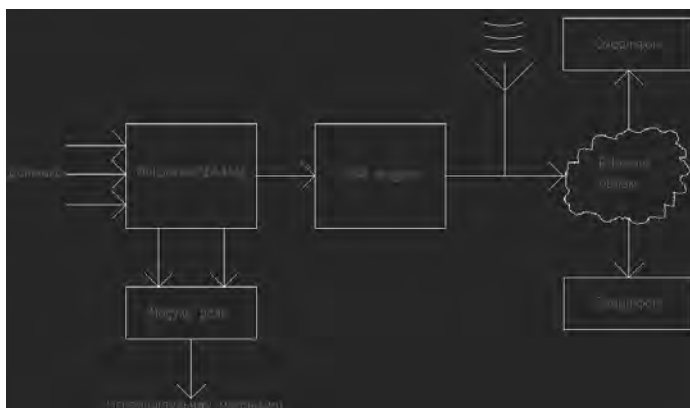


Рис. 2. Структурная схема системы дистанционного управления на базе микроконтроллера

Работа системы начинается с того, что датчики, установленные в помещении, считывают информацию о состоянии микроклимата в помещении и передают сигналы на микроконтроллер. Затем микроконтроллер осуществляет управление исполнительными механизмами (заслонка кондиционера, терморегулирующий клапан радиатора, электродвигатель и т.п.) с помощью модуля реле. Модуль реле производит коммутацию необходимого уровня напряжения в зависимости от команд, поступающих с микроконтроллера.

Далее сигнал с микроконтроллера поступает на GSM/GPRS модуль, который осуществляет пакетную передачу данных. Информация, поступившая на этот модуль, отправляется с помощью сотовой связи на специальный сервер, Ethernet-облако, в котором эта информация также архивируется. Каждый владелец мобильного приложения имеет возможность осуществлять мониторинг данных и управление СОМ.

Достоинства этого варианта:

1. Достаточно небольшая стоимость обмена информацией;
2. Возможность обмена большими объёмами информации;
3. Контроль и управление СОМ из любой точки мира при наличии интернета;

Но также данный вариант имеет и следующие недостатки:

1. Для контроля и управления оборудованием микроклимата обязателен доступ к выходу в сеть Интернет;
2. Необходимость наличия специального сервера, на котором будет осуществляться архивирование и сбор данных с оборудования;

Вывод

Был проведён анализ системы обеспечения микроклимата помещения, который выявил некоторые проблемы при её создании. Во-первых, это правильный подбор климатического оборудования, который бы смог обеспечить благоприятные условия для пребывания человека в помещении. Во-вторых, это контроль энергопотребления при наличии большого количества устройств. Также мы провели анализ современных СОМ и предложили наиболее рациональный метод, который позволит устранить вышеперечисленные проблемы. Этот метод заключается в том, что дистанционное управление параметрами климата помещения происходит с помощью взаимодействия мобильного приложения и микроконтроллера. Была разработана структурная схема, которая описывает работу микроконтроллера. Проведённый анализ существующих микроконтроллеров позволил выбрать наиболее удачный вариант, который характеризуется высокой эффективностью, низким энергопотреблением, а также доступной ценой. Достоинства этого решения упростят контроль и регулирование автоматизированной системой, уменьшат издержки, связанные с энергопотреблением, а также позволят оптимизировать всю систему обеспечения микроклимата в целом.

Библиографический список

1. Кувшинов Ю.Я. Динамические свойства помещения с регулируемой температурой воздуха // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1993. – № 4.
2. Мансуров Р.Ш. Экспериментальное исследование переходных процессов в системах обеспечения микроклимата / Сб. докладов 4-й международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». – М. : МГСУ, 2011.
3. Карпенко А.В., Петрова И.Ю. Модели управления микроклиматом в помещении // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 7-2. – с. 224-229.
4. Ластовская И.А. Исследование параметров микроклимата в реконструированных помещениях // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XXXIII междунар. науч.-практ. конф. № 4(26). – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 119-125.
5. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания // Бюллетень строительной техники, 2017. – №12. – с. 42-43.
6. Мониторинг микроклимата – основа создания эффективных систем и здания с минимальным энергопотреблением, Сотников А.Г. Инженерно-строительный журнал. 2010. № 7 (17). С. 47-52.
7. Кокорин О. Я., Варфоломеев Ю. М. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений; ИНФРА-М. – М., 2008. – 274 с.
8. Самарин О. Д. Основы обеспечения микроклимата зданий. Учебник; Издательство Ассоциации строительных вузов – М., 2012. – 208 с.
9. Чельшков П.Д., Лысенко Д.А. Математическое моделирование сценариев эксплуатации инженерных систем зданий и комплексов // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 48-52.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Бабушкин Е.С., студент 1-го курса магистратуры 7 группы ИИЭСМ
Зуева Д.Д., студентка 1-го курса магистратуры 21 группы ИСА
Научный руководитель – Челышков П.Д., доц., д.т.н.*

Тенденция развития строительной отрасли способствует расширению научных и прикладных исследований в разработке и внедрении новых форм, методов и систем в строительстве. Чтобы повысить конкурентоспособность и эффективность на рынке предоставления строительных услуг осуществляется с переходом к созданию полноценных BIM-моделей строительных объектов. Предметом исследования этой статьи является применение BIM-моделирования при организационно-технологическом проектировании процессов.

Актуальность данной темы высока, так как внедрение BIM-технологий в России позволит решить множество проблем: уменьшить количество переделок и ошибок при строительстве, сократить объем информационных пробелов. Целью данной статьи является уточнение сути BIM-технологии, выявление положительных сторон внедрения этой технологии в организации строительной отрасли.

Информационная модель здания – результат процесса создания трехмерной модель здания из спроектированных конструкций для извлечения из нее информации. Модель связана с информационной базой данных, каждому элементу в которой можно назначить дополнительные атрибуты. Эта информация может быть использована в дальнейших операциях на протяжении всего жизненного цикла здания. Характерной особенностью подобных программных систем является то, что объект на самом деле разработан в целом: изменение одного из параметров объекта приводит к автоматическому изменению других связанных с ним параметров. Под информационным моделированием или BIM (Building Information Modeling) сегодня в строительстве понимается трехмерная модель существующего или строящегося объекта, отличительными чертами которых являются:

- отношения всех элементов друг с другом;
- допустимость добавления, изменения, анализа и прогнозирования развития;
- планирование проекта относительно реального места строительства;
- возможность привязать проект ко времени;
- возможность одновременного выполнения работ в одном проекте специалистами разных направлений и специальностей, используя общую сеть.

Кроме того, возможно в привычную 3D-модель вводить дополнительные измерения BIM: 4D BIM (последовательность действий во времени), 5D BIM (стоимость), 6D BIM (информация о жизненном цикле).

С каждым новым измерением модель получает больше информации, теперь это не только информационная модель здания, но и модель объекта, изменяющаяся во время его строительства. Однако, к сожалению, на сегодняшний день до сих пор не предложено ни одного варианта моделирования технологических процессов в среде BIM. Основываясь на концепции OPEN BIM и открытом построении структуры SMART-модели объекта, авторы статьи предлагают уделить внимание также и моделированию технологических процессов при проектировании и строительстве. Появление информационных моделей процессов решит еще множество проблем:

- сократятся сроки производства работ;
- уменьшится количество брака при производстве работ и в целом повысится качество производимой строительной продукции;
- увеличится точность производства работ;
- повысится безопасность при работах и т.д.;

Авторами статьи предложена принципиальная методика построения модели организационно-технологических процессов строительства с использованием поискового конструирования и экспертных систем в рамках концепции OPEN BIM.

Моделирование технологических процессов при проектировании строительных объектов с использованием поискового конструирования и экспертных систем необходимо производить в несколько ключевых этапов:

- 1) ввод в BIM-модель сметной документации (сметных расчетов) к объекту проектирования;
- 2) формирование общей информационной базы на основе данных о производимых единичных работах из сметных расчетов; их качественное и количественное пошаговое укрупнение. Результатом этого этапа является заполнение общей информационной модели данными о трудоемкости, стоимости и объеме работ различных степеней укрупнения;
- 3) все накопленные данные участвуют при формировании организационно-технологической модели строительного объекта, которая в дальнейшем рассчитывается, корректируется с целью приведения необходимых параметров (стоимость единицы готовой продукции, продолжительность строительства и т.д.) к их оптимальным значениям.

Также при этом предлагается визуализация части организационно-технологических процессов в рамках 4D BIM-модели. Это поможет определить опасные зоны работ, пересечения фронтов работ, перенасыщения захваток рабочими и т.д. (коллизия процессов).

В предлагаемой системе моделирования технологических процессов в рамках концепции OPEN BIM используются информационные данные, с помощью которых можно решить всю совокупность задач, поставленных для увеличения эффективности и оптимизации организационно-технологических процессов с использованием технологий информационного моделирования. Применение предложенной системы может дать возможность качественно повысить уровень принимаемых организационно-

технологических решений при информационном моделировании и сократить сроки их разработки.

Библиографический список

1. Небритов Б.Н. Моделирование организационно-технологических процессов с использованием поискового конструирования и экспертных систем. Ростовский государственный строительный университет. Интернет-журнал «Науковедение» №1 (2011). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/modelirovanie-organizatsionno-tehnologicheskikh-protsesov-s-ispolzovaniem-poiskovogo-konstruirovaniya-i-ekspertnyh-sistem>.

2. Побегайлов О.А., Шемчук А.В. Моделирование технологических процессов при организации строительного производства. Ростовский государственный строительный университет. Интернет-журнал «Науковедение» №4 (2012). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/modelirovanie-tehnologicheskikh-protsesov-pri-organizatsii-stroitel'nogo-proizvodstva>.

3. Александров Н.И., Комков Н.И. Моделирование организации и управления решения научно-технических проблем. М. : Наука, 1988.

4. Гинзбург А.В., Цыбульская О.М. Системы автоматизации организационно-технологического проектирования // Вестник МГСУ. – 2008. – № 1.

5. Костюченко В.В., Кудинов Д.О. Организационно-техническое моделирование проектно-строительных систем // Инженерный вестник Дона, 2012. – № 3.

6. Абрамов И.Л. Моделирование технологических процессов в малоэтажном строительстве. Автореферат. – М.: 2007.

7. Афанасьев А.А. Данилов Н.Н., Копылов В.Д. Технология строительных процессов. М. : Высш. шк., 1999.

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

9. Гинзбург А.В. Вим-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. № 5 (153). С. 28-31.

10. Волков А.А., Чельшков П.Д., Седов А.В. Абстрактная характеристика надежности (долговечности) при выборе оптимальной структуры системы автоматического управления в САПР // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 218-224.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, УДАЛЕННЫХ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ, ПРИ ПОМОЩИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Болдин М.С., Гумилев П.В., Маскаев Д.А., студенты 4-го курса 31 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Поленов Д.Ю., доц., к.т.н.

Введение

На сегодняшний день в сфере видеонаблюдения активно используются системы, подключаемые к сетям общего пользования. Но порой для осуществления визуального контроля за объектом, прокладка электрического кабеля является затруднительной или экономически невыгодной. Такими объектами могут быть:

- строительные площадки, складские помещения, промышленные объекты;
- дороги, трассы, автомагистрали, придорожные объекты;
- лесопарковые и заповедные зоны, водоемы и береговые зоны;
- магистральные трубопроводы, высоковольтные линии;
- различные сельскохозяйственные посевы, животноводческие и птицеводческие фермы и комплексы.

Оптимальным решением в данных случаях могут являться автономные источники питания. Одним из таких источников являются – солнечные батареи.

В данной статье предлагается решение задачи электроснабжения систем видеонаблюдения объектов, удаленных от электрической сети. Рассматривается устройство подобной системы, подбор необходимого оборудования и его расчет, принцип работы солнечных батарей и оптимальные условия для их работы, различные способы подключения системы по беспроводной связи.

Описание работы системы

Структурная схема системы с основным оборудованием представлена на рис. 1.

Работа системы делится на два цикла: дневной и ночной.

Дневной цикл

В светлое время суток солнечные батареи генерируют постоянный электрический ток напряжением 12/24 В, проходя через контроллер заряда солнечных батарей (необходим для контроля заряда АКБ), он заряжает АКБ. АКБ накапливает заряд и одновременно питает камеру и оборудование для беспроводной связи, а также термощкаф (если имеется).

Ночной цикл

В ночной период, когда солнечные батареи заряд не генерируют, система питается за счет накопленного заряда в АКБ.

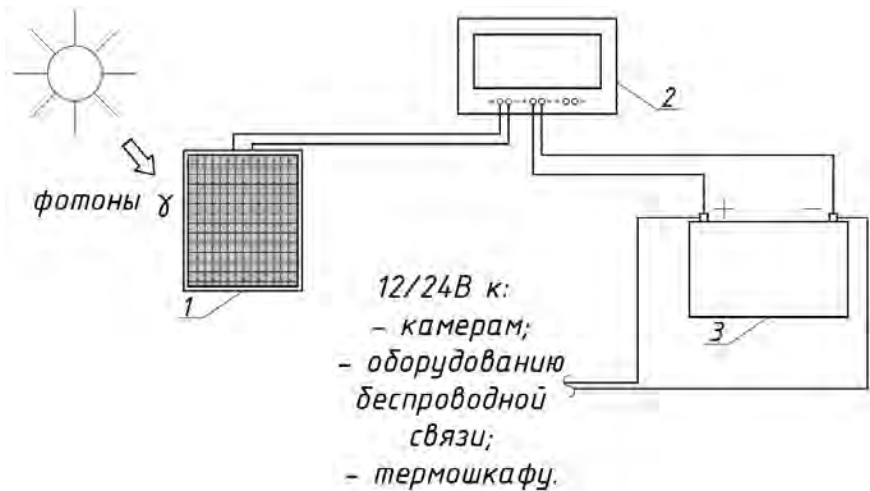


Рис. 1. Структурная схема автономной системы видеонаблюдения на солнечных батареях:

1 – солнечная батарея (панель); 2 – контроллер заряда солнечной батареи (панели);
3 – аккумуляторная батарея (АКБ)

Солнечные батареи

Работа солнечных батарей основывается на внутреннем фотоэффекте – поглощении света в полупроводниках, при котором квант света (фотон) с энергией в состоянии перебросить электрон из запрещенной зоны в зону проводимости, т.е. создать электронно-дырочную пару. Условием внутреннего фотоэффекта является соотношение $\varepsilon \geq E_g$ (где, ε - энергия фотона, E_g - ширина запрещенной зоны). Образовавшиеся электроны и дырки, участвуя в тепловом движении, перемещаются, в том числе и по направлению к р-п-переходу. Возникает фото – ЭДС, вследствие чего и электрический ток.

Для подбора солнечных батарей, основным параметром является – коэффициент полезного действия.

На сегодняшний день существуют три основных вида солнечных батарей:

- кремниевые (монокристаллические, поликристаллические);
- аморфные;
- пленочные.

Оптимальным выбором для данной системы будут являться – кремниевые батареи, они имеют максимальный КПД из всех возможных батарей, долгий срок службы (около 20 лет). Желательно, для системы использовать монокристаллические панели, т.к. в данный момент цены на них не сильно выше, чем на поликристаллические, а разница в КПД около 5% (к примеру, стоимость батареи на 150 Вт: монокристаллические – 7500 руб., поликристаллические – 7000 руб.[6])

Виды беспроводной связи для подключения камер видеонаблюдения

Для автономных систем в основном применяются цифровые IP-видеокамеры, т.к. аналоговые камеры имеют ограниченный функционал и подвержены помехам и искажениям сигнала.

Для передачи изображения с камер в сеть Internet(облако), либо в существующую сеть предприятия используется видеокamera со встроенным модулем связи, либо модуль подключается отдельно.

Основные виды связи для беспроводных камер:

1. Wi-Fi стандарт IEEE 802.11b/g/n:

Данный способ используется для небольших радиусов покрытия, до 300м (в основном это камеры в здании или рядом с ним). Скорости передачи данных: 11 Мбит/с (IEEE 802.11b), 54 Мбит/с (IEEE 802.11g), 600 Мбит/с (IEEE 802.11n). Частотный диапазон: 2,4-2,5 ГГц. Для увеличения радиуса покрытия используется технология моста (WDS), где несколько точек доступа объединяются в единую сеть. Также для усиления сигнала точек доступа можно использовать антенны с высоким показателем dBi.;

2. WiMAX стандарт IEEE 802.16:

WiMAX поддерживает более высокую скорость передачи данных и действует на больших расстояниях, чем многие конкурирующие беспроводные технологии. Радиус покрытия может достигать до 10км без прямой видимости. Скорости передачи данных: 40 Мбит/с (IEEE 802.16e), 75 Мбит/с (IEEE 802.16d). Частотный диапазон: 1,5-13,6 ГГц. Камеры с WiMAX модулями только набирают свою популярность, в основном на рынке они производятся под заказ. Поэтому для использования этой технологии к камерам подключаются WiMAX-антенны для подключения к WiMAX-станциям.;

3. GSM связь:

Дальность установки системы ограничивается зоной обслуживания операторов GSM связи, актуальные стандарты: 2G; 3G; 4G; GPRS. Проще в организации связи (чем Wi-Fi, WiMAX), т.к. не требуют точек доступа и прочих коммутирующих устройств, но в тоже время взимается плата за пользование услугами операторов GSM связи.

Пример расчета системы

Расположение системы – г. Москва (при монтаже солнечных батарей для продуктивной работы системы необходимо определить угол наклона и их направление, для Москвы - 55°, южное направление).

Расчет проводится для самого худшего месяца выработки электроэнергии. Исходя из таблиц инсоляции, для Москвы худшим месяцем является – декабрь ($E_{инс} = 1200 \text{ Вт} \times \text{ч} / \text{м}^2$ в сутки).

Расчет мощности солнечных батарей

Формула расчета мощности солнечных панелей:

$$P_{СП} = k \times E_{П} \times P_{инс} \div E_{инс}$$

$P_{СП}$ - мощность солнечных панелей, Вт; $E_{П}$ - потребляемая энергия, $\text{Вт} \times \text{ч}$ в сутки; $E_{инс}$ - среднемесячная инсоляция (из таблиц) $1200 \text{ Вт} \times \text{ч} / \text{м}^2$ в сутки; $P_{инс}$ - мощность инсоляции на земной поверхности на одном квадратном метре ($1000 \text{ Вт} \times \text{ч} / \text{м}^2$); k – коэффициент потерь на заряд – разряд аккумуляторов, принимают равным 1,2.

Максимальное потребление камеры – $8 \text{ Вт} \times \text{ч}$, с инфракрасной подсветкой в темное время суток (~15 часов).

Минимальное потребление камеры – $3 \text{ Вт} \times \text{ч}$, светлое время суток (~9 часов).

$$E_{П} = 8 \times 15 + 3 \times 9 = 147 \text{ Вт} \times \text{ч} \text{ в сутки.}$$

$P_{СП} = 1,2 \times 147 \times 1000 \div 1200 = 147 \text{ Вт}$, следовательно, подходит батарея 150Вт.

Расчет емкости АКБ

Емкость АКБ должна быть такой, чтобы заряда хватало на ночной цикл работы системы и оставалось не менее 50-70% заряда (для стабильной работы АКБ), также необходимо, чтобы автономная система работала 7 дней на заряде АКБ, при условиях пасмурной погоды.

Напряжение системы - $U_{сист} = 12 \text{ В}$

Учитывая, что потребляемая энергия системы за 7 суток, равна: $E_{П} = 147 \times 7 = 1029 \text{ Вт} \times \text{ч}$, то значение емкости $C_{АКБ} = E_{П} \div U_{сист} = 110 \text{ А} \times \text{ч}$.

Оптимальным решением будет подобрать аккумулятор 110-150 А×ч, для автономных систем обычно - это гелиевые аккумуляторы, т.к. имеют большее кол-во циклов заряда/разряда по сравнению с остальными.

Для систем, которые будут располагаться в суровых климатических условиях, необходим термошкаф с нагревателем/вентиляцией для нормального функционирования АКБ.

Расчет контроллера солнечных батарей

Контроллер заряда рассчитывается по току:

$I_{кон} = P_{СП} \div U_{СИСТ} = 150 \div 12 = 12,5 \text{ А}$, контроллера на 20 А будет достаточно.

Итого, необходимое оборудование для автономного питания системы из одной GSM камеры (со средней стоимостью):

- гелевая аккумуляторная батарея Delta GEL 12-150, 150 Ач (25000 руб.[8]);
- уличная 4G/3G камера видеонаблюдения Zodikam 2051(13000 руб.[7]);
- монокристаллическая солнечная батарея 150 Вт (7500 руб.[6]);
- контроллер заряда солнечной батареи JUTA DY2024DU 20A (1400 руб.[9]);
- шкаф для АКБ и контроллера заряда 500x220x300, с кронштейном для солнечных панелей (15000 руб.);
- кабельные изделия и материалы для крепления(1000 руб.).

Общая стоимость системы = 62 900 руб., также стоит учесть трафик оператора за использование GSM связи, в среднем он составляет 500-1000 руб./месяц.

Вывод

По итогам проведенной работы, получены следующие результаты:

- 1) разработана структурная схема и проведен анализ организации системы видеонаблюдения на солнечных батареях;
- 2) рассчитан вариант системы с GSM-камерой потреблением 8 Вт в г. Москва, стоимость необходимого оборудования составила 63 тыс. руб. Учитывая климатические условия расположения, стоимость могла быть меньше, так как параметры оборудования питания зависят от инсоляции и продолжительности светового дня региона.

Данная система является универсальной, так как способна организовывать видеомониторинг в любой точке мира, когда отсутствует возможность подключения к электросети достаточно иметь доступ к солнечному свету.

Библиографический список

1. Сычев А.А., Кривошеева Н.А. Солнечные батареи как альтернативный источник электроэнергии // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. Пензенский государственный аграрный университет, 2017. С. 248-251.
2. Просвилов А.Ф. Обзор существующих электромеханических систем солнечных батарей и режимов их работы // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство. Казань, 2019. С. 110-113.

3. Жирнов Н., Кирьянов А., Хоров Е. Система сбора данных с камер видеонаблюдения с применением технологии LTE // ИТИС 2017. Уфа, 2017. С. 332-344.

4. Нефедова В.В. Электроника и энергетика. Аккумуляторы различных видов энергии. Солнечные батареи // Молодежный Научно-Технический Вестник, №7/2017. С. 65.

5. Гайсин В.А., Иванова Г.Р. Проектирование Web-интерфейса системы видеонаблюдения // Перспективы практико-ориентированных технологий современного образования в аграрном секторе. Уфа, 2019. С. 17-19.

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

7. Каталог солнечных батарей SOLBAT. - Режим доступа: <http://www.solbat.su/catalog/>, свободный.

8. Каталог видеокамер Zodikam. - Режим доступа: <https://zodiakvideo.ru/katalog/>, свободный.

9. Каталог аккумуляторных батарей Delta. - Режим доступа: <https://www.delta-battery.ru/catalog/>, свободный.

10. Каталог контроллеров заряда солнечных батарей. - Режим доступа: <https://e-solarpower.ru/solar/chg-ctrl/>, свободный.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АРХИТЕКТУРНОГО БЕТОНА

*Санаткин Э.М., студент 4-го курса 30 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Коломиец В.И., доц., к.т.н.*

В настоящее время бетон остается основой почти всех конструктивных решений для городов, из чего следует, что вопросы совершенствования технологии его изготовления и расширения ассортимента будут актуальны как минимум в течении нескольких ближайших десятилетий [1]. Для решения эстетических задач зачастую используется специальная художественная разновидность материала - архитектурный бетон.

Архитектурный бетон – искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания строительной смеси на основе цементно-песчаного состава с различными минеральными и неорганическими добавками [2]. В зависимости от поставленных задач, состав бетонной смеси можно менять благодаря применению различных добавок, которые улучшают либо конструктивные свойства (долговечность, прочность, гидрофобность и др.), либо декоративные качества (цвет, фактура, текстура) [3, 4]. Архитектурный бетон можно считать песко-бетонной смесью, так как в его составе, как правило, отсутствует щебень.

Производство бетона - сложный и трудоемкий процесс. Первый этап включает в себя отбор и взвешивание сухих наполнителей. Следует четко соблюдать пропорции строительных материалов при производстве бетона [5]. Взвешивание происходит за счет весовых дозаторов, которые стоят на весовой раме, а весовая рама в свою очередь работает в паре с тензодатчиком. Схема производства архитектурного бетона приведена на рис. 1.

Песок мелкой фракции с помощью питателей поступает в лоток из бункеров. Также в лоток через каналы с гидравлическим затвором из бункера поступает двуокись титана (ДТ). С лотка заполнители выгружаются в скиповый подъемник, где происходит точное измерение массы наполнителей. После взвешивания скипа поднимается по наклонной линии к смесителю, куда и выгружает содержимое. Сигнал об остановке скипового подъемника поступает на путевой выключатель.

С другой стороны технологической линии с помощью шнекового питателя в первый дозатор поступает цемент из бункера, затем вода и пластификатор поступают на расходомер, после чего смесь по трубопроводу попадает в смеситель.

На трубопроводе установлено реле давления, которое необходимо для предотвращения аварий при увеличении давления выше нормы. Сигнал поступает на регулирующий клапан, который уменьшает давление в системе.

Дозаторы взвешиваются. Когда они заполняются до необходимого уровня, то с помощью пневмозатворов цемент и ДТ загружаются в смеситель.

В смесителе происходит процесс перемешивания составляющих, в результате которого получается бетонная смесь. Главная цель перемешивания - достижение однородной консистенции. Время, необходимое для замеса, устанавливается заранее и зависит от объема обрабатываемой смеси.

Для улучшения товарных качеств бетона (снижения затрат, увеличения скорости схватывания, повышения прочности и морозостойкости и т.д.) на современных бетонных заводах применяются технологии, основанные на использовании различного рода химических добавок.

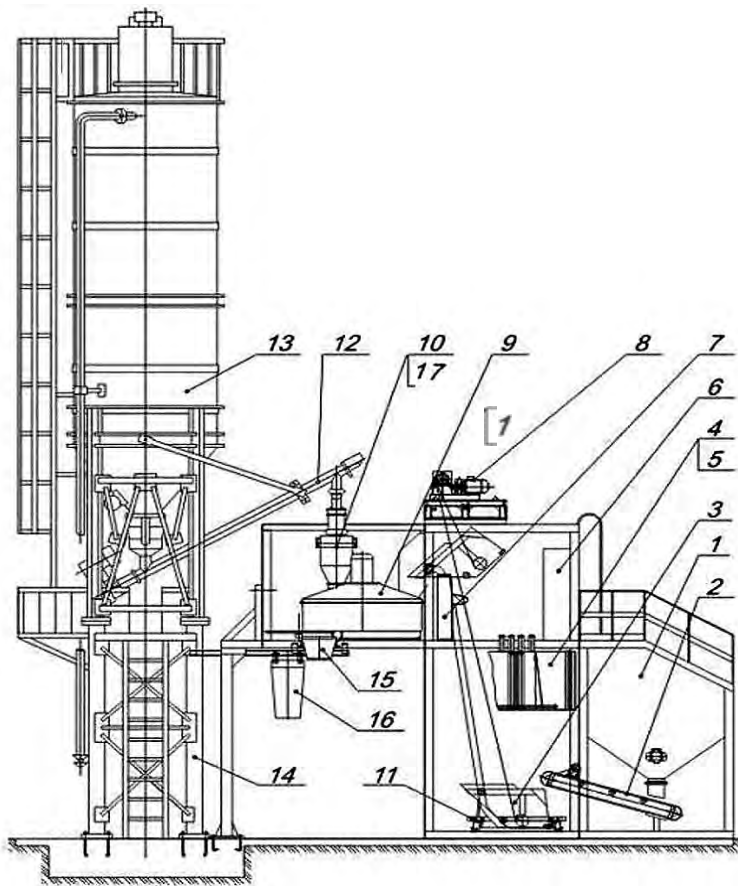


Рис. 1. Схема производства архитектурного бетона:

- 1 – бункер инертных материалов; 2 – транспортер ленточный; 3 – ковш скипа; 4 – бак под воду; 5 – бак под пластификатор; 6 – силовой шкаф; 7 – пульт управления; 8 – привод лебедки скипа; 9 – бетоносмеситель; 10 – дозатор цемента; 11 – весовая рама скипы; 12 – шнековый питатель; 13 – склад цемента; 14 – опора под склад цемента; 15 – воронка приемная (под миксер); 16 – лоток загрузочный; 17 – дозатор ДТ

В результате внедрения автоматического управления процессом прогнозируется:

- повышение качества бетонной смеси и стабильность ее характеристик, за счет реализации системы дозирования;
- предотвращение аварийных ситуаций;
- улучшение условий труда и сокращение обслуживающего персонала;
- экономия сырья при производстве.

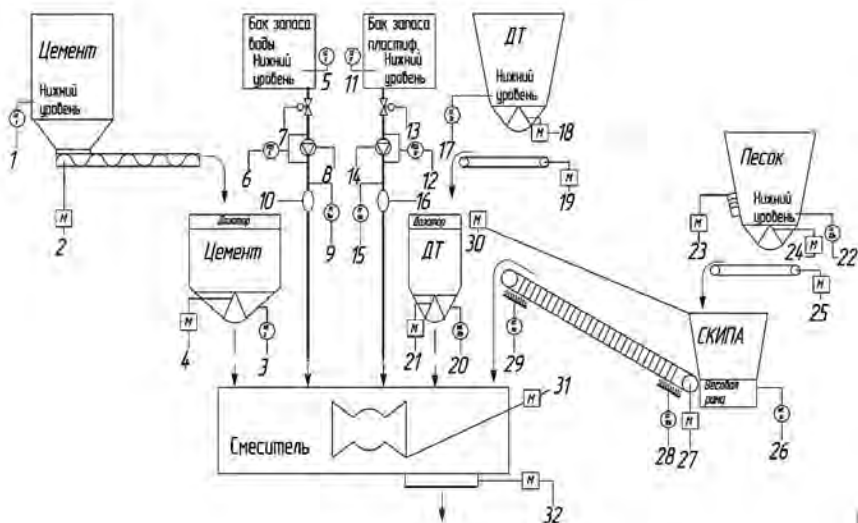


Рис. 2. Функциональная схема дозирования и транспортирования:

1 – уровень цемента нижний; 2 – привод шнекового питателя; 3 – вес на дозаторе(цемент); 4 – выгрузка в смеситель, открытие затвора (цемент); 5 – уровень воды (нижний); 6 – датчик давления (воды) на входе и выходе насоса; 7 – открытие бака с водой; 8 – насос воды; 9 – вес-расход на дозаторе (вода); 10 – подача в смеситель воды; 11 – уровень пластификатора (нижний); 12 – датчик давления (пласт.) на входе и выходе насоса; 13 – открытие бака с пластификатором; 14 – насос пластификатора; 15 – вес-расход на дозаторе (пласт.); 16 – подача в смеситель (пласт.); 17 – бункер с ДТ, уровень ДТ (нижний) ; 18 – бункер с ДТ, открытие затвора; 19 – привод конвейера ДТ; 20 – вес на дозаторе (ДТ); 21 – выгрузка в смеситель, открытие затвора (ДТ); 22 – уровень песка (нижний); 23 – запуск обрушителя (песок); 24 – бункер с песком, открытие затвора; 25 – привод конвейера песка; 26 – весовая рама для скипы; 27 – привод подъемника скипы; 28 – скипа снизу (путевой выключатель); 29 – скипа сверху (путевой выключатель); 30 – привод лебедки для поднятия и наклона скипы; 31 – привод смесителя; 32 – привод затвора смесителя

Предлагается использовать вариант организации автоматического управления процессом, приведенный на рис. 2.

Внедрение автоматических процессов производства архитектурного бетона позволяет повысить качество и стабильность характеристик бетона, снизить его себестоимость, сократить долю ручного труда и количество персонала, увеличить производительность.

Библиографический список

1. Юань Юай. Высококачественный бетон с улучшенными свойствами // Юай Юань, Ван Лин, Тянь Пе. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. - 448 с
2. Майоров П.М. Бетонные смеси. Рецептурный справочник для строителей и производителей строительных материалов // П.М. Майоров. - М.: Феникс, 2009. - 464 с.
3. Ляпидевская О.Б. Бетоны. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм. Учебное пособие //О.Б. Ляпидевская, Е.А. Безуглова. - М.: МГСУ, 2013. - 120 с
4. Берг О.Я. Высокопрочный бетон // О.Я. Берг. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 208 с.
5. Рамачандрана, В. Добавки в бетон // В. Рамачандрана. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 572 с.
6. Тихонов А.Ф., Навасардян А.Г., Харьков Д.А. Дозирующие устройства непрерывного действия нового поколения // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 5 (1005). С. 26-27.
7. Тихонов А.Ф., Навасардян А.Г., Харьков Д.А. Автоматизированное проектирование систем управления технологией производства строительных смесей // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 5 (1005). С. 32-34.
8. Величкин В.А., Тихонов А.Ф., Завьялов В.А., Филиппова Е.С. Автоматизация управления ленточным конвейером в технологии производства строительных материалов // Естественные и технические науки. 2018. № 3 (117). С. 125-127.
9. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания // Бюллетень строительной техники, 2017. – №12. – с. 42-43.
10. Чельшков П.Д. Метод сценарной верификации энергетического баланса зданий: анализируемые параметры и алгоритм реализации // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 39-43.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Панова Ю.Е., студент 4-го курса 30 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Мокрова Н.В., доц., д.т.н.*

Актуальность

Появление новых КМ с уникальным сочетанием свойств, которые превосходят свойства классических материалов, делает их использование повсеместно. Композиционные материалы требуют в машиностроении разработки и внедрения новых методов технологической обработки.

Развитие обработки материала должно повлиять на получение высокоточных изделий с последующей автоматизацией оборудования.

Задачи исследования

На сегодняшний день на предприятиях в основном используется ручная выкладка деталей из композитов. Для достижения серийности выпускаемой продукции требуется глубокое изучение процесса производства композита для внедрения автоматизации в производство. Сегодня с развитием конкуренции на рынке не обойтись без современных решений для производства композиционных материалов. Рассмотрим варианты механизации процессов изготовления материала, и их дальнейшую автоматизацию.

Методы обработки композитных материалов.

В данной статье исследуем наиболее популярные и эффективные технологии формования композиционного изделия, проанализируем их основные достоинства и недостатки.

Композиты это некая гетерофазная система, созданная объемным сочетанием химически разнородных компонентов и свойств, которые каждый из компонентов в отдельности не имеют. Обычно композиционные материалы состоят из соединяющей непрерывной среды и армирующих элементов.

Почему КМ называют материалом будущего?

1. Композиты обладают прочностью металлов при этом гораздо легче.
2. Отлично переносят агрессивные среды;
3. Композиционные материалы не дымят и не дают распространяться пламени из-за эпоксидных смол и стекловолокна в их составе.

Теперь о технологиях обработки КМ.

Контактное формование:

Эта технология является самой простейшей технологией изготовления композитов.

Происходит формование на заранее изготовленной матрице, которая создается индивидуально для каждого изделия. Первым на матрицу укладывается наполнитель, им может быть стеклоткань или углеткань. При помощи мягкого валика армирующий слой пропитывается смолой. После этого по поверхности матрицы прокатывают жестким валиком для удаления пузырьков воздуха из него. Далее следует процесс отверждения материала и готовое изделие извлекается из формы.

Вакуумное формование:

В основе процесса вакуумного формования лежит контактное формование. В нем используется источник избыточного давления (вакуумный насос). После пропитки материала на матрицу укладываются вспомогательные материалы и упаковываются вакуумной пленкой. Внутри создается избыточное давление, которое удаляет излишки воздуха и смолы. Произведенные по этой технологии детали получают лучшего качества, более высокой прочности и гладкой поверхности.

Вакуумная инфузия:

Основное отличие вакуумной инфузии от формования - процесс пропитки материала. При вакуумном формовании пропитка материала осуществляется как и в ручном формовании, при помощи валика, а при инфузии сначала делается вакуумный мешок, внутри которого расположен материал, и, следовательно, пропитка происходит за счет нагнетенного давления внутри мешка. Эта технология используется на производствах чаще всего, поскольку с ее помощью можно получить улучшенные характеристики изготавливаемого материала.

Автоклавное формование:

На заранее подготовленную матрицу укладывается препрег, который пропитывается связующим. Матрица накрывается герметичным вакуумным мешком и отправляется в автоклав. В автоклаве нагнетается избыточное давление 5 – 8 атмосфер и подается температура до 100 – 180 °С в зависимости от исходных характеристик препрега, указанных заводом изготовителем.

Как правило, данная технология применяется при изготовлении специальных изделий в военной и космической промышленности, так как автоклавное формование является самым дорогим способом изготовления композитов.

Обсуждение и выводы

Делая вывод, хочется сказать, в настоящее время в России практически только начинается интенсивное развитие автоматизации сборки композиционных изделий, но полностью исключить ручной труд пока не представляется возможным. Для повышения конкурентоспособности КМ с другими материалами и вывода его на повсеместное использование во всех сферах промышленности, необходимо комплексное внедрение новых технологий и автоматизации.

Библиографический список

1. Карташов А.Б. Механическая обработка композитов [Электронный ресурс]. URL: www.bmstu.ru/ps/~kartashov/fileman/download/ПКМ2017/ПКМ_ВКМ_11.pdf
2. Каблов Е.Н. Композиты: сегодня и завтра // Металлы Евразии. 2015. № 1. С. 36-39.
3. Каблов Е.Н. Материалы нового поколения // Защита и безопасность. 2014. № 4. С. 28-29.
4. Чернышов Е.А., Романов А.Д. Современные технологии производства изделий из композиционных материалов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 2. – С. 46-51.
5. Доц М.В., Бондарь Е.Б., Марков А.М., Маркин В.Б. Проектирование технологических операций обработки композиционных материалов на основе искусственных нейронных сетей // Ползуновский вестник. 2012. № 1-1. С. 81-84.
6. Уильямсон А. Альтернативные технологии изготовления композитных аэрокосмических конструкций, стоимость // Наука и техника, 2001. С. 90-93.
7. Ольшанский А.И. Композиционный материал, упаковка и носитель, выполненные на основе композиционного материала, и способ получения композиционного материала. 2010 С. 3-6.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОТ

*Бабушкин Е.С., студент 1-го курса магистратуры 7 группы ИИЭСМ
Зуева Д.Д., студентка 1-го курса магистратуры 21 группы ИСА
Научный руководитель – Челышков П.Д., доц., д.т.н.*

В данной статье раскрываются проблемы устойчивости организационно-технологических решений при строительстве объектов. Научный подход заключается в анализе технологий возведения зданий и сооружений и формировании комплексных свойств организационно-технологических моделей, основанных на рассмотрении технологии строительства объекта как основы развития строительных информационных моделей в рамках развития концепции OPEN BIM. Построение методики технологий возведения зданий и сооружений предлагается начинать с нахождения связей между технологическими процессами и установления характера взаимодействия связанных между собой простыми и сложными процессами. Найденные и проанализированные связи формируют сложную структуру организационно-технологической модели строительства.

Согласно сложившейся в строительной практике методике на сегодняшний день используются организационно-технологические модели, рассчитанные в соответствии с организационно-технологическими методами, принятыми при проектировании и строительстве данного объекта, которые обеспечивают между строительными процессами установленные отношения и развитые последовательности выполнения технологических процессов. В этих методиках содержится информация о таких показателях, как объемы и календарные сроки выполнения строительного-монтажных работ (СМР). Организационно-технологические модели в основном в таких случаях дают адекватное представление реального объекта проектирования и строительства во всех необходимых аспектах, необходимых для принятия оптимальных организационно-технологических решений. Поэтому организационно-технологические модели считаются одним из наиболее важных инструментов для обеспечения выполнения графика производства работ как по одному из критериев качества готовой строительной продукции (объектов капитального строительства).

В настоящее время основным способом для формирования организационно-технологических моделей продолжает оставаться подход, основанный на принципах системного конструирования. В контексте этого подхода отечественные специалисты разработали различные способы повышения надежности и эффективности организационно-технологических моделей. Они включают в себя методы сокращения организационно-технологических процессов в группы по следующим критериям: надежности, использованию метода надежной системы координации, проектному подходу, учитывающему рыночную основу конструирования, методам по-

вышения надежности с учетом рисков при проектировании и организации строительства, технологиям управления строительства и персоналом в условиях неопределенности, разработке проектов организации строительства путем создания оптимального плана управления строительным предприятием и т.д. Если обобщить все эти методы, можно сделать вывод, что основой для принятия и реализации общепринятых решений является теория вероятности, в соответствии с вероятностью внедрения определенных оптимальных и эффективных организационно-технологических решений в рамках реализации и управления организационно-технологических моделей. Такое решение предполагает возможность минимизации дестабилизирующих отклонений в процессе проектирования и строительства от действий дестабилизирующих факторов путем сглаживания пиковых значений факторов доступными запасами ресурсов (трудовых, материальных, технологических и т.д.). На основании этого можно заключить, что параметры организационно-технологических моделей должны иметь область допустимых изменений сроков и других параметров. Границы этой области определяются ранним началом и поздним завершением работы при календарном планировании, в случае рассмотрения сроков. Все это позволяет выявить допустимые пределы изменения контролируемых параметров при проектировании и строительстве объектов с целью минимизации негативных воздействий дестабилизирующих факторов и установления временных интервалов при регулировании хода реализации проекта. Из всего вышесказанного следует, что сроки реализации проекта строительства объекта безусловно связаны с реализацией ранее принятой организационно-технологической моделью в некоторой области допустимых изменений, которые в свою очередь завязаны на сроках внедрения оперативных организационно-технологических решений.

Время, затраченное на пересмотр и пересчет организационно-технологических изменений в топологии принятых организационно-технологических моделей слишком велико в случае возникновения непредвиденного влияния дестабилизирующих факторов. В конечном итоге это приводит к частым корректировкам всей организационно-технологической модели, что свидетельствует о ее повышенной чувствительности к внешним влияниям и факторам. Эта уязвимость обусловлена жесткой взаимосвязью времени, объемов СМР и имеющихся ресурсов. Даже небольшое изменение одного из этих параметров организационно-технологической модели приводят к изменению других взаимосвязанных с ним параметров. Поэтому задача на сегодняшний день состоит в том, чтобы пересмотреть механизм формирования организационно-технологических моделей.

Современный уровень развития компьютеров позволяет сократить время на разработку модели организационно-технологических решений. Основой для решения поставленной задачи являются теоретические результаты пересмотра внутреннего содержания календарного планирования, основой которого являются организационно-технологические модели, представленные в форме синтеза трех моделей: организационной, техноло-

гической и плановой, отражающих соответственно организацию строительства, технологии возведения объекта и планирование объема работ во времени. Этот выбор объясняется возможностью визуального представления календарного планирования и механизма взаимодействия технологии возведения зданий со структурной и организационной составляющей объекта.

Авторами статьи предлагается реализовывать этот процесс в рамках технологий информационного моделирования для максимально детальной проработки организационно-технологических решений, основываясь на разработанных BIM-моделях объектов.

Библиографический список

1. Олейник П.П., Кузьмина Т.К. Modeling of construction technology of objects on the basis of technological interaction of works. Web of conferences 117, Theoretical Foundation of Civil Engineering. 00129. XXVIR-S-P, Seminar 5.

2. Лапидус А.А. Влияние современных технологических и организационных мероприятий на достижение планируемых результатов строительных проектов // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2.

3. Лапидус А.А., Шестерикова Я.В. Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта. Современная наука и инновации. 2017. № 3 (19).

4. Олейник П.П. Оценка уровня организации строительного производства // Естественные и технические науки. 2015. № 6 (84).

5. Вайнштейн М.С. Жадановский Б.В., Синенко С.А., Афанасьев А.А., Павлов А.С., Ефименко А.З., Долганов А.И. Оценка эффективности организационно-технологических решений при выборе средств механизации производства строительного-монтажных работ. Научное обозрение. 2015. № 13.

6. Олейник П.П., Юргайтис А.Ю. Optimization of the annual construction program solution. Web of conferences 117, Theoretical Foundation of Civil Engineering. 00130 XXVIR-S-P, Seminar 8.

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

8. Гинзбург А.В. Вим-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. № 5 (153). С. 28-31.

9. Волков А.А., Чельшков П.Д., Седов А.В. Абстрактная характеристика надежности (долговечности) при выборе оптимальной структуры системы автоматического управления в САПР // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 218-224.

10. Чельшков П.Д. Киберфизическая интеграция строительных систем // Естественные и технические науки. 2018. № 6 (120). С. 198-200.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ЗРИТЕЛЬНЫХ ЗАЛАХ

*Мельник Н.Д., студент 4-го курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Мокрова Н.В., доц., д.т.н.*

Вступление

Зрительные залы кинотеатров и театров, актовые залы в школах, аудитории в университетах – все эти помещения представляют из себя места с большим скоплением людей. Показ фильма, театральная постановка, школьное собрание или лекция длятся не один час, поэтому в этих помещениях очень важно обеспечить комфортное пребывание людей. Для этого необходимо обеспечить в зрительном зале приемлемый микроклимат, достаточный воздухообмен и кондиционирование.

Постановка задачи

Основную нагрузку по обеспечению этих параметров берет на себя система вентиляции зрительного зала. Ее проектирование происходит с опорой на Российские стандарты [1,2] с учетом зарубежных наработок [3]. Так же используются данные акустического и теплотехнического расчётов.

Распространенная проблема залов вместимостью сто и более человек – неравномерная или недостаточная работа системы вентиляции. Яркий пример – дома культуры постройки 50-60 годов 20 века. Вентиляционные системы, спроектированные по старым нормам, не обеспечивают достаточную норму воздухообмена (к примеру, зрительский зал театра “Современник “ в Москве) [4].

Схемы распределения воздуха в зрительных залах

На этапе проектирования системы распределения воздуха в зрительном зале проектировщики обычно сталкиваются с рядом сложностей. Все они связаны со спецификой помещения.

Одна из таких сложностей – высота потолков. Классические вентиляционные решетки не могут обеспечить требуемую кратность воздухообмена, а если применять решетки с высокой пропускной способностью, то людей будет продувать [5]

Еще одна сложность заключается в постоянно изменяющимся числе зрителей. Как показывает статистика, полная загрузка зала происходит только в 10% случаев, поэтому расчетную нагрузку система вентиляции будет испытывать не так часто. Зачастую наполненность зала составляет 50% и меньше, хотя это зависит от его типа [5].

Помимо прочего зрительный зал проектируется с особыми требованиями к акустике и дизайну помещений [3,7].

Исходя из всего этого применяют два варианта распределения воздушных потоков: схемаверху-вниз и схема снизу-вверх.

Схема сверху-вниз

До середины прошлого века в России и других странах обычно применялись схемы с верхней подачей воздуха (выше рабочей зоны) [4].

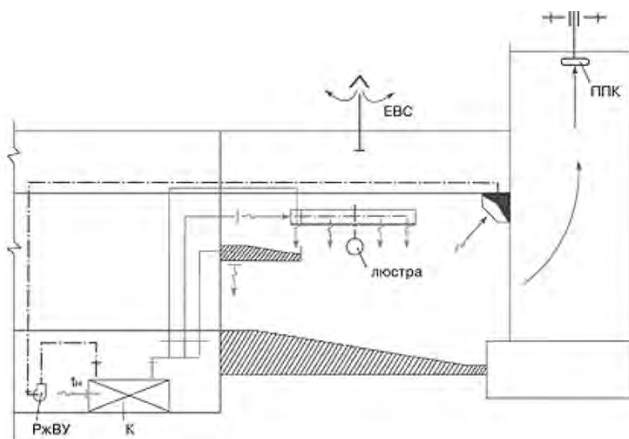


Рис. 1. Схема организации воздухообмена в залах с подачей воздуха сверху (выше рабочей зоны):

К – кондиционер или приточная установка; ЕВС – естественная вытяжная система; ППК – противопожарный клапан сцены; t_n – температура наружного воздуха

При реализации данной схемы воздухораспределительные решетки размещают на потолке или стенах зрительного зала. Воздух с большой скоростью поступает из приточного канала, падает вниз и нагревается в процессе движения по залу. Удаление воздуха происходит с помощью вытяжных каналов, расположенных на потолке, под балконами или под сценой.

У данной схемы есть ряд существенных недостатков. Во-первых, входящие воздушные массы образуют турбулентные завихрения. Это приводит к тому, что на некоторых участках скорость воздуха достигает 4 м/с, что создает неудобства для зрителей. А в других местах зала напротив, движение воздуха практически отсутствует.

Так же высокая интенсивность движения воздуха приводит к его загрязнению на уровне 2-3 метра от пола. Иначе говоря, приточный воздух на большой скорости смешивается с уже отработанным, и данная смесь поступает обратно в зону расположения зрителей. Это приводит к повышению показателя содержания углекислого газа в рабочей зоне.

У системы есть один неоспоримый плюс: расход воздуха постоянно соответствует нормам.

Схема снизу-вверх

В наше время, при строительстве новых залов и, по возможности, при реконструкции старых стараются применять схему с нижней подачей (в рабочую зону), предполагая, что преимущества этой схемы значительны [4].

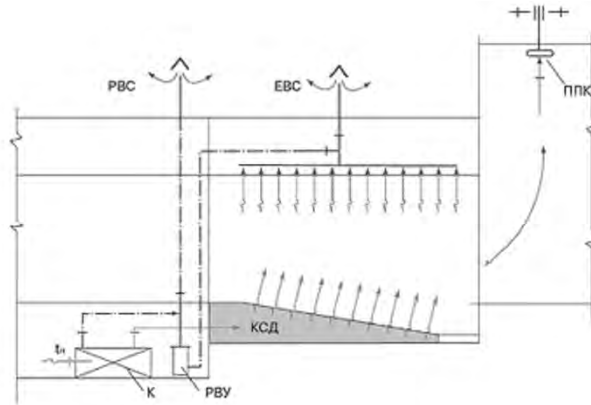


Рис. 2. Схема организации воздухообмена в залах с подачей воздуха снизу (в рабочую зону):

К – кондиционер или приточная установка; РВУ – рециркуляционно-вытяжная установка; КСД – камера статического давления; РВС – рециркуляционно-вытяжная система; ЕВС – естественная вытяжная система; ППК – противопожарный клапан сцены; t_n – температура наружного воздуха

Данную схему еще называют вытесняющей системой вентиляции. Она несколько усложняет конструкцию пола зала, так как требует под ним большого объема – камеры статического давления, а, кроме того, не допускает высоких температур и скоростей приточного выпуска. Тем не менее, данная схема распределения обладает эффективным действием.

При реализации такой системы используют большое количество воздухораспределительных решеток, расположенных под креслами. Данная схема распределения воздушных масс позволяет ограничить рабочую зону 1-2 метрами от пола и снизить скорость движения воздуха до 0,3 м/с.

В данной схеме температура приточного воздуха ниже температуры воздуха помещения на 2-3 градуса. Более существенная разница температур приведет к дискомфорту зрителя. Для поддержания такого параметра воздуха требуется использование мощных охлаждающих установок.

Охлажденный воздух, после попадания в зрительный зал, начинает подниматься вверх. Этому способствуют конвективные потоки человека. Точечная вентиляция обновляет весь объем воздуха в рабочей зоне.

Кроме приточных решеток, располагаемых под креслом, есть другие схемы вытесняющей вентиляции:

1. Воздухораспределительные клапаны располагаются в полу.
2. Решетки монтируются в торцевых панелях каждого ряда ступеней.
3. Решетки встраиваются в спинки зрительных кресел.

Данная схема распределения воздуха способствует поступлению непосредственно в зону размещения зрителей, актеров, музыкантов воздушного потока, прошедшего подготовку в приточной установке, а не разбавленного вредностями зала; равномерному душированию всех рабочих зон зала мелкими, но достаточными дозами воздуха; обеспечению практической независимости эффективного действия системы от объемно-планировочного решения и степени заполнения зала зрителями; снижению запыленности приточного воздуха и выравниванию скорости его подачи за счет применения камеры статического давления [4].

Для примера, данная схема распределения воздуха была запроектирована и внедрена при строительстве театра в Венгрии, в г. Дьер, и при восстановлении театра “25 театр” в г. Будапеште. Так же данная схема была задействована в Германии, при строительстве следующих зрелищных зданий: тетра оперы и балета г. Лейпцига; Дворца съездов г. Берлина и Дворца культуры г. Дрездена.

Практическая значимость

Система снизу-вверх способствует снижению интенсивности забора уличного воздуха. Пространство между полом и фальшполом в таких системах выступает в роли вместительной воздушной камеры.

По сравнению со схемой сверху-вниз, вытесняющая вентиляция является более эффективной. Она позволяет обеспечить меньший расход воздуха, повысить качество параметров воздушных масс внутри помещения. Но, в то же время, стоимость проектных работ, оборудования и монтажных работ в 2-3 раза выше в сравнении с системой сверху-вниз.

Библиографический список

1. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1, 2, 3).
2. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
3. DIN VDI 2081 BLATT 2-2005 Noise generation and noise reduction in air-conditioning systems – Examples.
4. Шубина Т.С. Проектирование систем организации воздухообмена залов зданий зрелищного назначения // АВОК. 2000. № 3. С. 46-55.
5. Проектирование инженерных сетей [Электронный ресурс] – режим доступа <https://m-e-g-a.ru/>, свободный.

6. Климатическая компания Интех-Климат [Электронный ресурс] – режим доступа <https://www.airventilation.ru/>, свободный.
7. СП 309.1325800.2017. Здания театрально-зрелищные. Правила проектирования.
8. Волков А.А., Марголина И.С., Бородкин А.А. Вентиляция в зрительных залах // АВОК. 2010. № 2. С. 54-59.
9. Вентиляция в зрительных залах // АВОК. 2003. № 1. С. 22-29.
10. Daly. А. Системы вентиляции с воздухораспределителями в полу // АВОК. 2002. № 6. С. 40-43.
11. Скидстад Х., Мундт Э., Нильсен П. и др. Вытесняющая вентиляция в непроизводственных помещениях. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2006.
12. Чельшков П.Д. Метод сценарной верификации энергетического баланса зданий: анализируемые параметры и алгоритм реализации // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 39-43.
13. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 42-43.
14. Дорошенко А.В. Тенденции развития ветроэнергетики в мире и России // Естественные и технические науки. 2015. № 3 (81). С. 197-199.

ПРИБОРНАЯ БАЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ЗДАНИЯ

*Ярошенко К.С., студентка 2-го курса 32 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Поленов Д.Ю., доц., к.т.н.*

Энергопотребление - величина, отражающая количество потребляемого субъектом энергоресурса определенного качества, которая используется для расчета показателей энергоэффективности. Снижение энергопотребления посредством управления является решением одной из экологических проблем нашего времени: сбережения природных источников энергии. Одним из основных барьеров на пути существенного повышения энергоэффективности зданий является отсутствие знаний о факторах, определяющих энергопотребление [1].

Энергопотребление зданий, как правило, включает в себя три составляющие: расход на освещение и вентиляцию, водоснабжение, отопление и охлаждение помещений.

1. Освещение.

Особенности системы освещения зависят от категории здания. В ней используются датчики движения и освещенности. Принцип действия датчиков движения основан на регистрации изменения инфракрасного излучения, вызванного перемещением или деятельностью человека [2]. Датчики движения могут использоваться в жилых, производственных и общественных зданиях, как в помещениях, так и на улице в темное время суток. Инфракрасные датчики движения в среднем стоят 800-1000 рублей (например, SNS-M-12 8m 2,2-4m 800W IP20 360). Датчики освещенности также могут применяться в зданиях различных категорий, осветительные приборы необходимо будет регулировать в соответствии с получаемым дневным светом и с необходимым данному помещению уровнем освещенности, который определяется исходя из его предназначения. Стоимость датчиков освещенности варьируется в диапазоне 200-700 рублей (например, SNS-L-08 2200W IP44). Отдельно можно рассмотреть освещение кабины лифтов, оно должно быть включено при открытых дверях шахты и при наличии людей в кабине, т.е. оно включается при открывании дверей шахты и отключается после выхода из кабины всех пассажиров (датчик веса) и закрывании дверей шахты [3].

1а. Вентиляция.

По способу перемещения воздуха вентиляция может быть естественной и механической. Энергозатратной является именно механическая вентиляция, она позволяет производить предварительную обработку приточного воздуха – увлажнение, нагрев или охлаждение и очистку от пыли, газов, аэрозолей и других примесей, с последующим удалением обработанного воздуха. Системами кондиционирования должен подаваться воздух, очищенный от пыли, также могут предъявляться требования по очистке воздуха от бактерий, по его ионизации, дезодорации или ароматизации.

Т.о., в системах вентиляции могут использоваться датчики температуры и влажности воздуха, содержания какого-либо вещества в нем и т.д. Датчики влажности бывают с аналоговым выходом, стоят около 500 рублей, например НН-5031-001, и ёмкостные, например НН-4010-001, их стоимость 1500-3000 рублей. Датчики качества воздуха могут стоить 5000-50000 рублей, например, Siemens QPM 2102. При превышении определенных норм, датчик посылает сигнал о необходимой вентиляции помещения, либо автоматически запускает ее, это скорее применимо в производственных помещениях.

2. Водоснабжение.

Система водоснабжения – это комплекс сооружений для обеспечения потребителей водой в требуемых количествах и требуемого качества. Современные системы водоснабжения зданий используют циркуляционные насосы высокого давления, соответственно, необходимо использовать датчики давления. Такие датчики стоят около 5000-15000 рублей, например, Siemens QBE2003-P2. В водопроводах могут использоваться датчики различных параметров воды, например, температуры или загрязнённости различными примесями. Цена датчиков качества воды примерно 4000-15000 рублей, например, Aqua TROLL 400.

3. Отопление и охлаждение.

Задача создания благоприятного микроклимата зданий ставится в зависимости от целевого назначения помещений [4]. Например, на складах определенных товаров, необходимо поддерживать холодную температуру, в детских садах и школах температуру, допустимую для нахождения в помещении детей. В системах отопления и охлаждения зданий используются датчики температуры, с помощью которых в помещении в зависимости от заданных условий будет автоматически поддерживаться необходимая температура. Датчики температуры в ценовом диапазоне примерно 1500-2000 рублей, например ALTF02.

Одним из наиболее популярных способов осуществить управление энергопотреблением здания является применение систем на базе программируемых логических контроллеров. ПЛК – это унифицированная цифровая управляющая электронная система, специально разработанная для использования в производственных условиях. ПЛК постоянно контролирует состояние устройств ввода и принимает решения на основе пользовательской программы для управления состоянием выходных устройств [5]. Рассмотрим структурную схему подключения ПЛК 100-220, представленную на рис. 1.

К 1-2 подключается блок питания, к DI 0-8 датчики, исполнительные механизмы, а DO 1-6.1 подсоединяются к самим устройствам систем освещения, водоснабжения, отопления и др.

Однако применение систем управления на базе ПЛК обладает некоторыми недостатками. Например, дороговизна оборудования, габариты, малое количество подключаемых устройств. Существует альтернативный способ управления системой энергопотребления здания - микроконтроллер.

МК - микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Рассмотрим структурную схему управления системой энергопотребления здания на основе МК STM32F103C8, представленную на рис. 2.

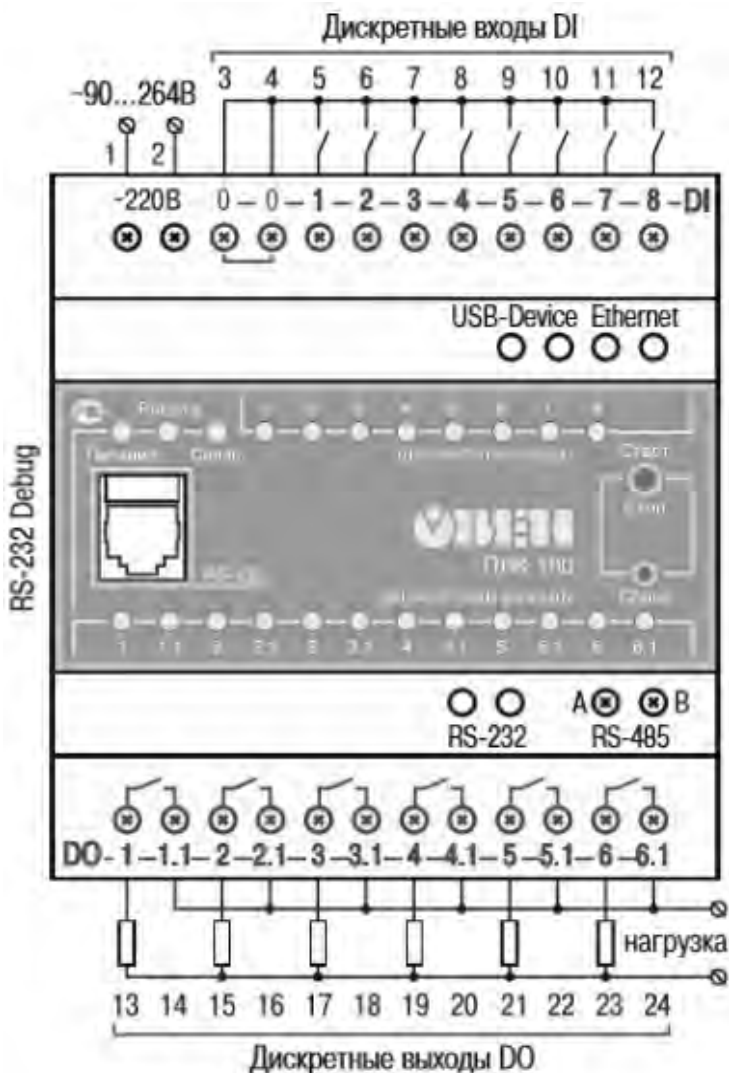


Рис. 1. Структурная схема подключения ПЛК 100-220

Блок питания получает напряжение 220 В и преобразует его в 5 В. Основным звеном этой системы является микроконтроллер, он принимает сигнал от датчиков, обрабатывает согласно разработанному алгоритму и

управляет исполнительными механизмами через блок реле. Дистанционный контроль и управление осуществляется с помощью GSM модуля, который соединен с МК интерфейсом UART.

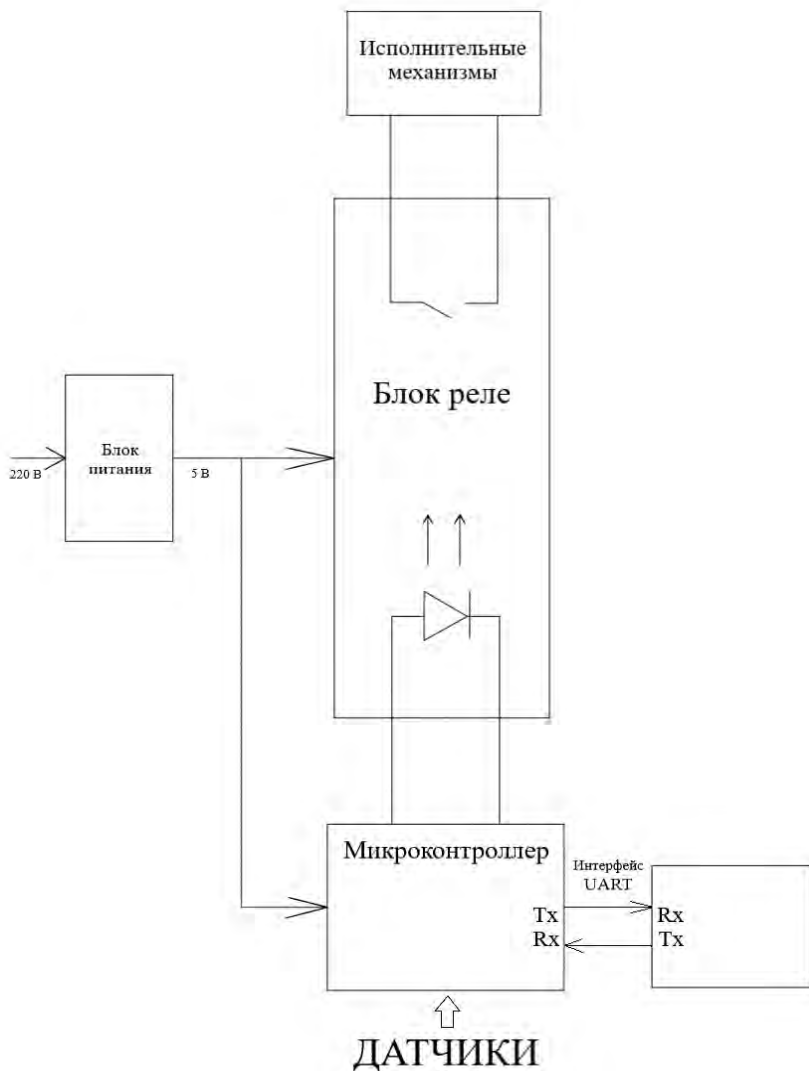


Рис. 2. Структурная схема управления системой энергопотребления здания на основе МК STM32F103C8

В табл. 1 приведено сравнение технических характеристик МК STM32F103C8 и ПЛК 100-220.

Сравнение технических характеристик МК STM32F103C8 и ПЛК 100-220

Технические характеристики	МК STM32F103C8	ПЛК 100-220
Габариты	9×9×1,6 мм	105×65×90 мм
Стоимость	От 82 Р	От 13080 Р
Количество входов и выходов	36	8+6
Универсальность входов и выходов	+	-
Повышение количества входов и выходов посредством подключения дополнительных модулей	-	+
Необходимость модулей преобразования уровней входных и выходных сигналов при подключении к датчикам и исполнительным устройствам	+	-

Несмотря на преимущества МК, его невозможно использовать отдельно. Габариты и стоимость увеличатся, т.к. необходимо приобретать, как минимум, печатную плату и модули преобразования уровня сигналов. Применение того или иного устройства зависит только от предназначения и свойств, которые требуется иметь системе управления, например, ее надежность, безопасность, универсальность и т.п.

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

1. Проведен анализ систем энергопотребления здания, которые можно автоматизировать с помощью различных датчиков.
2. Изучены два вида устройств, на базе которых применяются системы управления: ПЛК и МК.
3. Выполнено сравнение технических характеристик двух конкретных устройств: МК STM32F103C8 и ПЛК 100-220. Выявлены их преимущества и недостатки относительно рассматриваемых свойств.
4. Разработана структурная схема системы управления энергопотреблением здания на базе микроконтроллера STM32F103C8.

Библиографический список

1. Hiroshi Yoshino, Энергопотребление зданий: методы анализа // Журнал «АВОК» №8, 2014. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5983.
2. Д.В. Сукачев, Инфракрасные датчики движения и присутствия - реальный способ экономии электроэнергии // журнал «Энергосовет» №1(6) 2010. URL: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=43.
3. ГОСТ 33984.1-2016. Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования людей или людей и грузов (с Поправками). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200144600>.

4. «Пособие по проектированию автоматизированных систем управления микроклиматом производственных зданий», Пособие к СНиП 2.04.05-86, опубликовано Стройиздат, 1989 г. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/246137/.
5. МЭК 61131, цит. по сайту Компэл [Электронный ресурс]. URL: <https://www.compel.ru/lib/95591>.
6. Лapidус А.А. Влияние современных технологических и организационных мероприятий на достижение планируемых результатов строительных проектов // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2.
7. Чельшков П.Д., Лысенко Д.А. Математическое моделирование сценариев эксплуатации инженерных систем зданий и комплексов // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 48-52.
8. Юсупова А.М., Дорошенко А.В. О некоторых особенностях имитационного моделирования трубопроводов // Естественные и технические науки. 2018. № 6 (120). С. 221-223.
9. Волков А.А., Чельшков П.Д., Седов А.В. Абстрактная характеристика надежности (долговечности) при выборе оптимальной структуры системы автоматического управления в САПР // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 218-224.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

*Оголихин А.Д., студент 3-го курса 11 группы ИГЭС
Научный руководитель – Поленов Д.Ю., доц., к.т.н.*

При создании новой системы освещения часто требуется спроектировать и проверить схемотехнические решения в частях осветительных приборов, входящих в ее состав. В статье будет рассматриваться процесс разработки, изготовления и макетирования прожектора (осветительного прибора) для создания системы освещения.

Данные прожекторы состоят из:

- 1) модуля – реле типа JQC-3FF-S-Z;
- 2) микроконтроллера STM32 [1, 2];
- 3) печатной платы с электронными компонентами;
- 4) Bluetooth - модуля.

Для отработки схемотехнических решений прожекторов, разрабатываемых для данной системы освещения, потребовалось разработать и изготовить печатную плату.

Для выполнения поставленной цели необходимо выполнить следующие виды работ:

- 1) Разработать схему устройства.
- 2) Спроектировать печатную плату.
- 3) Приобрести необходимые для изготовления печатной платы элементы.
- 4) Изготовить печатную плату устройства.
- 5) Произвести монтаж печатной платы, сборку и настройку устройства.

6) Перейдем к описанию этапов работ. На первом этапе разрабатывается структурная схема прожектора, которая изображена на рис. 1.

АС/DC модуль формирует питание для всего устройства прожектора. Он преобразует поступающее на него напряжение 220В в 12В. Преобразователи уровня обеспечивают питанием 3.3В и 5В модули, не входящие в состав платы. Например, микроконтроллер (МК), выполняющий функцию включения и выключения реле в определенных режимах. Он подключается к плате с помощью plс-контактов. Для питания ему необходимо напряжение 5В. Такое значение ему подает микросхема LM-1117-5, которая преобразует полученные от источника питания 12В в нужные 5В. Bluetooth – модуль выполняет функцию передачи сигнала от модуля управления всей системы на микроконтроллер осветительного устройства. С помощью plс – контактов подключается к плате, для питания необходимо 3.3В, которые дает ему микросхема преобразователя LM-1117-3.3. Сигнал с МК поступает на модуль реле, который включает и выключает группы светодиодов в определенной последовательности, которая установлена режимами работы системы.

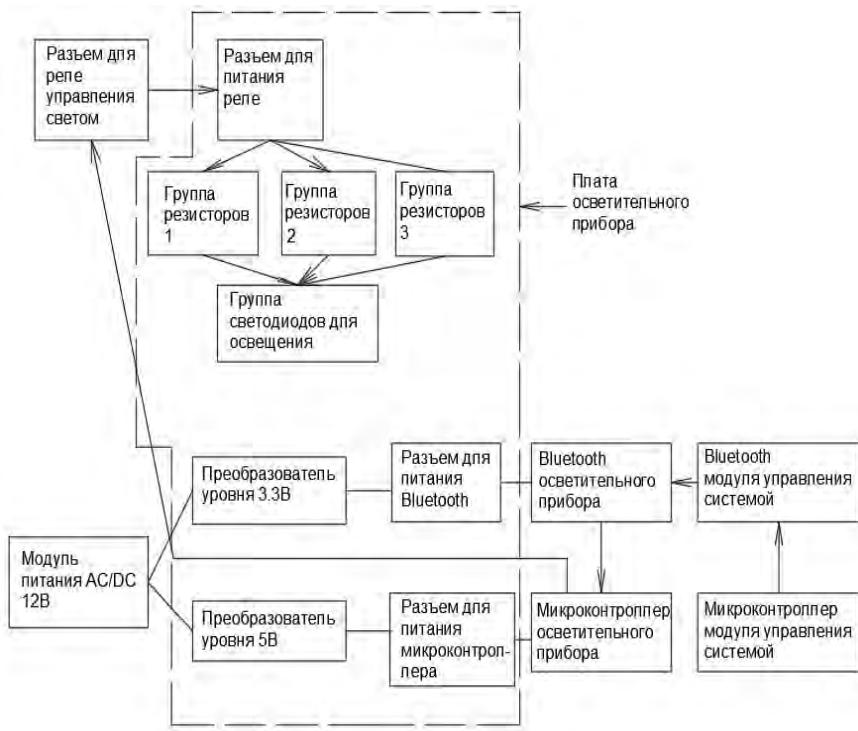


Рис. 1. Структурная схема прожектора

Далее, разрабатывается схема электрическая принципиальная прожектора. В процессе разработки схемы были выбраны:

- светодиоды холодные желтые SMD 2835 размером 2,8x3,5 мм. для освещения;
- светодиоды SMD 0805 размеров 1,25x2,0 мм. для диагностики сформированного питания;
- чип SMD резисторы 2512 и 0805;
- преобразователи уровня LM-1117-5 и LM-1117-3.3;
- танталовые чип конденсаторы с корпусом типа В;
- pIs-контакты, с помощью которых к плате будут подсоединяться 4-х канальный модуль реле;
- микроконтроллер STM32;
- модуль питания AC/DC;
- несколько джамперов.

После разработки схемных решений начинается этап проектирования печатной платы. В состав печатной платы входят:

- 1) группа светодиодов;
- 2) группы резисторов 1,2,3;

- 3) преобразователи уровня напряжений 3.3В и 5В;
- 4) разъем для питания реле;
- 5) разъем для входного напряжения;
- 6) разъем для питания МК;
- 7) разъем для питания Bluetooth – модуля.

Для этих целей была выбрана САПР Altium Designer, которая является одной из наиболее популярных и многофункциональных программ для проектирования печатных плат [3, 4].

В программе создается новый проект, ему дается название и указывается расположение файла. Далее создается дополнительный файл вида Scheme проектирования в нем схемы устройства. Создаются библиотеки компонентов, в которых содержатся все виды элементов схемы с их порядковым номером и обозначением. Библиотеки компонентов нужны для того, чтобы не создавать заново одни и те же элементы на схеме, а вставлять их из библиотеки в любое подходящее место. В библиотеках создаются изображения элементов платы, их посадочные места с контактами, задается форма и размер. Каждое посадочное место закрепляется за своим элементом. Все компоненты сохраняются и соединяются на схеме. Затем схема переносится в файл типа PCB, где создается печатная плата. Посадочные места всех элементов расставляются на пространство платы, производится ее разводка. Готовый проект сохраняется.

После приобретения всех необходимых составляющих платы производится ее изготовление. Его можно осуществить двумя способами: с помощью хлорного железа и с помощью раствора на основе перекиси водорода. Второй метод был выбран в связи с доступностью компонентов и экономичностью исполнения. Суть выбранного метода заключается в следующем:

- 1) производится распечатка созданной в САПР Altium Designer зеркально отраженной платы на глянцевой бумаге;
- 2) фрагмент бумаги с рисунком при большой температуре переносится на лист текстолита;

3) убедившись, что рисунок перенесся на текстолит без нарушения структуры, проводится травление платы. Подготавливается раствор из перекиси водорода, соли и лимонной кислоты. В раствор помещается текстолит с рисунком, вода из-за выделения меди начинает приобретать голубоватый оттенок, что означает начало реакции. Защитный слой краски не позволяет нужным участкам меди растворяться и выделяться в раствор, в тех местах, на которых не имеется контактов и соединительных дорожек, слой меди исчез. После проведения травления защитный слой краски удаляется растворителем. Результатом является текстолит с медным рисунком на его поверхности, в точности повторяющем спроектированную ранее в программе плату.

Последним этапом является монтаж всех элементов платы на полученный токопроводящий рисунок с контактами и соединениями.

После закрепления всех элементов и сверления необходимых отверстий для разъемов подключения проводится испытания платы на правильность проектирования схемы, монтажа компонентов и работоспособность.

Таким образом, в процессе выполнения работы получены следующие результаты:

1. Разработаны электрические схемы прожектора.
2. Спроектирована печатная плата прожектора.
3. Изготовлена печатная плата прожектора с помощью метода, основанного на применении раствора для травления, включающем перекись водорода, соль и лимонную кислоту.
4. Произведен монтаж компонентов печатной платы.
5. Подтверждена работоспособность прожектора.

Библиографический список:

1. Geoffrey Brown. Discovering the STM32 Microcontroller. Unported (CC BY-NC-SA 3.0) license. ©2012. Revision: 14c8a1e (2016-06-05).
2. Андронников И. STM32F4 это же просто и на русском языке (1 - 4 части).
3. Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств, - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009, - 432с.: ил. – (Серия «Системы проектирования»).
4. Суходольский И.Ю. Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ – Петербург, 2014. – 560с.: ил. – (Учебное пособие).
5. Поленов Д.Ю. Система интеллектуального управления водоснабжением объектов растениеводства // Информационно-технологический вестник. 2019. № 4 (22). С. 91-97.
6. Дорошенко А.В. Тенденции развития ветроэнергетики в мире и России // Естественные и технические науки. 2015. № 3 (81). С. 197-199.
7. Чельшков П.Д. Метод сценарной верификации энергетического баланса зданий: анализируемые параметры и алгоритм реализации // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 39-43.
8. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания// БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 42-43.
9. Гинзбург А.В. Вим-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. № 5 (153). С. 28-31.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ

*Оголихин А.Д., студент 3-го курса 11 группы ИГЭС
Научный руководитель – Поленов Д.Ю., доц., к.т.н.*

Для освещения дачного участка площадью 162 м² потребовалось спроектировать и изготовить систему освещения. Существовали некоторые ограничения и условия для установки системы:

1) питание осветительных приборов можно осуществить только с помощью проводов, невозможно применение солнечных панелей;

2) участок освещения имеет прямоугольную форму: наибольшие стороны имеют длину 18 м.;

3) высота установки прожекторов (осветительных приборов) – 4,5 м.

Исходя из условий установки осветительных приборов, к ним предъявляются следующие требования:

1) световой поток одного прожектора должен быть равен расчетной величине (2600 Лм), количество прожекторов – 4 шт. для охвата светом всей территории площадки;

2) система должна самостоятельно регулировать режимы освещения в зависимости от естественной освещенности площадки;

3) требуется наличие ИК-пульта для удаленного управления системой, её включения на момент эксплуатации и выключения, изменения режимов освещения вручную;

4) должно быть предусмотрено наличие крепёжного устройства на осветительных приборах для их установки на вертикальную поверхность.

Для создания освещения с учётом обозначенных условий и требований необходимо было решить следующие задачи:

1) спроектировать структурную схему системы освещения;

2) спроектировать структурные схемы осветительного устройства и модуля управления всей системой;

3) подобрать необходимые датчики освещенности и движения (дальность обнаружения не менее 10 м), ИК-пульт с модулем реле (дальность действия не менее 10 м), Bluetooth-модуль для передачи сигнала (дальность действия не менее 30 м);

4) рассчитать технические характеристики (мощность, световой поток, потребляемая энергия) осветительных приборов;

5) изготовить печатную плату для осветительных приборов;

6) разработать программу для микроконтроллера для автономного изменения режимов освещения;

7) приобрести необходимые компоненты, осуществить их соединение и монтаж в корпус устройства.

Проанализировав существующие системы освещения, стало понятно, что обычные устройства, которые предлагаются в специализированных магазинах не подходят. Некоторые из них не удовлетворяют поставленным условиям и предъявляемым требованиям по осветительной способности,

способу установки, источнику питания, способу управления устройствами. Многие из предлагаемых прожекторов и систем, состоящих из них, не подходят по причине отсутствия регулировки освещения, в них отсутствуют требуемые режимы и способы их переключения, отсутствует ИК-управление. В связи с этим было принято решение спроектировать и изготовить систему самостоятельно.

Приступим к выполнению поставленных задач. На рис. 1 изображены устройства, входящие в систему освещения.

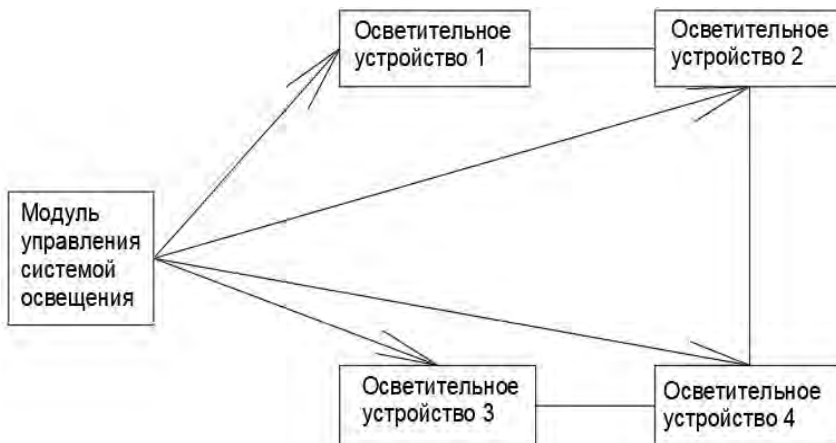


Рис. 1. Структурная схема системы освещения

Модуль управления системой освещения связывается с прожекторами по сигналу Bluetooth, он предназначен для передачи команд по смене режима работы или о прекращении осветительных устройств 1, 2, 3 и 4. Включение модуля управления осуществляется с помощью ИК-пульта, его питание и питание осветительных приборов осуществляется по проводу. Рассмотрим принцип работы данной системы и составные части всех устройств.

На рис. 2 изображена структурная схема прожектора и модуля управления.

Каждый прожектор состоит из:

- 1) печатной платы с электронными компонентами;
- 2) преобразователя уровня AC/DC;
- 3) модуля реле типа JQC-3FF-S-Z;
- 4) микроконтроллера STM32 [1];
- 5) Bluetooth – модуля [2];
- 6) платы со светодиодами.

Модуль управления состоит из:

- 1) ИК-пульта;
- 2) ИК-реле;

- 3) датчика движения;
- 4) датчика освещения;
- 5) модуля питания AC/DC;
- 6) микроконтроллера STM32;
- 7) Bluetooth-модуля.

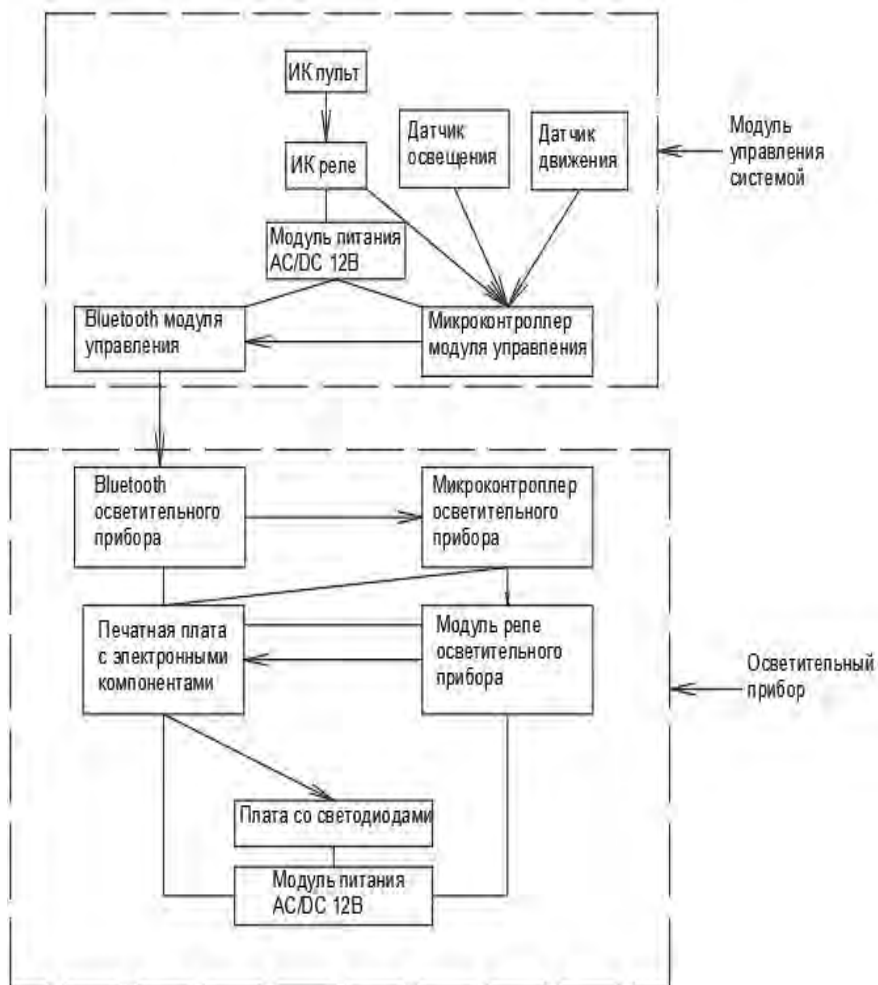


Рис. 2. Структурная схема модуля управления и осветительного прибора

Рассмотрим принцип работы данной системы. С помощью ИК-пульта на ИК-реле подается команда о включении модуля управления. Рабочее напряжение ИК-реле равно 12В, которое ему подается от блока AC/DC после преобразования из 220В. После включения модуля его датчики движе-

ния и освещения начинают принимать и анализировать информацию из окружающей среды, которую они передают на микроконтроллер. Как только фоторезистор на датчике освещения начинает вырабатывать определенное сопротивление из-за недостатка естественной освещенности, от микроконтроллера модуля управления идет сигнал о включении первого режима работы осветительных устройств. Сигнал поступает через Bluetooth-модули, далее идет на микроконтроллеры прожекторов, затем на модуль реле, который включает светодиоды на плате в определенной последовательности. Передача сигнала и включение устройств происходит при условии, что датчик движения «видит» совершаемые действия в своем радиусе. Как только датчик освещения начинает вырабатывать новое определенное сопротивление, на прожекторы поступает сигнал о включении второго режима работы и т.д. Питание всех модулей и плат осветительного прибора обеспечивает блок AC/DC, преобразующий 220В в 12В. Плата с электронными компонентами обеспечивает питанием микроконтроллер (рабочее напряжение 5В), Bluetooth-модуль (рабочее напряжение 3.3В) и модуль реле (рабочее напряжение 5В).

Для определения количества осветительных приборов, максимально эффективного освещения площадки и для подбора модулей системы освещения требуется провести расчет прожекторов на мощность, световой поток и потребляемую энергию.

Для устройства осветительных приборов были выбраны светодиоды холодные желтые SMD 2835 размером 2,8x3,5 мм. Мощность одного светодиода P равна 0,5 Вт, световой поток Υ равен 64 Лм, напряжение питания U равно 3В, потребляемый ток в нормальном режиме работы I равен 150мА. Количество светодиодов в одном прожекторе для требуемого пото-

$\frac{2600}{64} = 41$
 ка: . Берется четное количество (42) для равномерности соединения на плате. Общая потребляемая светодиодами мощность:
 $P_{общ} = 0,5 \cdot 42 = 21Вт$. Общий потребляемый светодиодами ток питания:
 $I_{общ} = 0,15 \cdot 42 = 6,3А$. Сопротивление одного светодиода:

$R = \frac{3}{0,15} = 20Ом$
 . Общее сопротивление линии светодиодов на плате

(7шт.): $R_7 = \frac{20}{7} = 2,857Ом$.

Принятые в процессе проектирования и изготовления схемотехнические решения имеют технико-экономическое обоснование. В табл. 1 приведены ориентировочные цены компонентов, входящих в состав осветительных приборов и модуля управления.

На основе приведенных цен и расчета приблизительной стоимости проектируемой системы можно сделать вывод, что стоимость ее осветительных устройств (3650 руб.) и модуля управления (3550 руб.) меньше

тех, которые предлагаются на рынке в аналогичном диапазоне технических характеристик, система доступна в изготовлении.

Таблица 1

Цены компонентов системы освещения

Название компонента	Ориентировочная цена за штуку, руб.	Количество, шт.
Преобразователь уровня AC/DC	236	5
Модуль реле типа JQC-3FF-S-Z	145	4
Bluetooth – модуль	100,75	5
Плата со светодиодами	300	4
Микроконтроллер STM32	165	5
Печатная плата с электронными компонентами	200	5
Датчик движения	399	1
Датчик освещения	40	1
ИК пульт с реле	710	1
Корпус прожектора	2000	4
Корпус модуля управления	1200	1
Крепления для вертикального монтажа	496	5

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

- 1) спроектированы структурные схемы системы освещения и осветительных устройств в соответствии с исходными данными и ограничениями;
- 2) подобраны необходимые электронные компоненты системы освещения, среди которых: датчики освещенности и движения, ИК-пульт с модулем реле, Bluetooth-модуль для передачи сигнала, плата с микроконтроллерами STM32 и др.;
- 3) рассчитаны технические характеристики осветительных приборов;
- 4) изготовлена и смонтирована печатная плата осветительного прибора;
- 5) в настоящее время ведутся работы по сопряжению осветительной части прожектора с платой микроконтроллера STM32.

Библиографический список

1. Geoffrey Brown. Discovering the STM32 Microcontroller. Unported (CC BY-NC-SA 3.0) license. ©2012. Revision: 14c8a1e (2016-06-05).
2. Ахрипкин В.Я., Ахрипкин Я.В. Bluetooth. Технические требования. Практическая реализация приложения.
3. Чельшков П.Д. Метод сценарной верификации энергетического баланса зданий: анализируемые параметры и алгоритм реализации // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 39-43.

4. Седов А.В., Чельшков П.Д., Дорошенко А.В. Компьютерное моделирование как средство оценки проекта социальных учреждений (часть 1) // Естественные и технические науки. 2015. № 6 (84). С. 424-426.
5. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 42-43.
6. Поленов Д.Ю. Система интеллектуального управления водоснабжением объектов растениеводства // Информационно-технологический вестник. 2019. № 4 (22). С. 91-97.
7. Дорошенко А.В. Тенденции развития ветроэнергетики в мире и России // Естественные и технические науки. 2015. № 3 (81). С. 197-199.

КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ НАСОСАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ SCADA

*Михасенко Н.А., студент 4-го курса 30 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Шилкина С.В., доц.*

Актуальность

Управление технологическим процессом предполагает управление оборудованием, осуществляющим этот процесс. Существует ряд способов управления технологическим оборудованием: вручную, при помощи программного логического контроллера (ПЛК), с пульта управления при помощи переключателей и кнопок. Такие способы подходят для процессов, не требующих большой точности измерений и тонкой настройки оборудования.

Однако в процессах, при которых необходимо соблюдать определенную строгость измерения, а так - же своевременно и часто настраивать технологическое оборудование, необходимо применение методов управления, удовлетворяющих приведенным требованиям.

Для решения данной проблемы принято решение использовать SCADA-систему. SCADA является программным пакетом, предназначенным для сбора данных, архивирования, мониторинга и настройки действующего оборудования в реальном времени. Применяются эти системы как правило вместе с ПЛК, осуществляющим непосредственно управление, то есть подачу токовых сигналов на проходные реле, контакты которых замыкают цепи управления единиц оборудования.

В сущности, SCADA является удобным человеко-машинным интерфейсом, способным отображать то, что «видит» ПЛК. В то же время интерфейс SCADA в разы удобнее того, что оператор видит на пульте управления – лампы, кнопки, переключатели.

Объект исследования

Для демонстрации того, что представляет из себя управление технологическим оборудованием при помощи SCADA будет описан стенд, разработанный для организации ООО «Ямал СПГ».

Стенд предназначен для обучения сотрудников станции управлению технологическим процессом, а также проверки профессиональных навыков.

На момент поставки стенд являлся комплектным устройством, в состав которого входили два насоса и два резервуара, таким образом управление происходящим процессом имитировало управление процессом очистки сточных вод на ливневой очистной станции.

Постановка задачи

Задача состояла в создании проекта стенда, работа которого имитировала работу очистной станции в упрощенном виде. Для этого необходимо было создать проектную, рабочую и эксплуатационную документацию.

Предоставить требовалось:

1. Схему электрическую однолинейную щита управления;
2. Схему электрическую принципиальную щита управления;
3. Чертеж фасада щита управления;
4. Функциональную схему автоматизации;
5. Руководство пользователя.

Исходными данными к задаче были требования конечного пользователя к предоставляемому оборудованию, мощность технологического оборудования, объем емкостей, мощность нагревателя в трубе.

Необходимо осуществлять контроль за уровнем воды в емкостях, расходом воды, а так - же температурой воды в емкостях. Насосы должны отключаться при низком уровне воды в резервуаре, а так - же необходимо иметь возможность регулировать частоту оборотов двигателей насосов в реальном времени.

Оператор должен иметь возможность воздействовать на технологический процесс при помощи панели оператора.

Решение поставленной задачи

В первую очередь необходимо установить в технологический процесс датчики, от которых информация о состоянии процесса отправлялась в ПЛК. Необходимо было организовать сбор данных.

Датчики были установлены мной на тех участках процесса, за которыми необходимо осуществлять контроль. Было установлено три уровнемера, один расходомер и один датчик температуры.

После установки приборов контроля параметров технологического процесса необходимо было организовать сбор информации с них. Для этого мной был спроектирован щит управления, в состав которого входили автоматические выключатели, автоматические выключатели защиты двигателя, контакторы, проходные реле, частотные преобразователи и программный логический контроллер в составе аналоговых и дискретных модулей.

На фасад щита управления установлена сенсорная операторская модель, предназначенная для вывода интерфейса SCADA на экран, и взаимодействия с ним через панель.

Последним этапом должна быть проверка работы комплектного устройства. После чего произведена установка стенда по месту назначения и проведение работ по пусконаладке.

Результат проведенной работы

Результатом проведенной работы стал готовый проект автоматизации стенда. В проекте осуществлены разработка и внедрение программного обеспечения, разработка проектной документации, рабочей документации.

Библиографический список

1. Сайт Мосводоканала [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Мосводоканал, - Режим доступа www.mosvodokanal.ru
2. Хомченко В.Г., Федотов А.В. «Автоматизация технологических процессов», Омск, 2005 г.
3. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. «Автоматизация технологических процессов», Томск, 2007 г.
4. Клюев А.С., Глазов Б.В. «Проектирование систем автоматизации технологических процессов», Москва ЭнергоАтомИздат, 1990 г.
5. ГОСТ 24.210-82. Схема функциональной структуры. Состав и содержание автоматизированных функций. - М.: Изд-во стандартов, 1981.
6. ГОСТ 21.404-85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. - М.: Изд-во стандартов, 1985.
7. Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств, - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009, - 432с.: ил. – (Серия «Системы проектирования»).
8. Суходольский И. Ю. Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ – Петербург, 2014. – 560с.: ил. – (Учебное пособие).
9. Чельшков П.Д. Киберфизическая интеграция строительных систем // Естественные и технические науки. 2018. № 6 (120). С. 198-200.
10. Чельшков П.Д. Аспекты автоматизированного проектирования киберфизических строительных систем // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 9. С. 21-27.
11. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 42-43.
12. Волков А.А., Марголина И.С., Бородин А.А. Вентиляция в зрительных залах // АВОК. 2010. №2. С. 54-59.
13. Шилкина С.В. Экономика развития электроэнергетики на возобновляемых источниках энергии в России с учетом мировых тенденций // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3 (68). С. 137-146.

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МУЗЕЙНО-ВЫСТАВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА

*Котов А.Ю., студент 4-го курса 31 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Мокрова Н.В., доц., д.т.н.*

Система контроля и управления доступом (СКУД) – это комплекс организационно-методических мероприятий и программно-технических средств, предназначенный для ограничения доступа на объект (или его отдельные участки) посторонних лиц, а также контроль за передвижением сотрудников, продолжительностью их нахождения на объекте и т.д. Установка на объектах СКУД позволяет в несколько раз повысить уровень безопасности, как самого объекта, так и людей находящихся на нем.

Из всех национальных достояний антиквариат и художественные сокровища являются наиболее ценными. Они бесценное наследие, передающееся от одного поколения другому. Как мы ценим эти сокровища прошлого и определяется наша культурная чувствительность и зрелость. [1] В связи с этим, правильная организация системы контроля доступом обеспечивает не только их доступность более широкому кругу лиц, но и надёжную сохранность бесценных экспонатов.

Охрана и безопасность музеев – это широкая тема, которой не уделяется должного внимания. Техническая безопасность большинства музеев находится на уровне десятилетней давности, используются устаревшие контрольные приборы и датчики. [2]

Разнообразные типы музеев можно разделить на две основные категории: музеи которые касаются в основном предметов искусства / древностей и музеев, которые занимаются не древностями / объекты науки. [3] Любая система контроля доступом должна разрабатываться исходя из реальных потребностей для них. Музеи подвергаются риску из-за их самой природы - предлагая широкой публике возможность оценить бесценные произведения искусства. Не может быть более естественной цели для кражи. Все, что выставлено или хранится как резервная коллекция - картины, рисунки, скульптуры, керамика, изобретения, научные разработки, экспонаты естественной истории и т.д. решающий вопрос для администраторов музея.

Музеи имеют многоуровневые системы управления безопасностью. Начиная от охранника у въездных и выездных ворот, в кампусе, и охранниками, чтобы наблюдать и охранять экспонаты галереи и обеспечивать посетителям движение, и заканчивая напряженным наблюдением за закоулками и углами музейных этажей, а также безопасные и защищенные витрины для защиты артефактов. К тому же, усилить меры безопасности и минимизировать риск человеческой ошибки позволяет электронная система защиты экспонатов, пожарная система, система видеонаблюдения и система оповещения.

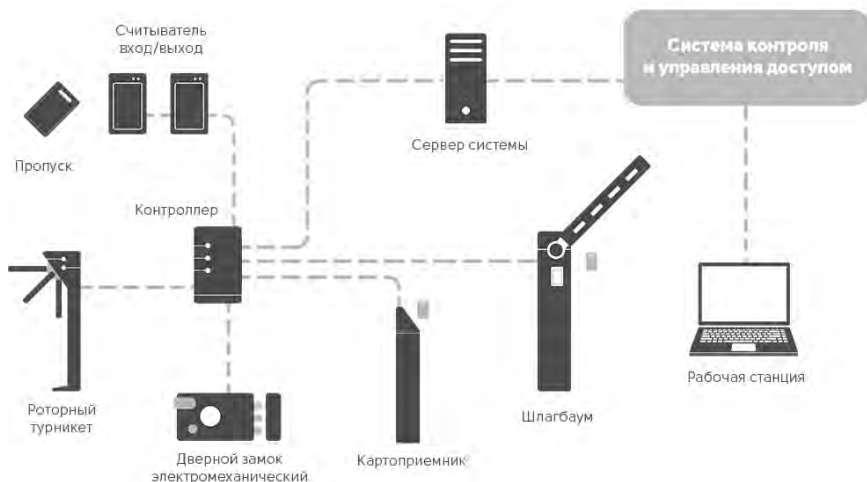


Рис. 1. Основные элементы СКУД

- Идентификатор (карточка, брелок, RFID-метка) — базовый элемент СКУД, содержащий код для определения прав («идентификации») владельца. Идентификатором может выступать также код, вводимый на клавиатуре, биометрические данные человека — отпечаток пальца, рисунок сетчатки или радужной оболочки глаза, трехмерное изображение лица.

- Считыватель — электронное устройство для чтения информации с идентификатора. В зависимости от используемого типа идентификаторов и места установки считыватель может быть выполнен в разнообразных вариантах — электрические контакты, электронная плата с антенной в корпусе, камера для считывания радужной оболочки глаза и т.п.

- Контроллер — может быть автономным или сетевым

- Препраждающие устройства — могут быть установлены на дверях (электромагнитные и электромеханические замки, электрозащёлки) и в проходах/проездах (турникеты, шлагбаумы, ворота, шлюзовые кабины, дорожные барьеры).

- Дополнительное оборудование — кнопка выхода, аварийная кнопка, источник бесперебойного питания, различные датчики.

СКУД музея подразумевает две подсистемы – для посетителей и для сотрудников, причем их задачи существенно различаются. Однако обе подсистемы предполагают похожую аппаратную основу – контроллеры доступа, турникеты, линии связи, поэтому целесообразно построение единой СКУД, интегрированной с другими техническими средствами охраны. Отличия в функционале (посетители/сотрудники) целесообразно решать на уровне программного обеспечения. [2]

Доступ посетителей

Автоматизация доступа посетителей направлена на увеличение числа посещений (увеличение выручки), это осуществляется в первую очередь за счет сокращения времени, затрачиваемого на покупку билета и проход в помещение музея. В дополнение к этому, СКУД снижает вероятность злоупотребления с билетами со стороны недобросовестных сотрудников, позволяет оптимизировать расписание. Наличие электронной системы продажи и контроля билетов создает музею образ современного и безопасного объекта.

Прежде, чем попасть в музей, посетитель в первую очередь покупает билет. Соответственно, СКУД должна иметь в своем составе автоматическое рабочее место кассиров и соответствующее программное обеспечение для них. Возможна продажа «электронных» билетов через Интернет, при этом СКУД должна интегрироваться со всеми соответствующими сетевыми сервисами.

В современных системах контроля доступа для массового прохода людей хорошо себя зарекомендовала технология идентификации по штрихкодам, которая без проблем интегрируется в музейную сферу. При продаже билета штрихкод генерируется системой, вносится в базу данных СКУД и распечатывается на бланке билета. Такой билет дает право на один проход на территорию музея, после выполнения прохода штрихкод автоматически удаляется из базы данных, что предусмотрено программным обеспечением. Все отдельно оплачиваемые экспозиции и выставки должны быть оснащены средствами СКУД.

Современные системы СКУД работают не автономно, а в среде той или иной интегрирующей оболочки. Это позволяет организовать совместную работу СКУД и других подсистем безопасности, в частности, видеонаблюдения. При попытке нарушения правил прохода персонал охраны автоматически получит изображение с места события. Видеозапись инцидента, с привязкой ко времени его возникновения, сохранится в архиве системы наблюдения.

Точки доступа для посетителей устанавливаются на входе в здание (территорию) музея. Кроме пропуска посетителей, входные точки доступа должны обеспечивать и проход персонала.

Для посетителей алгоритм работы СКУД выглядит так. Посетитель покупает билет, который распечатывается на бланке с помощью специального «билетного» принтера. С точки зрения СКУД, кассир создает в базе данных нового пользователя и закрепляет за ним определенные права доступа (вся территория музея или его часть). Система при этом генерирует числовой идентификатор (код), уникальный по отношению к уже имеющимся в базе данных, который автоматически вносится в память управляющих устройств СКУД (контроллеров).

Кроме штрихкода, на билете печатаются такие данные, как дата выдачи, категория билета (взрослый/детский), разрешенные для осмотра зоны

музея. Эта информация необходима как самому посетителю, так для «ручного» контроля в случае спорных ситуаций или сбоев системы.

Получив билет, посетитель проходит в зону контроля и подносит билет к оптическому считывателю, находящемуся на тумбе турникета. Если предъявленный идентификатор записан в памяти контроллера турникета и ему разрешен доступ в данную зону, выдается управляющий сигнал и турникет открывается. Факт прохода фиксируется и отсылается в БД.

После осмотра экспозиции посетитель так-же предъявляет билет, поднося его к считывателю, расположенному на турникете со стороны выхода. При этом, если билет предусматривает однократное посещение музея, код билета удаляется из памяти всех контроллеров и повторный вход с этим билетом становится невозможным.

Так как вся информация о выданных билетах и выполненных проходах хранится в базе данных системы, администрация получает возможность формировать различные статистические отчеты о посещаемости музея по различным критериям: категориям билетов, количеству посетителей в разные дни недели, наиболее популярным экспозициям и т.п., а также об общем количестве проданных билетов и объеме выручки за любой период времени.

Доступ сотрудников

Доступ сотрудников музея организуется несколько иначе. В качестве идентификаторов зачастую применяются именные карты доступа, выдаваемые персоналу на постоянной или временной основе. Для учета и выдачи карт доступа в составе СКУД предусматривается АРМ бюро пропусков. Обязанности по выдаче карт возлагаются на персонал отдела кадров, службы безопасности или других лиц, на усмотрение руководства музея.

Проход сотрудников внутрь может быть организован как через турникеты для посетителей, так и через отдельный турникет, оснащенный считывателями карт. Однако учитывая, что количество персонала относительно не велико, можно использовать комбинированные варианты. Например, временные карты для командированных, студентов и т.д. с напечатанным на них штрихкодом, с правом прохода только через основную проходную зону. Постоянные сотрудники попадают на территорию через отдельную точку доступа. Механизмы по гибкому разграничению прав доступа как для категорий пропусков, так и для сотрудников разных отделов, должны быть предусмотрены в программном обеспечении СКУД и соответственно поддержаны в контроллерах.

Все проходы персонала (как постоянного, так и временного) фиксируются в протоколе событий СКУД в БД и доступны руководителям музея в виде отчетов, составляемых по различным критериям, в том числе отчеты по использованию рабочего времени и перемещению сотрудников.

В служебных помещениях музея, в зависимости от их назначения, могут применяться различные алгоритмы доступа. Вход в служебные помещения разрешен только сотрудникам, к тому-же права доступа для разных

групп персонала могут существенно отличаться. Как правило, отдельные уровни доступа (с разными разрешенными зонами) устанавливаются по принадлежности сотрудника к подразделению, категории пропуска и других факторов.

В хранилищах музеев организуется доступ с дополнительным подтверждением картой уполномоченного сотрудника этого хранилища, т.е. работники других подразделений самостоятельно пройти в хранилище не могут. Средствами контроля доступа также в обязательном порядке оборудуются сейфы (сейфовые комнаты) для хранения особо ценных экспонатов. Здесь тоже возможно применение различных режимов с дополнительным подтверждением, а также использование идентификации по нескольким признакам одновременно – карта доступа, PIN-код, отпечаток пальца и др.

Обеспечение безопасности музеев всегда требует индивидуального подхода и грамотного сочетания инженерно-технических и организационных мероприятий. В системе безопасности музея СКУД играет ключевую роль. Внедрение системы контроля доступа предоставляет руководству множество возможностей для оптимизации управления такой сложной структурой, как современный музей:

- 1) онлайн-мониторинг всей билетно-кассовой системы;
- 2) предотвращение злоупотреблений со стороны недобросовестного персонала;
- 3) получение достоверной информации о деятельности сотрудника, его перемещениях по территории и реально отработанном времени за любой заданный период;
- 4) снижение накладных расходов и сокращение обслуживающего персонала музея;
- 5) продвижение услуг музея через различные интернет-сервисы продажи билетов;
- 6) получение данных для статистической отчетности о деятельности музея с последующим анализом по улучшению его работы;
- 7) принятие объективных решений при разборе спорных ситуаций с посетителями.

СКУД в музее сегодняшнего дня – это не просто необходимость, а одна из основ его успешной деятельности и безопасности экспонатов.

Библиографический список

1. Материалы семинара по музейной безопасности 21-22 февраля 2013 г. Эдиор: Ачал Пандья Язык редактирования: ш. Рагу Менонм. Режим доступа: http://ignca.nic.in/Museum_security2013/museum_security_proceedings01.pdf, свободный.
2. Роль СКУД в составе ИСБ. Взгляд разработчиков(2014 г., №1) Олег Батманов, Максим Куляс, Юрий Суконщиков, компания «ЕС-Пром» [Электронный ресурс].– Режим доступа: https://algorithm.org/arch/14_5/14_5_10.pdf, свободный.

3. Системы контроля и управления доступом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sevstar.net/business-skud/>, свободный.
4. Системы обеспечения безопасности музеев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://secuteck.ru/articles2/prof_dialog/sistemy-obespecheniya-bezопасности-muzeev-tendencii-i-perspektivy, свободный.
5. Канунова Е.Е. Информационная система регионального музея: структура, опыт разработки и использования // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11285>, свободный.
6. Комплексные системы безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trevog.net/>, свободный.

ИЗУЧЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

*Швагирев Д.С., студент 3-го курса 3 группы ИЭУИС
Научный руководитель – Дорошенко А.В., доц., к.т.н.*

С каждым годом количество автомобилей на дорогах растет большими темпами. В наше время ни для кого не редкость наличие личного автомобиля, многие могут себе позволить это. По данным аналитического агентства “АВТОСТАТ” за последнее десятилетие в России парк транспортных средств вырос на 33 процента. Если на начало 2009 года объем транспортных средств в России составлял 43,2 млн единиц, то на 1 января 2019 года достиг 57,5 млн штук.

Увеличение объема транспортных средств на дорогах с каждым годом порождает острую проблему – автомобильные заторы. В частности, для больших городов эта проблема особенно актуальна. Для людей, живущих в больших мегаполисах, давно стало обыденностью тратить много времени на дорогу. Пробки негативно влияют на все сферы человеческой деятельности. Проблема автомобильных заторов – это результат неэффективности транспортной системы. В больших городах с каждым годом транспортные системы становятся всё сложнее. Также, всё сложнее становится отслеживать и контролировать все дорожные потоки. Сегодня транспортная система – это сложный механизм, который практически невозможно модернизировать и изучать без применения современных информационных технологий.

Причины несовершенства транспортной системы могут быть разными. Глобально можно выделить две основных: организационная и дорожно-строительная. К дорожно-строительным проблемам можно отнести от плохого дорожного покрытия (к примеру изломы дороги, которые вынуждают водителей снижать скорость для совершения манёвра), до наличия резких сужений, из-за которых создаются заторы. К организационным проблемам можно отнести несогласованность работы светофоров (приводит к образованию заторов прямо на перекрестке) или некорректно подобранная длительность фаз работы светофоров. Все эти проблемы снижают пропускную способность дорожно-транспортных узлов.

Одним из основных подходов для решения подобных проблем являются программные средства имитационного моделирования. Подобные средства помогают воссоздать (смоделировать) конкретные дорожные узлы, транспортные потоки. Подобные модели существенно упрощают поиск наиболее эффективных стратегий управления потоками дорожного движения.

В рамках данной работы, была создана модель конкретного транспортного узла при помощи программного средства AnyLogic. Основной целью моделирования является поиск наиболее оптимальных длительностей фаз светофоров, при которых среднее время проезда перекрестка будет минимальным. За основу был взят реально существующий перекресток (рис. 1), расположенный в г. Мытищи.



Рис. 1. Спутниковый снимок изучаемого перекрёстка.

Особенностью данного перекрёстка является резкое сужение. Видно, что дорога, идущая с юга на север с четырехполосного движения, сужается до двухполосного. Кроме того, фазы светофоров настроены некорректно, они не учитывают наплыв трафика в утреннее и вечернее время, когда обычно наблюдается особенное увеличение автомобильного трафика. Основной поток машин движется юга на север и наоборот. Дорога, с востока – второстепенная, поток оттуда намного ниже, чем с основной дороги. Эти факторы нужно учитывать при построении модели.

На рис. 2 показана схема организации движения. Функционал программы AnyLogic позволяет организовать логику дорожного движения с помощью специальных блоков. В данной работе использовалось несколько видов блоков, которые отвечают за появление автомобиля на конкретной дороге, направление движения автомобиля и удаление автомобиля, когда он выезжает за пределы модели. Блоки, которые отвечают за появление автомобиля, учитывают разницу между основной и второстепенной дорогами (т.е. на основной дороге появляется 1000 машин в час, на второстепенной 200 машин в час). Первый эксперимент проводился с учетом длительности фаз светофоров, которые соответствуют значениям в реальной жизни, а именно 30 секунд для основной дороги и 20 секунд для второстепенной (а также по 3 секунды желтого сигнала светофора после каждой фазы). В программе наглядно показываются каждая из фаз.

В качестве основного показателя эффективности работы светофоров был взят параметр, считающий время, которое тратит автомобиль, чтобы проехать перекрёсток.

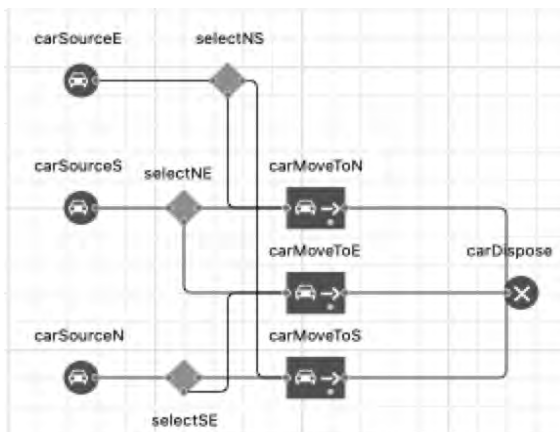


Рис. 2. Схема организации движения

Phases:

Durations (sec):	30	3	20	3
Stop lines:				
stopLineE				
stopLineN				
stopLineS				

Рис. 3. Фазы светофоров для каждой дороги

Для работы симуляции был выделен один час. На рис. 4 показано, что за это время перекресток успели проехать всего 719 автомобилей, среднее время проезда перекрёстка составило 77.611 секунд.

времяПроезда
719 samples (11 - 240.444) Mean=77.611

времяПроезда		
Count	719	
Mean	77.611	
Min	11	
Max	240.444	
Deviation	63.979	
Mean confidence	4.677	
Sum	55,802.503	
From	To	PDF(hits)
11	36.6	255
36.6	62.2	151
62.2	87.8	50

Рис. 4. Основные показатели эффективности первого эксперимента

Для того, чтобы программа автоматически подобрала наиболее оптимальные длительности фаз светофора, необходимо задать несколько изменяющихся параметров, которые напрямую влияют на среднее время проезда и, следовательно, на пропускную способность перекрёстка в целом. Этими параметрами будут длительность фазы работы каждого светофора. За счет изменения параметров, программа подберёт наиболее эффективное время.

После запуска симуляции программа в течение заданного количества итераций или промежутка времени оптимизирует фазы светофора и выдает результат (рис. 5).

Traffic_lights : Simulation1

	Current	Best
Iterations completed:	196	51
Objective: ↓	21.03	16.22
Parameters	Copy best	
par1	22	36
par2	12	12

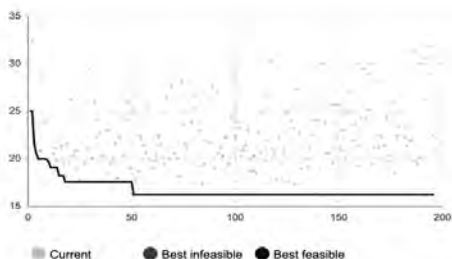


Рис. 5. Результат оптимизации

На рисунке виден график, который отражает сколько итераций было совершено для нахождения наиболее оптимального результата, лучшее время проезда перекрестка, а также при каких значениях параметров достигается этот результат. Экспериментальным путем было выявлены наиболее оптимальные фазы для данного перекрёстка, а именно 36 и 12 секунд.

Второй эксперимент проводился уже с учётом оптимальных фаз светофоров, после проведённой оптимизации (рис. 6).

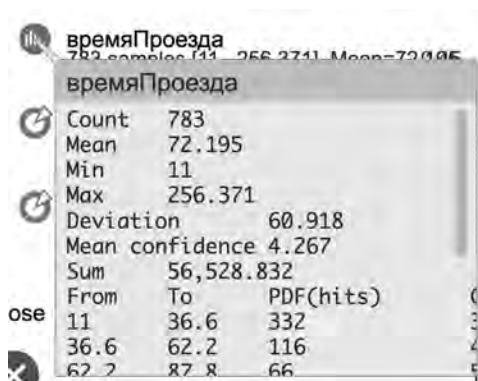


Рис. 6. Второй эксперимент

Повторный эксперимент показал, что среднее время проезда сократилось почти на 7%, при этом количество автомобилей, проехавших перекрёсток за то же время, увеличилось (почти на 8%), что говорит об успешной оптимизации

В заключении стоит сказать, что применение средств имитационного моделирования на практике существенно облегчает поиск решений организационных проблем транспортной инфраструктуры.

Библиографический список

1. <https://www.autostat.ru/infographics/37990/>.
2. Майоров Е.Р., Уварова Л.А., Сапрыкин О.Н. Построение микромоделей транспортных потоков на основе открытых данных // Системная инженерия и информационные технологии - том 1 - номер 1 (1) – (2019).
3. Саломатин К.С. Оптимизация использования светофоров на примере города Москва // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО, - номер 5 – с.201-2016 (2014).
4. Мочалин А.А., Зарипова А.А., Шевченко И.Т., Абдуллин А.Р. Метод оптимизации длительности фаз светофора на перекрестке в программе ANYLOGIC 7 // Теория. Практика. Инновации – с.5-8 - №2 (14) (2017).
5. Бояршинов М.Г., Бояршинова И.Н., Потапова И.А., Исмагилов Т.Р. Оптимизация цикла работы светофора на регулируемом перекрестке // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика - с.85-93 - № 3 (27) (2017).
6. Дорошенко А.В., Чельшков П.Д. О применении технологии интернета вещей в умном городе // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании сборник материалов VI Международной научной конференции. 2018. С. 26-29.

СЕКЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДООТВЕДЕНИЯ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ В СИНГАПУРЕ

*Инешина Л.В., студентка 3-го курса 10 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов Е.В., доц., к.т.н.*

Сингапур или Республика Сингапур – город-государство, находится в Юго-Восточной части Азиатского региона. Представляет собой скопление нескольких островов. Площадь Сингапура составляет примерно 725 км² (в 1,4 раза меньше площади территории города Москвы (без учета присоединенной территории Новой Москвы в 2012 году)) и благодаря государственной программе увеличивается за счет создания искусственных островов с помощью метода гидронамыва.

Ранее территория Сингапура входила в состав Султаната Джохор, а затем после колониальных завоеваний перешла под контроль Великобритании. В середине 60-х годов прошлого века была провозглашена независимость и Республика встала на собственный этап развития.

Сегодня Сингапур относится наряду с Японией к развитым странам Азиатского региона и продолжает активно развиваться благодаря целенаправленной политике, которой следуют непосредственно все политические силы, начиная с 60-х годов прошлого столетия.

Однако, несмотря на это, Сингапур испытывает большие проблемы с водоснабжением. Виной тому, непосредственно, непростое географическое положение, а также другие факторы, о которых стоит поговорить.

Системы водоснабжения являются ключевым фактором для планомерного развития любого государства на мировой политической арене [1-5]. Большое внимание вопросам водоснабжения Республики Сингапур уделял Премьер-министр Ли Куан Ю, т.к. именно от водоснабжения напрямую зависел уровень экономического развития данного региона, а также качество жизни людей.

Сегодня систему водоснабжения в Республике Сингапур можно описать следующей формулой, в которую входят несколько составляющих: импорт питьевой воды из Малайзии, опреснение морской воды, использование очищенных сточных вод, повторное использование дождевых вод, собственные запасы водных ресурсов.

Еще в XX веке возникла необходимость в поставке чистой питьевой воды в Сингапур. Город занимал особое положение в Азиатском регионе, являясь на тот момент крупным портом. Было заключено соглашение о строительстве водовода по подаче питьевой воды непосредственно с территории Малайзии. Импорт воды занимает большой объем финансовых вливаний в экономике данного государства. И по словам бывшего премьер-министра Ли Куан Ю, именно организация питьевого и производственного водоснабжения стало ключевым фактором в привлечении различных иностранных инвесторов, благодаря которым экономика Сингапура продолжает расти и является одной из самых мощных среди развитых государств мира.

Договор о поставке воды из Малайзии истекает в 2060 году, однако хорошие отношения с Малайзией не помешают его продлить. В последние годы были проведены дискуссии о повышении цены за м³ питьевой воды, однако для Сингапура цена пока не меняется в сторону увеличения.

На протяжении 30 лет с 1960 по 1990 год в Сингапуре была и активно проводилась национальная программа по улучшению водоснабжения данного региона. На территории государства были созданы несколько водохранилищ, благодаря которым удалось аккумулировать необходимые объемы воды с целью их использования на питьевое и промышленное водоснабжение. Данные водохранилища были построены на территории национальных парков Сингапура, а именно в центральной части страны в окружении лесных массивов. Водные ресурсы Республики активно охраняются государством, что помогает предотвратить их загрязнение.

Собственные подземные водные ресурсы скудны и не могут предложить большие объемы воды для обеспечения населения водой, однако разрабатываются и применяются различные методы пополнения подземных вод, что позволяет поддерживать необходимый уровень водного горизонта в Республике.

В последние годы стало необходимым использовать в промышленности большие объемы воды, что было обеспечено путем строительства опреснительных заводов на территории города. Сегодня работает 3 завода, большинство воды уходит непосредственно на промышленные нужды. Однако, в связи с дорогостоящим методом опреснения морской воды в последние годы можно наблюдать небольшое понижение объемов водоподготовки. Правительством продолжается работы по изысканию и внедрению других менее затратных методов по получению воды на питьевые и промышленные цели.

Повторное использование дождевых вод играет важную роль в водоснабжении Сингапура. Здесь определенную специфику имеет непосредственно географическое местоположение города. В определенные сезоны ежегодно выпадает большое количество осадков, которые собираются атмосферной канализацией и транспортируются по подземным трубопроводам непосредственно на очистные сооружения, где их очищают и используют повторно, а при особо пиковой нагрузке при выпадении осадков очищенные стоки поступают в созданные водохранилища, пополняя тем самым их запасы. По этой причине для снижения затрат на очистку такой воды совместно с Министерством окружающей среды и водных ресурсов Сингапура активно разрабатываются методы, повышающие санитарную обстановку на улицах города, чтобы атмосферные стоки сильно не загрязнялись. Например, в Сингапуре введены очень высокие штрафы для людей за загрязнения различным бытовым мусором территорий и улиц города.

Интересным решением в водоснабжении Сингапура является очистка сточных вод и их повторное использование для питьевого водоснабжения. С учетом увеличения численности населения города это становится необходимым и оправданным решением. Однако, такое действие не всегда на-

ходит понимание у потребителей воды. По опросам, проведенным в Сингапуре независимым агентством, было выяснено, что не все жители доверяют системе повторной очистке сточных вод и ее использованию с целью именно питьевого водоснабжения. Для решения данной проблемы правительством с 2003 года, после введения такой системы в эксплуатацию, ведется агитационная деятельность и пиар-компании в пользу активного применения данной воды в целях питьевого водоснабжения. Водоподготовкой занимается компания NeWater. Для этого была выпущена партия пластиковых бутылок с водой, которая ранее являлась хозяйственно-бытовыми сточными водами (рис. 1). Каждый желающий может ознакомиться с качеством данной воды, а также при необходимости самостоятельно провести ее анализ, убедившись в том, что она соответствует всем нормам воды, которая используется на питьевые нужды. При водоподготовке данной воды применяются технологии обратного осмоса с предварительной обработкой на фильтрах грубой очистки. Далее вода проходит дезинфекцию с помощью ультрафиолета.



Рис. 1. Пластиковые бутылки с питьевой водой, которая ранее являлась хозяйственно-бытовыми стоками

Таким образом, для более детальной информации можно сказать, что опресненная вода составляет 25 % от общего водопотребления Сингапура, очистка дождевой воды и импорт питьевой воды из Малайзии – 45%, остальные 30 % приходятся на применение в сфере водоснабжения очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и непосредственно использование объемов водных ресурсов, находящихся на территории Республики Сингапур.

Национальное агентство по окружающей среде, общественный совет жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), а также Министерство окружающей среды и водных ресурсов Сингапура активно следят за качеством водоподготовки всех видов вод на территории страны.

В основную правительственную программу по обеспечению потребителей водой входят основные принципы по созданию комфортной среды обитания, а именно поддержания высокого качества воды для улучшения качества жизни и продления ее срока. Сегодня, благодаря созданной системе водоснабжения, уровень и благосостояние жителей Сингапура находится на очень высоком уровне и продолжает расти. Все это стало возможным только благодаря принятым концепциям развития государства, разработанного еще в далеких 60-х годах прошлого века.

Сегодня все жители на территории Сингапура имеют 100% доступ к воде, что говорит о высокой разветвленности сети систем водоснабжения для данного города. Норма водопотребления на 2016 год составляет примерно 148 л/сут, что говорит о бережном и рациональном использовании воды для населения.

Стоит отметить, что планомерное повышение качества подачи и распределения воды, соответствие подаваемой воды высоким требованиям, а также жесткие законы, благодаря которым обеспечивается необходимый уровень санитарии и гигиены, позволяют Сингапуру быть примером для других стран, которые нуждаются в организации системы жизнеобеспечения высокого уровня, к которой относится система водоснабжения.

Библиографический список

1. Орлов Е.В., Шипков О.И., Проплеткина Д.Г. О необходимости проведения социологических исследований при изучении водопотребления жилых многоквартирных домов // Журнал социологических исследований. 2018. Т. 3. № 3. С. 7-11.

2. Орлов Е.В., Трибельская Е.Г., Шипков О.И. Жилые и общественные здания. разработка системы комплексной оценки показателей водосбережения объекта // Техника и технологии мира. 2016. № 7-8. С. 47-51.

3. Демуцкая Ю.А., Орлов Е.В., Шипков О.И., Трибельская Е.Г. Оценка потенциала водосбережения здания // Энергоэффективные технологии водоснабжения и водоотведения. Сборник докладов научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. 2016. С. 36-40.

4. Шипков О.И., Комарова Е.А., Тайбарей В.В., Гурьева Д.В. Особенности объемно-планировочных решений санитарно-технических помещений и инженерного оборудования квартир студийного типа // Системные технологии. 2018. № 1 (26). С. 65-68.

5. Орлов Е.В., Шипков О.И., Сиянский И.А. Применение водосберегающих насадок для экономии питьевой воды в современных зданиях // Яковлевские чтения. Сборник докладов XIV Международной научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН С.В. Яковлева и 90-летию со дня создания факультета "ВиВ". 2019. С. 117-119.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

*Ромаш Д.А., студент магистратуры 2-го курса 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Алексеев Е.В., проф., д.т.н.*

Опасность загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами обусловлена тем, что в отличие от органических веществ они не склонны к самопроизвольной деструкции, а лишь переходят из одной формы существования в другую [1]. Также их характерной особенностью является способность к накоплению в микроорганизмах и растениях, и по естественной пищевой цепочке они попадают в организм человека.

Актуальность проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами объясняется, прежде всего, широким спектром их действия на организм человека. ТМ влияют практически на все системы организма, оказывая токсическое, аллергическое, канцерогенное, гонадотропное действие.

Многие тяжелые металлы обладают тропностью – избирательно накапливаются в определенных органах и тканях, структурно и функционально нарушая их, что также приводит к изменению системы кроветворения, внутренней секреции, способствует возникновению злокачественных новообразований [2]. Воздействие повышенных концентраций тяжелых металлов на организм человека приведены в табл. 1.

Таблица 1

Негативное воздействие тяжелых металлов на организм человека

Элемент	Негативное воздействие
1	2
Pb – свинец	Сатурнизм (свинцовое отравление): задержка синтеза протеина в крови (анемия), поражение почек, головного мозга (снижение умственных способностей, агрессивное поведение, конвульсии, бред, сонливость, кома) и периферической нервной системы, потеря слуха, задержка роста, разрушение костных тканей, паралич, боли в суставах, снижение реакций иммунной системы, нарушение функций сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, снижение репродуктивной функции. Обладает способностью проникать через плаценту и накапливаться в грудном молоке. Усиливает в 5 раз канцерогенный эффект углеводов. Повышает токсический эффект других металлов.
Zn – цинк	Анемии. Повышает токсический эффект других тяжелых металлов.
Cu – медь	Интоксикации, анемии, гепатит, органические изменения в тканях, распад костной ткани.

Элемент	Негативное воздействие
1	2
Ni – никель	Дерматиты, экземы, витилиго, респираторные заболевания, астматические бронхиты, бронхиальная астма, астено-невротические расстройства, нарушение синтеза белка, ДНК и РНК, нарушение функций сердечно-сосудистой системы. Соединения Ni принадлежат к 1 группе канцерогенов: раковые заболевания полости рта, горла, легких, бронхов, почек, толстой и прямой кишки, саркома.
Co – кобальт	Токсический миокардит.
Fe – железо	При систематическом вдыхании воздуха, содержащего железосодержащую пыль, сидероз, пневмосклероз.
Mn – марганец	Нейротоксические эффекты (утомляемость, сонливость, снижение скорости реакции, работоспособности, головокружение, депрессивные, подавленные состояния), прогрессирующее поражение ЦНС; пневмонии; нарушение процессов кальцификации, внутренней структуры костей; токсикозы беременных; развитие идиотии у эмбрионов.
Cr – хром	Дерматиты, экземы, аллергические реакции; раздражение верхних дыхательных путей, астматические бронхиты, бронхиальная астма, диффузный пневмосклероз; астено-невротические расстройства (головная боль, слабость, диспепсия, потеря в весе и др.); нарушение функций желудка (гастрит, язвенная болезнь), печени (гепатит), поджелудочной железы. Соединения Cr(VI) и Cr(III) — канцерогенны: рак легких, бронхов.
As – мышьяк	Арсеноз (отравление мышьяком): блокада ферментных систем, накопление в тканях кислых продуктов обмена (общий ацидоз), нарушение тканевого дыхания; периферические невриты; расстройство сердечной деятельности; гемолиз, анемия; тромбоз; атрофия костного мозга; дегенеративные и некротические процессы в тканях на месте контакта; нарушение функций желудка, печени. Канцероген: рак легких, кожи. Мутагенный и тератогенный эффект: не вызывая генных мутаций индуцирует хромосомные аномалии.
V – ванадий	Местные воспалительные реакции кожи и слизистых оболочек глаз, верхних дыхательных путей, скопление слизи в бронхах и альвеолах при острых воздействиях токсических доз. Астма, экземы, лейкопения, анемии, замедление роста, диарея
Sr – стронций	Патологии опорно-двигательного аппарата (остеопороз и др.).

Одним из основных антропогенных источников поступления ионов тяжелых металлов в окружающую среду является промышленность, в особенности гальваническое производство. Последнее является одним из крупных потребителей цветных металлов и дорогостоящих химикатов.

Наиболее распространенные технологические процессы гальванических производств – цинкование, никелирование, хромирование, меднение, кадмирование, серебрение, золочение [3].

Технологический цикл гальванических линий на предприятии включает в себя процесс нанесения металла на поверхность обрабатываемой детали, в специальной кроющей ванне. После неё деталь переносится в ванну улавливания, для предотвращения выноса рабочего раствора в систему производственной канализации. Далее деталь подвергается поточной промывке, после чего образующиеся сточные воды поступают в производственную систему канализации. В результате объединения образующихся потоков сточных вод гальванических линий, их очистка затрудняется по причине многокомпонентности состава [4].

Таким образом, стоит задача предотвращения смешения тяжелых металлов от разных гальванических линий, во избежание ухудшения качественного состава, что ведёт к удорожанию технологии очистки и сложности утилизации образующегося осадка.

Сочетание ионного обмена и электролиза позволило разработать технологическую схему локальной очистки сточных вод линий гальванических покрытий с утилизацией тяжелых металлов рис. 1 [5,6].

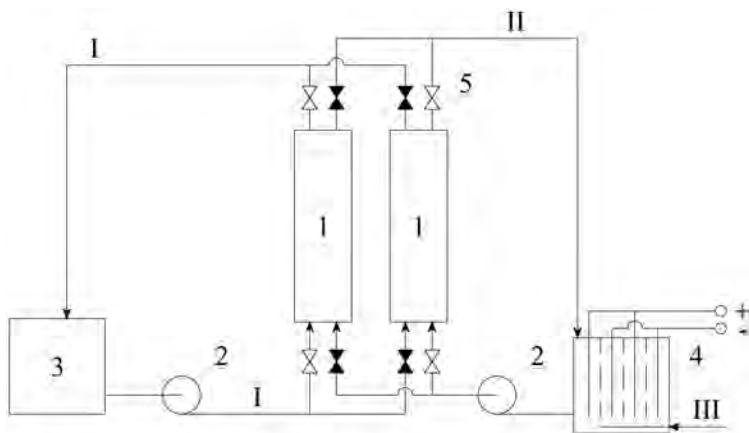


Рис. 1. Технологическая схема локальной очистки сточных вод линий гальванических покрытий:

- 1 – сорбционная колонна; 2 – насос; 3 – ванна улавливания; 4 – электролизер;
- 5 – вентиль; I – поток раствора ванны улавливания; II – поток регенерационного раствора; III – подача сжатого воздуха

Извлечение ионов тяжелых металлов происходит непосредственно из ванны улавливания 3, при помощи универсального катионита КУ-2-8. Стоки перекачивают насосом на сорбционную колонну 1, где происходит циркуляция жидкости в системе ванна-колонна с извлечением ТМ до концентраций их в ванной проточной промывки, не превышающих ПДК. После

насыщения колонны её переключают на регенерацию к электролизеру 4, а вторую колонну подключают на сорбцию. Регенерационный раствор циркулирует в системе колонна-электролизер, до момента восстановления первой колонной своих сорбционных свойств. В результате протекания электродных реакций на катоде выделяется тяжелый металл, на аноде кислота, используемая в дальнейшем для регенерации сорбента.

Отработанные аноды кроющей ванны используют как катоды в электролизере и по достижению достаточной толщины покрытия вновь используют их в кроющей ванне.

Таким образом, предложенная технология предотвращает смешение потоков разных гальванических линий и позволяет извлекать такие металлы как Ni, Cu, Zn, Cd в чистом виде с их дальнейшей рекуперацией.

Рассмотрим принципиальную технологическую схему извлечения ионов цинка из растворов, содержащих цинкат натрия рис. 2 [7]. Процесс очистки протекает в две основные стадии: нейтрализация исходного раствора углекислым газом до pH 6,3-7,6 с последующим отделением и промывкой осадка на фильтре и доочистка образовавшегося фильтрата растворами солей коагулянта (MgCl₂ или FeCl₃).

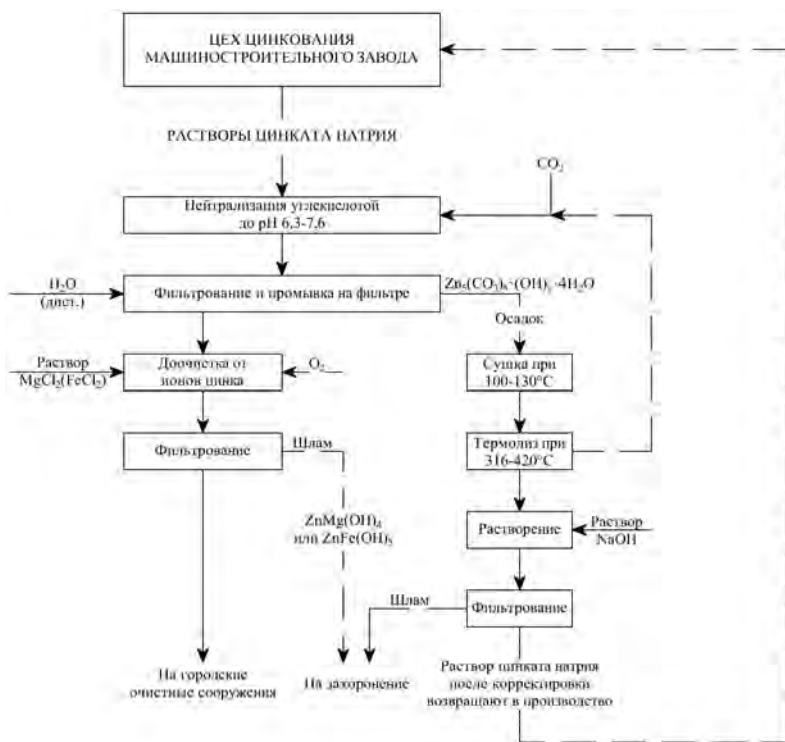


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема осаждения ионов цинка из растворов, содержащих цинкат натрия

Образующиеся после второй стадии шлама накапливают и отправляют на захоронение. Осадок чистого карбоната цинка, отделяемый на первой стадии фильтрования и промывки, с целью рекуперации цинкатного электролита, рекомендуется перерабатывать путем термолиза с получением оксида цинка [8].

Сначала его сушат при температуре 100-130 °С, в этот момент начинается дегидратация основного карбоната цинка. Далее, путем нагрева до 316-420 °С происходит образование оксида цинка с улетучиванием примесей, захваченных из электролита. Полученный при этом оксид цинка хорошо растворяется в нагретом до 60 °С в растворе щелочи с массовой концентрацией NaOH 150-250 г/л. Полученный раствор цинката натрия может быть возвращен в основное производство.

Рассмотренные выше технологические схемы извлечения ионов тяжелых металлов из отработанных растворов и промывных вод предприятий гальванической промышленности позволяют не только доводить качество производственных сточных вод до требований ПДК, но и извлекать ценные компоненты для их повторного использования в производственном процессе.

Библиографический список

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Л.: Агропромиздат, 1987. 48 с.
2. Аксенова, О.И. Экологически обусловленные заболевания у населения Москвы, связанные с антропогенной нагрузкой / О.И. Аксенова, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко и др. // Гигиена и санитария. 2001. - №5. -С.82-84.
3. Алексеев Е.В. Системы очистки сточных вод промышленных предприятий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2019. – 260 с.
4. Запольский А.К., Образцов В.В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства. – Киев: Техника, 1989. – 197 с.
5. Гребенюк В. Д., Жигинас Л. Х. Электрохимическая очистка воды // ХитВ. – 1998. – Т. 20, – № 2. - С. 152-164.
6. Гомеля Н.Д. Ионообменная очистка воды от ионов цинка. Изучение процессов регенерации катионита КУ-2-8 // Химия и технология воды. – 1999. – Т. 21. – № 4. – С. 399-406.
7. Долина Л.ф. Современная техника и технология для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов. – Днепропетровск, 2008. – С. 55-60.
8. Субботин В.А. Очистка сточных вод промышленных предприятий с регенерацией ценных и полезных компонентов. – М.: ВНИИС, 1986. – 87 с.

КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ

*Инишкова М.А., студентка 3-го курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов В.А., проф., д.т.н.*

На официальном сайте Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) опубликованы данные о протяжённости ветхих водопроводных сетей, подлежащих замене по всей территории Российской Федерации: в отдельных городах и регионах страны (всего представлено 95 позиций). В соответствии с последними данными (ноябрь 2017 г.) протяжённость обозначенных сетей по территории страны составляет 194040,7502 километра, по Москве – 6926 километров (ожидается обновление данных 10.03.2020). На рис. 1 представлена полная статистика по стране и столице с июля 2014 по ноябрь 2017 года.

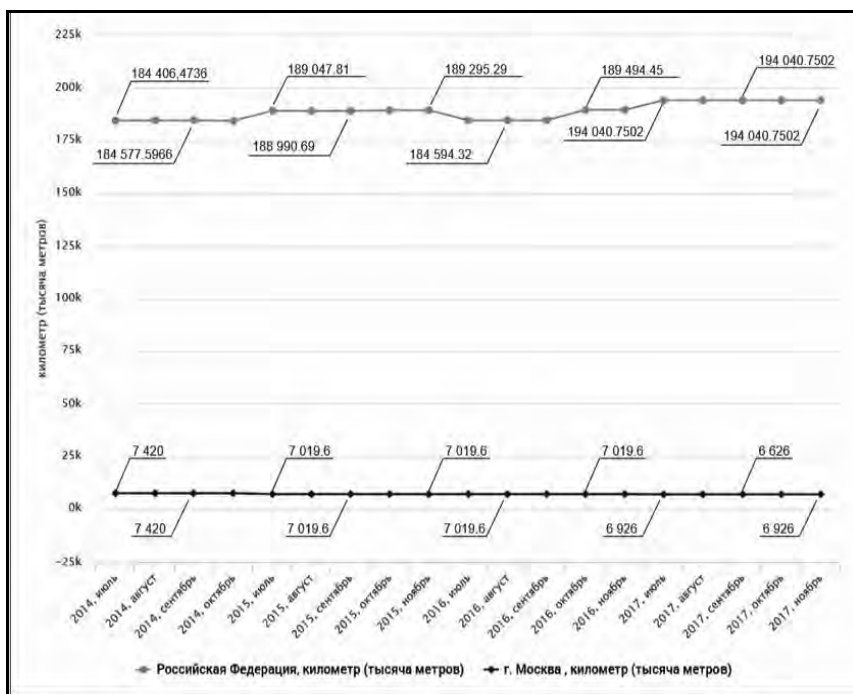


Рис. 1. Протяжённость ветхих трубопроводных сетей на территории Российской Федерации

На основании анализа представленных данных можно заключить, что снижение протяжённости ветхих трубопроводов происходит недостаточными темпами, это создаёт задачу необходимости совершенствования су-

ществующих методов ремонта, восстановления и модернизации водопроводных сетей, в том числе, с использованием бестраншейных технологий.

В настоящее время при реализации бестраншейной реконструкции трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения используются четыре вида внутренних защитных покрытий.

Набрызговые оболочки. Сущность метода заключается в центробежном набрызге минерального или органического материала на внутреннюю поверхность трубопровода посредством механических устройств, рабочей частью которых является разбрызгивающая головка. Требуемая толщина наносимого покрытия (количество слоёв) определяется возрастом труб, толщиной стенок и износом.

Сплошные покрытия. Метод осуществляется протягиванием длинномерных и коротких трубных модулей, а также нанесением тонкостенных полимерных рукавов.

Спиральные (навивочные) оболочки. Метод заключается в формировании обсадной трубы высокой прочности внутри реконструируемого трубопровода. Наматываемая лента заводского производства подаётся с бобины в навивочную машину, которая может быть стационарной или передвижной по направлению к следующему колодцу. Завершающим этапом работ является заполнение межтрубного пространства.

Точечные (местные) покрытия. Данный вид реконструкции направлен на устранение свищей, трещин и расхождений в стыках труб. Работы выполняются посредством нанесения выбранного материала на дефект. Материалом могут являться: профильные резиновые уплотнители, волокнистые материалы с пропиткой, жидкие и полужидкие растворы, твердеющие после нанесения на повреждённые поверхности и т.д.

В целях достижения эффекта синергии компанией Structural Technologies разработана технология StrongPIPE® Hybrid FRP. Это запатентованная бестраншейная технология, которая заключается в последовательном нанесении внутренних защитных покрытий разного типа. Технология предназначена для санации трубопроводов диаметром более 42 дюймов. Всё необходимое оборудование может пройти через люки диаметром 18 дюймов. На рис. 2 представлена упрощенная схема нанесения защитных покрытий.



Рис. 2. Вид восстанавливаемого участка трубы по технологии StrongPIPE® Hybrid FRP

Как следует из рис. 2 на внешней поверхности трубы изображен крупный дефект в виде широкой трещины. Это свидетельствует о том, что предлагаемая технология решает проблемы реконструкции трубопровода путем одновременного использования всех четырех видов защитных покрытий, что свидетельствует о ее универсальности при бестраншейном ремонте трубопроводных сетей.

Подтверждением этому служит рис. 3, где последовательно представлен состав (перечень) внутренних покрытий, последовательно реализуемых настоящей технологией.

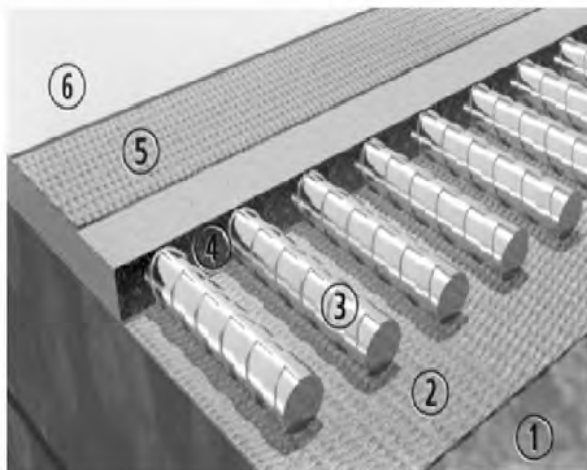


Рис. 3. Конструктивный вид системы восстановления трубопровода в виде определенных слоев:

- 1 – поверхность восстанавливаемой трубы, очищаемая от загрязнений с целью улучшения адгезии с последующим слоем; 2 – слой Fiber Reinforced Polymer (FRP), включающий наносимое вручную усиленное полимерное волокно; 3 – повышающий кольцевую жесткость слой арматуры (проволоки), наносимый навивочной машиной; 4 – повторный слой (FRP), заполняющий межарматурное пространство;
- 5 – слой усиленного полимерного полотна в целях повышения эффективности инкапсуляции арматуры; 6 – поверхностный (финальный) набрызгиваемый слой из полимерного материала с малой шероховатостью и обладающий требованиями, предъявляемым к контакту с питьевой водой

Общая толщина системы защитных оболочек может составлять до 1 дюйма (2,54 см).

Научными сотрудниками компании Structural Technologies опубликован доклад, в котором описан опыт успешного восстановления трубопровода в городе Майами (США) посредством использования комбинированной технологии StrongPIPE® Hybrid FRP. На рис. 4 представлен внутренний вид восстановленной трубы спустя 10 месяцев после пуска в эксплуатацию.



Рис. 4. Восстановленный по комбинированной технологии трубопровод

Выводы

Комбинированная технология санации трубопроводов является перспективной для применения в области реконструкции водопроводных, а также канализационных сетей, а также для научных исследований по совершенствованию методов бестраншейной реновации и модернизации инженерных сетей.

Библиографический список

1. Орлов В.А., Хренов К.Е., Орлов Е.В. Инженерно-технологическая реконструкция систем водоснабжения и водоотведения: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2019. 280 с.
2. СП 273.1325800.2016. Водоснабжение и водоотведение. Правила проектирования и производства работ при восстановлении трубопроводов гибкими полимерными рукавами. Минстрой России. М., 2016.
3. Сайт Structural technologies [Электронный ресурс]. – М.: Structural Group Inc., – Режим доступа: <https://www.structuraltechnologies.com/>, свободный.
4. Сайт ЕМИСС Государственная статистика [Электронный ресурс]. – М.: Минкомсвязь России, – Режим доступа: <http://www.fedstat.ru/>, свободный.
5. Сайт АО «Мосводоканал» [Электронный ресурс]. – М.: АО Мосводоканал, – Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/>, свободный.
6. Aguiar L., Pridmore A., Using StrongPIPE Hybrid FRP for PCCP Rehab in Miami-Dade System: Доклад конференции «Восстановление трубопроводов больших диаметров» 2017.

РАЗРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КОЛЛЕКТОРА ДЛЯ СБОРА ВОДЫ ИЗ ВЛАГИ ВОЗДУХА

*Давид Родригес Х.М., магистрант 2-го курса 5 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Чижик К.И., доц., к.т.н.*

Сбор воды из влаги воздуха является жизнеспособной альтернативой водоснабжению в малонаселенных районах, где нет воды из традиционных источников. В настоящей статье приведен эксперимент сбора воды со стандартным цилиндрическим коллектором и модифицированным цилиндрическим коллектором. Опыты проводились в кампусе МГСУ.

Коллекторы для сбора воды из влаги воздуха представляют собой системы, способные удерживать водяные пары, взвешенные в воздухе. В настоящее время системы сбора воды из влаги воздуха в основном подразделяются на два типа: плоские коллекторы и цилиндрические коллекторы [1]. На рис. 1 и 2 представлены цилиндрические коллекторы, используемые в ходе эксперименты.

Как правило, коллекторы состоят из четырех элементов: каркаса коллекторные сетки, воронки и емкости собраны воды.

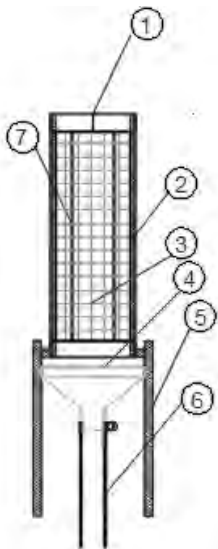


Рис. 1. Схема модифицированного цилиндрического коллектора:
1 – крышка; 2 – направляющие каркаса; 3 – коллекторная сетка; 4 – воронка; 5 – основание каркаса; 6 – гибкая трубка; 7 – металлический цилиндр

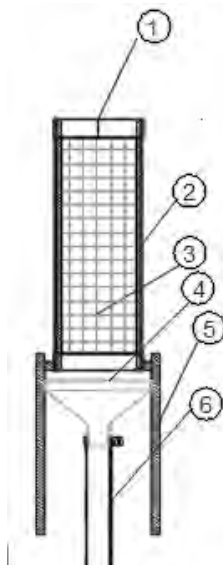


Рис. 2. Схема стандартного цилиндрического коллектора:
1 – крышка; 2 – направляющие каркаса; 3 – коллекторная сетка; 4 – воронка; 5 – основание каркаса; 6 – гибкая трубка; 7 – металлический цилиндр

Оценка количества воды, собранной коллекторами

Из уравнения массового расхода можно оценить количество воды, собранное коллекторами [2]:

$$m = \rho \cdot V_b \cdot A_k \cdot E \quad (1)$$

где m – массовый расход, кг/с; ρ – плотность водяных паров, кг/м³; V_b – скорость воздуха, м/с; A_k – площадь поверхности коллектора, м² и E – эффективность сбора воды из влаги воздуха.

Нужно отметить, что удерживаемый поток будет в основном зависеть от скорости воздуха, плотности водяных паров и геометрии коллектора.

Аналитическая модель по эффективности сбора воды из влаги воздуха

Эффективность сбора является важным фактором для анализа и определения процессов получения воды из влаги воздуха. Он определяется как часть воды, которая будет собрана из воздуха и хранится в резервуаре [3]. В 2011 году в папском католическом университете Чили, Хуаном де Диосом Риверой была разработана аналитическая модель сбора воды из влаги воздуха, в котором объясняется эффективность сбора как результат аэродинамической эффективности, эффективности осаждения капель воды и дренажной эффективности. Ниже приведены уравнения вышеупомянутой аналитической модели.

$$E = \eta_c = \eta_a \cdot \eta_{dp} \cdot \eta_{dr} \quad (2)$$

где η_c – эффективность сбора воды из влаги воздуха; η_a – аэродинамическая эффективность; η_{dp} – эффективность осаждения капель воды и η_{dr} – дренажная эффективность.

$$\eta_a = S_c / (1 + \sqrt{(C_o / C_d)}) \quad (3)$$

где S_c – процент тени коллекторной сетки; C_d – коэффициент сопротивления и C_o – коэффициент падения давления воздуха, который проходящего через коллекторную сетку.

$$C_o = 1,3 \cdot S_c + (S_c / (1 - S_c))^2 \quad (4)$$

Эффективность осаждения капель воды понимается как степень захвата капель воды за нити коллекторной сетки. Сбор капель нитью происходит, когда капли воды следуют линиям потока вокруг нити сетки и находятся на меньшем расстоянии, чем их радиус, или когда капли не следуют линиям потока и по инерции они сталкиваются непосредственно с нитью. [2]

$$\eta_{dr} = (s_{tk}^2) / (s_{tk} + 0,6)^2 \quad (5)$$

где s_{tk} – число стока.

$$S_{tk} = (\rho_w \cdot V_w \cdot d_d^2) / (18 \cdot \mu \cdot D_w) \quad (6)$$

где ρ_w – плотность капли воды, кг/м³; V_w – скорость воздуха, м/с; d_d – диаметр капли воды, м²; μ – динамическая вязкость воды, Па·с и D_w – диаметр отверстия коллекторной сетки, м.

Наконец, дренажная эффективность объясняет какое количество воды, задержанная на коллекторные сетки, достигает сборной емкости [3].

Проведение эксперимента и результаты

Коллекторы были установлены на крыше здания УЛК в кампусе Национального Исследовательского Московского Государственного Строительного Университете (НИУ МГСУ) в период с 12 ноября 2019 года по 24 декабря 2019 года. Собранные объемы воды принимались каждые 24 часа. Коллекторы имеют следующие размеры: общая высота – 1,32 м; высота коллекторной сетки – 0,50 м; диаметр коллекторов – 0,20 м; диаметр внутреннего металлического цилиндра – 0,10 м; диаметр воронок – 0,25 м и емкости сбора воды – 20 литров.

На рис. 3 и 4, представлены метеорологические данные, собранные в ходе эксперимента, где T – температура воздуха; T_p – температуры точки росы.

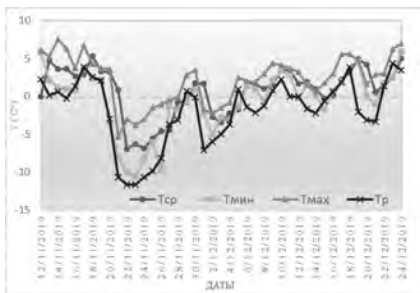


Рис. 3. Температура воздуха

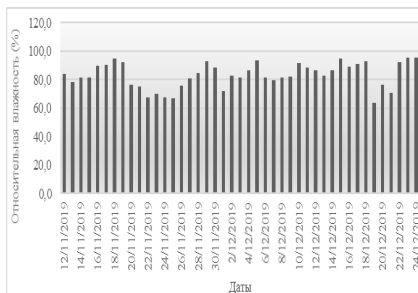


Рис. 4. Средняя относительная влажность воздуха

В целом средние температуры варьировались в диапазоне от -7 градусов до 5 градусов. Относительная влажность оставалась на высоком уровне и составляла от 64% до 98%.

На рис 5 показаны объемы воды, собранные в каждом из коллекторов. Как видно, наибольшие объемы воды для обоих коллекторов были представлены 30 ноября, 9 декабря и 16 декабря 2019 года, что соответствует

наибольшей влажности воздуха в этот день, а средние температуры были близки к температуре точки росы.

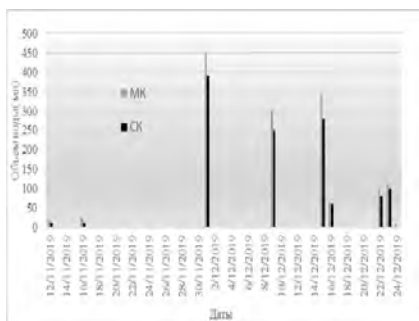


Рис. 5. Собранный объем воды

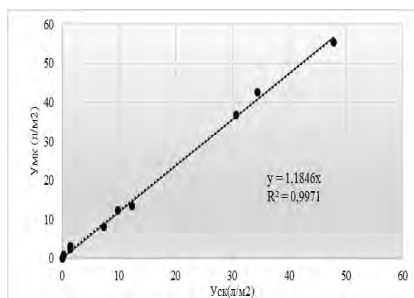


Рис. 6. Линейная регрессия для сравнения между коллекторами

Судя по измерениям объема воды, представленные на рис. 5, можно утверждать, что объем собранной воды в модифицированном коллекторе всегда был выше, чем в стандартном.

В табл. 1, приведенные удельные показатели сбора воды по площади «Умк» и «Уск». Они были рассчитаны из собранных суточных объемов и площади коллекторов. С полученными результатами была проведена линейная регрессия для определения взаимосвязи водосбора между коллекторами. Линейная регрессия представлена на рис. 6. Наклон линейной регрессии указывает скорость изменения сбора между коллекторами, которая составляет 1,19.

Таблица 1

Расчеты удельные показатели сбора воды коллекторов во время эксперимента

Время дата	V _{мк} л	V _{ск} л	У _{мк} л/м ²	У _{ск} л/м ²
12/11/2019	0,020	0,012	2,46	1,47
16/11/2019	0,025	0,012	3,07	1,47
30/11/2019	0,450	0,390	55,29	47,91
9/12/2019	0,300	0,250	36,86	30,71
16/12/2019	0,347	0,280	42,63	34,40
17/12/2019	0,065	0,060	7,99	7,37
22/12/2019	0,100	0,080	12,29	9,83
23/12/2019	0,110	0,100	13,51	12,29
24/12/2019	0,007	0,002	0,86	0,25

Выводы

На эффективность сбора воды коллекторов из влаги воздуха в основном влияют конструкция коллектора и погодные условия в местах установках.

Удельные показатели модифицированного коллектора были больше в 1,19 раза чем стандартного коллектора.

Библиографический список

1. Custardoy D. Estudio estadístico de la potencialidad del uso de agua niebla como recurso hídrico en el litoral Mediterráneo de la península Ibérica., 1 ed., vol. 1, Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, 2014, p. 250.
2. Julio M.P., León J.P. y Polo R.X. Diseño mediante modelos matemáticos de un prototipo para la captación de agua niebla, en la vereda Leticia del corregimiento de Pasacaballos (Bolívar) como método de recolección de agua., vol. 1, Cartagena de Indias, Bolívar: Universidad de San Buenaventura- Sede Cartagena, 2016.
3. Goense A. Fog Water Collection Efficiency: The Influence of Collector Geometry. Thesis of Delft University of Technology, 2018. [On-line]. Available: <http://www.repository.tudelft.nl>. Pg 5-10.

ПОДГОТОВКА ЖЕЛЕЗО- И ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Говоров В.О., студент магистратуры 1-го курса 5 группы ИИЭСМ
Кантаков Р.Г., студент 4-го курса 10 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.*

В практике водоподготовки зачастую в качестве источника водоснабжения используется подземная вода, забираемая из нескольких водоносных горизонтов, залегаемых на разной глубине. Кроме того, качество воды в водоносных горизонтах отличается по физико-химическому составу с преобладанием тех или иных компонентов. В этом случае для очистки подземной воды с целью ее использования для хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо применять отличные друг от друга методы очистки воды и сооружения, что требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат. Альтернативным технологическим решением, которое требует обоснования, является смешение подземной воды разных водоносных горизонтов перед подачей ее потребителю.

В качестве примера рассмотрим действующий водозаборный узел, расположенный в Московской области, в составе которого эксплуатируется четыре скважины (№ 1...№ 4).

Первые три скважины, забирали воду из Подольско-Мячковского водоносного горизонта. В подземной воде содержание железа общего достигало 0,27...0,8 мг/л, фторидов – 3,72...3,8 мг/л, интенсивность сероводородного запаха и привкуса составляла 3 балла, максимальное значение жесткости не превышало 9,9 мг-экв/л.

В скважине, забирающей воду из Касимовского водоносного горизонта, наблюдалось повышенное содержанием железа общего (от 1,4 до 2,8 мг/л) и солей жесткости (от 8,75 до 9,13 мг-экв/л). Мутность воды составляла 0,6...4,7 мг/л, а концентрация фторидов не превышала 0,4 мг/л. Для подземной воды был характерен неприятный сероводородный запах, интенсивность которого превышала 2 балла.

Водородный показатель составлял 7,13...7,64, общая минерализация воды во всех скважинах колебалась в пределах от 500 до 600 мг/л, содержание сульфатов – от 100 до 300 мг/л, хлоридов – от 10 до 60 мг/л, перманганатная окисляемость изменялась от 0,94 до 2,7 мгО₂/л. Остальные химические и бактериологические показатели не превышали нормативы, предусмотренные [1].

Приоритетными загрязнениями подземной воды в рассматриваемом примере являются соединения железа, фториды и соли жесткости.

Для удаления из воды соединений железа применяют безреагентные (упрощенная аэрация и фильтрование; вакуумно-эжекционная аэрация и фильтрование; «сухая фильтрация»; фильтрование на каркасных фильтрах; аэрация и двухступенчатое фильтрование; мембранные методы) и реагент-

ные (глубокая аэрация, окисление, фильтрование; известкование, отстаивание в тонкослойном отстойнике и фильтрование; фильтрование через модифицированную загрузку; электрокоагуляция; катионирование) методы [2, 3]. В последнее время находит применение биологический метод обезжелезивания.

Обесфторивание воды достигается реагентным методом осаждения, основанным на связывании и сорбции фтора свежесоажденными гидроокисями алюминия, магния или трикальцийфосфатом [3]. Для реagentного обесфторивания воды, имеющей нейтральное значение pH, характерно увеличение концентрации сульфатов. При фильтровании фторсодержащей воды через слой активированной окиси алюминия, которая используется в качестве анионита, наряду с поглощением ионов фтора, происходит и поглощение бикарбонат-ионов. Наиболее полное извлечение фтора из воды активированной окисью алюминия протекает в слабокислой среде. Перспективным является также использование методов очистки, основанных на применении полупроницаемых мембран.

Для умягчения воды в практике водоподготовки используют чаще всего реагентный и ионообменный методы, реже - диализ, термический, комбинированный. Реагентный метод заключается в связывании ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} химическими веществами в малорастворимые соединения: CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ и др. Ионообменный метод умягчения основан на способности некоторых материалов (катионитов) обменивать катионы Na^+ , H^+ или NH_4^+ , которыми предварительно «заряжены» их активные группы, на присутствующие в воде катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , обуславливающие ее жесткость. Выбор того или иного метода умягчения определяется качеством воды, необходимой глубиной умягчения и технико-экономическими соображениями [3].

На действующем ВЗУ смешение подземной воды, поступающей по водоводам от скважин происходит непосредственно в трех сборных резервуарах. Вода подается без предварительной очистки. Эффективность смешения разной по качеству воды в существенной мере зависит от фактических суточных графиков работы насосов разных скважин и насосов второго подъема, подающих воду из РЧВ потребителям. Производительность эксплуатируемых поочередно в разных комбинациях каждой из четырех скважин составляет примерно 55...65 м³/ч.

Целесообразно было бы производить смешение воды из разных скважин после предварительного обезжелезивания воды, например, методом упрощенной аэрации-дегазации в биореакторе с контактной загрузкой крупностью 4...8 мм (первая ступень) [4] и последующим восходящим фильтрованием на фильтре ФПЗ-1 [5] через слой гранулированного пенополистирола крупностью 1...3 мм и толщиной слоя 1,2 м (вторая ступень).

Экспериментальные исследования на пилотной установке, смонтированной в оголовке скважины на площадке ВЗУ и подключенной к водоводу от НС-I со скоростями фильтрования на первой ступени 10...36 м/ч, на второй - 6...8 м/ч показали, что на выходе с установки после «зарядки» загруз-

ки концентрация железа не превышала 0,1...0,3 мг/л (рис. 1, кривая 3). Содержание фторидов оставалось практически неизменным.

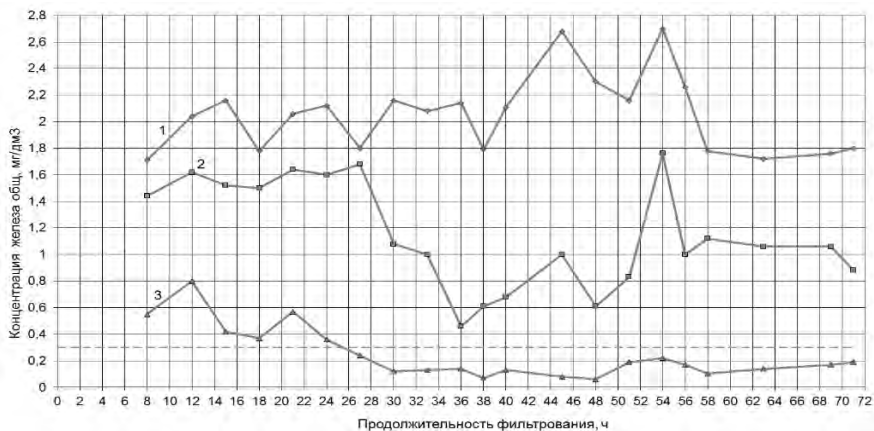


Рис. 1. Динамика изменения концентрации железа общего в исходной воде (1), воде после первой (2) и второй (3) ступени: $V_{бр} = 10$ м/ч; $V_{ф} = 6$ м/ч

Проведенные нами расчеты по ожидаемому качеству смешанных фторсодержащих и железосодержащих подземных вод без и после обезжелезивания воды (табл. 1) показывают, что только предварительная очистка воды от соединений железа позволит обеспечить требуемые нормативы по железу общему (Fe) и фторидам (F). Жесткость воды останется в пределах допустимой (не более 10 мг-экв/л) по согласованию с органами санэпиднадзора.

Таблица 1

Результаты расчета по смешению воды разных водоносных горизонтов

Соотношение расходов воды Q_{Fe}/Q_F	Концентрация загрязнений в воде после смешения, мг/л	
	Железо общее	Фториды
1:1	0,3	2,0
1,8:1	0,27	1,4
1:1,8	0,33	3,4

Примечание: Q_{Fe} – расход подземной воды с преобладанием железа ($Fe = 0,2 \dots 0,4$ мг/л, $F = 0,3$ мг/л) Q_F – расход подземной воды с преобладанием фтора ($F = 3,6$ мг/л).

Вывод. Экспериментально установлено, что в тех случаях когда для питьевого водоснабжения населенных пунктов используются подземные воды, забираемые из разных водоносных горизонтов, целесообразно их смешение с целью снижения концентрации фтора и железа, при этом рекомендуется предварительно производить обезжелезивание воды.

Библиографический список

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Минздрав России. – М., 2002.
2. Николадзе Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. – М.: Стройиздат, 1978.
3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учебное пособие: в 3-х т. / науч.-метод. рук-во и общ. ред. М. Г. Журбы. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: АСВ, 2010.
4. Говоров О.Б. Энергосберегающая технология для кондиционирования подземных вод // Энергия: Экономика, техника, экология. № 4. 2013. С. 39-43.
5. Журба М.Г. Водоочистные фильтры с плавающей загрузкой. Научное издание. – Вологда, РИО ВоГУ, 2011.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Кулагина А.С., студентка 2-го курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Орлов Е.В., доц., к.т.н.

Сегодня в соответствии с классификацией, к развивающимся странам относят все страны, уровень экономики которых и качество жизни не соответствует высокому уровню. Данные страны присутствуют практически на всех континентах. Большинство из них – бывшие страны-колонии, получившие независимость в XX веке.

Уровень жизни в стране в полной мере зависит от экономики. В экономически слабой стране в большинстве случаев низкий уровень санитарии и гигиены, который определяется системами жизнеобеспечения – водоснабжением и водоотведением [1-8]. Соответственно развитие данных систем не происходит, они устарели, требуют модернизацию, а финансового вливания в данное направление не хватает, чтобы снизить уровень загрязнения водных ресурсов, улучшить водоснабжение и водоотведение, повысить качество жизни.

Под загрязнением водных ресурсов будем понимать попадание в природную воду различных видов загрязнений, которые значительно ухудшают ее состав и могут привести к гибели животных и растений, обитающих в воде. Все это можно также приводить к болезням и смерти непосредственно человека (рис. 1).



Рис. 1. Загрязнение водных ресурсов

Проанализировав несколько развивающихся стран (Индия, Пакистан, Бангладеш, Вьетнам, Афганистан и т.д.), пришли к выводу о том, что загрязнение водных ресурсов там значительно, представляет огромную проблему, требующую проведения определенных исследований для ее скорейшего решения.

Необходимо четко выделить основные причины, из-за которых происходит загрязнение, а затем предложить различные варианты решения для стабилизации обстановки на водных объектах развивающихся стран.

Среди основных проблем, приводящих к загрязнению водных ресурсов развивающихся стран, можно отнести: низкий уровень экономического развития, отсутствие современных разработок по охране водных ресурсов от загрязнения и экологического мониторинга водных объектов, низкое качество очистки сточных вод по причине устаревших канализационных очистных сооружений, отсутствие жестких законов в плане защиты окружающей среды и водных объектов, отсутствие экологического воспитания на государственном уровне, высокий уровень коррупции.

Сегодня идет тенденция переноса большого количества промышленных предприятий и объектов корпораций с мировым именем (SUZUKI, SAMSUNG, VOLKSWAGEN, INTEL, MOTOROLA и т.д.) непосредственно из экономически развитых стран в развивающиеся. Это происходит потому, что производство в развивающихся странах стоит значительно дешевле и, соответственно, позволит компаниям увеличить выпуск продукции, получая больше прибыли. Кроме того, во многих развивающихся странах отсутствуют жесткие экологические законы и мониторинги водных объектов, что позволяет промышленному предприятию меньше денег вкладывать в очистные сооружения и сбрасывать стоки с минимальной степенью очистки в водные объекты развивающихся стран (сильно загрязняя их) без каких-либо опасных штрафных санкций со стороны государств развивающихся стран. Строительство новых и современных очистных сооружений невыгодно производителю продукции, таким образом, он официально обходит закон и не несет совершенно никакой ответственности за загрязнения водных объектов.

Например, в Индии экологами некоторых природоохранных организаций был зафиксирован сброс неочищенных сточных вод после лакокрасочного завода непосредственно вниз по течению водного объекта. Это привело к гибели рыбы и растительности, а также к загрязнению берегов. Вода в реке стала красного цвета. Насколько сильным оказался сброс данных видов стоков никто не знает, т.к. ущерб от экологической катастрофы данного местного водного объекта не рассчитывался. Однако стоит предположить, что все водные объекты связаны между собой и данные загрязнения в скором времени, скорее всего, попали и в другие реки Индии.

Отсутствие четко спланированной стратегии по очистке городов от твердых бытовых отходов привело к тому, что многие города Индии остаются загрязненными бытовым мусором. У государства отсутствуют деньги на организацию его захоронения или переработки. Были зафиксированы

случаи удаления твердых бытовых отходов в водные объекты, что приводило к загрязнению берегов мусором, а также снижалось качество забираемой воды на цели водоснабжения.

Несколько лет назад во время проведения гидротехнических работ на водном канале реки Ганг после осушения одной части было найдено порядка 150 разложившихся трупов. Полицией сразу же было выдвинуто предположение о ритуальном убийстве группы сектантской общины. Однако потом было выяснено, что у проживающих в ближайшем населенном пункте людей отсутствуют деньги на проведения мероприятий кремации и захоронения усопших родственников. Они сбрасывают их тела непосредственно в водный объект. Изучение различных архивных данных дало возможность выдвинуть предположение о наличии такого вида систематических захоронений бедной своей родственников и близких. Таким образом, это приводит к загрязнению водных объектов на территории всех населенных пунктов, которые примыкают к реке.

В Индии в некоторых городах и населенных пунктах отсутствуют системы централизованного питьевого водоснабжения. Воду получают непосредственно из колодцев. В некоторых случаях правительство организует раздачу чистой питьевой воды населению в случае резкого всплеска различных видов кишечных инфекций, которые не являются редкостью в данной местности.

Кроме того, отсутствие экологического воспитания, а также хотя бы примитивных знаний о санитарии и гигиены приводит к тому, что водные гигиенические процедуры из-за отсутствия централизованных систем водоснабжения люди проводят непосредственно у водного объекта. Кроме того, отсутствие централизованных систем водоотведения приводит к тому, что бедные индусы используют водные объекты, а также бесплатные городские пляжи в качестве туалетов для удаления своих физиологических выделений. В книгах-путеводителях по странам активно указывают и подтверждают данное утверждение и предлагают с пониманием относиться к таким случаям. Туристам поэтому желательно не пользоваться городскими пляжами, вода в которых бывает очень часто загрязнена человеческими экскрементами, а также различным бытовым мусором.

Вода, подаваемая в водопровод некоторых городов Индии, часто не соответствует нормам на хозяйственно-питьевое водоснабжение. Это обуславливается, прежде всего, отсутствием требуемых сооружений на водопроводных станциях для приведения воды до требуемых норм питьевой воды по причине низкого финансирования водопроводного хозяйства правительством и органами местного управления. Поэтому, воду из водопровода в городах Индии можно использовать только на хозяйственные цели.

В связи с вышеперечисленным можно сказать, что основными факторами, от которых зависит качество водных ресурсов в развивающихся странах, является экономика, а также экологическое воспитание на правительственном уровне. Кроме того, развивающимся странам очень не хватает квалифицированных специалистов по решению данных проблем, а под-

готовка таких людей у них в полной мере не ведется. То есть, большое количество различных экономических проблем оставляет на последнее место именно экологические проблемы, до которых просто не хватает времени добраться правительству и органам местного управления городов и населенных пунктов. Отсутствует полное понимание того, что качество и уровень жизни напрямую зависит от качества природных ресурсов, которые с каждым годом ухудшаются, делая следующие поколение людей намного слабее, чем предыдущее.

Таким образом, решение проблем по загрязнению водных объектов в развивающихся странах должно проводиться непосредственно плечом к плечу с развитыми странами, которые должны предлагать свои современные разработки по очистке природных и сточных вод, помогать в решении экологических проблем, обучать экологическому воспитанию для предотвращения всемирного процесса загрязнения водной среды обитания на всем земном шаре.

Библиографический список

1. Шипков О.И., Орлов Е.В., Синянский И.А., Бусарева Е.А. Системы специального питьевого водопровода в зданиях горячих цехов промышленных предприятий // Яковлевские чтения. Сборник докладов XIV Международной научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН С.В. Яковлева и 90-летию со дня создания факультета "ВиВ". 2019. С. 245-248.

2. Чистякова А.В., Чухин В.А., Андрианов А.П. Автоматизация инженерных систем зданий. Системы водоснабжения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. № 1 (97). С. 48-54.

3. Кедров В.С., Исаев В.Н., Орлов В.А., Пальгунов П.П., Сомов М.А., Чухин В.А.. Водоснабжение и водоотведение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 2002. – 335 с.

4. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение. М.: Издательство АСВ. 2015. 216 с.

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

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

7. Орлов Е.В. Водоснабжение. Водозаборные сооружения. – М. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2015. 136 с.

8. Орлов Е.В. Основные источники загрязнения природных вод. Мероприятия по охране природных источников от загрязнения и истощения // Технологии мира. 2013. № 5. С. 35-47.

ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

*Зарипов Р.И., Попов П.В., студенты 4-го курса 11 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Говорова Ж.М., проф., д.т.н.*

Неочищенные поверхностные сточные воды являются одним из основных источников поступления загрязнений в водные объекты. По данным количество вносимых в водные объекты примесей, составляет примерно 8-15% от показателей бытовых сточных вод. Физико-химический состав поверхностных сточных вод зависит от различных факторов [1].

Основными загрязняющими веществами поверхностного стока с городских территорий являются взвешенные вещества, нефтепродукты, ХПК, хлориды, сульфаты и др. Кроме того, в последнее время наблюдается значительное загрязнение поверхностного стока тяжелыми металлами, противогололедными и поверхностно-активными веществами. Динамика изменения концентраций загрязнений, особенно взвешенных веществ и нефтепродуктов коррелирует в большинстве случаев с интенсивностью и длительностью выпадения осадков.

В табл. 1 и 2 приведены данные по показателям качества поверхностного стока городов РФ и мира [2-4].

Таблица 1

Состав поверхностного стока с городских территорий (РФ)

Показатель	Самара	Санкт-Петербург	Пермь
Взвешенные вещества, мг/л	50-1450	300-600	352-1100
Сухой остаток, мг/л	471-891,6	200-400	240-1190
БПК ₅ , мг/л	5,2-316	20-50	-
Нефтепродукты, мг/л	0,125-475	7-12	0,46-9,93
Сульфаты, мг/л	63,4-792	-	46-105
Азот общий, мг/л	3,8-11,2	8-10	0,4-1,0
Фосфаты, мг/л	0,06-5,44	0,5-0,8	-
pH	7-8	-	6,5-8,5

По литературным данным концентрация взвешенных веществ и нефтепродуктов в поверхностных сточных водах отводимых с территорий промышленных предприятий в 1,8-2 раза выше по сравнению с городскими территориями. Аналогичная ситуация наблюдается по таким важным показателям как ХПК, БПК, азот аммонийный и фосфаты. Физико-химический состав поверхностных сточных вод с территорий промпредприятий в основном определяется характером технологического процесса, а также зависит от санитарно-технического состояния территории и др. факторов [1].

Состав поверхностного стока с городских территорий (зарубежные страны)

Показатель	Мюнхен	Вашингтон	Zhengzhou City	Wuhan City
Взвешенные вещества, мг/л	165-15332	130-11280	489-2400	40-1326
Сухой остаток, мг/л	484-6374	338-14600	-	-
БПК ₅ , мг/л	6-609	3-90	-	56,7-279
ХПК, мг/л	26-662	29-1514	150-1949	50-116
Азот общ., мг/л	1,1-6,2	0,2-4,5	-	-
pH	-	6-7,2	-	-
Бактерии коли, тыс./м ³	2,4-99,1	0,4-13	-	-

Организация сбора и отвода поверхностного стока с городских территорий осуществляется посредством системы ливневой канализации, которая состоит из отдельных взаимосвязанных между собой элементов: колодцы, водосточная сеть и городские коллекторы. По коллекторам сточная вода сбрасывается в открытые русла рек, озер и прочих водоемов или на очистные сооружения.

Технологическая схема и состав очистных сооружений зависят от производительности, качества поверхностных сточных вод городских территорий и требований к степени их очистки [4].

В последнее время в зарубежной практике находят применение различные фильтры и фильтровальные сооружения (Ultra-Urban Filter, Jellyfish™ Filter, Enviro Trap Catch Basin Insert, Storm Basin и др.), которые устанавливаются непосредственно в водоприемных колодцах дождевой канализации и имеют компактное исполнение. Фильтры, предназначены для очистки поверхностного сточных вод преимущественно от взвешенных веществ и нефтепродуктов. На рис. 1. представлены конструкции некоторых фильтров.



Рис. 1. Общий вид фильтров для очистки поверхностного стока: а – Ultra-Urban Filter; б – Jellyfish™ Filter; в – Enviro Trap Catch Basin Insert

Интерес представляет фильтр Ultra-Urban Filter [5] (рис. 2), основным фильтрующим элементом которого является загрузка «Smart Sponge», получившая название «умная губка». Особенностью фильтрующего материала является его химически избирательное свойство по отношению к нефтепродуктам и маслам. Материал имеет пористую кристаллическую структуру, малую истираемость, обладает антибактериальной стойкостью и является гидрофобным.

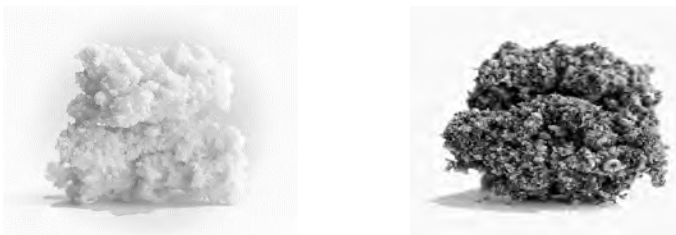


Рис. 2. Общий вид фильтра элемента фильтров Ultra-Urban Filter – фильтрующей загрузки «Smart Sponge»

Гидравлические испытания на воде с мутностью менее 1,5 мг/л, проведенные на опытном образце фильтра показали, что при крупности гранул в составе фильтрующей загрузки 10-15 мм и толщине фильтрующего слоя - 0,1-0,2 м при скорости 20, 40 и 60 м/ч начальные удельные потери напора на единицу толщины фильтрующего слоя составляют соответственно 1, 3,5 и 6,5 см. Что может быть объяснимо значительной пористостью крупногранулированной загрузки крупностью 15 мм. При конструктивном устройстве загрузки в фильтре «Ultra-Urban Filter», предусматривающем ее плотную упаковку потери напора при движении чистой жидкости сверху вниз с приведенными выше значениями скоростей фильтрования возрастут не более чем на 5-8 % за счет плотности упаковки и сопротивления удерживающей сетки.

При фильтровании сточной воды через опытный образец фильтра (рис. 3), установленный на площадке очистных сооружений поверхностного стока г. Москвы, содержащей от 190 до 340 мг/л взвешенных веществ и от 1,9 до 12 мг/л нефтепродуктов, со скоростями 8-10 м/ч (что в несколько по сравнению с минимально рекомендуемыми разработчиками фильтров) эффективность работы фильтра по взвешенным веществам оказалась весьма незначительной и нестабильной (30-45%), а по нефтепродуктам фиксировались проскоки. Причем, во всех опытах наблюдался нестационарный режим выноса нефтепродуктов и взвешенных частиц с размером менее 0,1 мм.

Визуальные наблюдения за поверхностью загрязняемой во время работы фильтра загрузкой подтверждают, что основными источниками интенсивного роста потерь напора и сокращения фильтроцикла являются илстые отложения, которые скапливаясь в первых слоях фильтрующего

слоя, обуславливают со временем вынос ранее задержанных на поверхности нефтепродуктов и «проскок» частиц мелкого осадка в фильтрат. Время контакта сточной воды с фильтрующей загрузкой 1-2 минуты не позволяет обеспечить требуемую степень очистки воды от нефтепродуктов даже при хорошо развитой поверхности гранул «Smart Sponge».

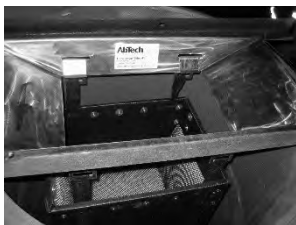


Рис. 3. Опытный образец фильтра

Вывод. Испытание опытного образца фильтра «Ultra-Urban Filter» на поверхностном стоке в безреагентном режиме фильтрования не обеспечивают сколь-нибудь значимую предварительную очистку воды по взвешенным веществам и нефтепродуктам. На фильтре могут лишь задерживаться грубодисперсные частицы мусора с размером больше размера пор загрузки. Конструкция фильтра не позволяет производить эффективную отмывку загрузки после каждого фильтроцикла из-за отсутствия возможности увеличения порового межгранульного пространства в процессе промывки.

Библиографический список

1. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого или талого) стока с урбанизированных территорий. – М.: АСВ, 2000.
2. Кичигин В.И., Быкова П.Г. Исследование физико-химических характеристик поверхностного стока населенных пунктов // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 11. С. 28-32.
3. Шукин И.С., Мелехин А.Г. Качественный состав поверхностного стока с территории г. Перми // Вестник Пермского НИПУ. 2012. № 4(8). С. 110-118.
4. Говорова Ж.М. Регулирование и очистка поверхностных сточных вод // Строительство и архитектура. Сер. Инженерное обеспечение объектов строительства. Обзорная информация. Вып. 2.1-47. – М.: ВНИИНТПИ, 2005.
5. Сайт AbTech [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <https://www.environmental-expert.com/companies/abtech-industries-inc-7312/> свободный.

СЕКЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

АНАЛИЗ И ДЕКОМПОЗИЦИЯ ЗАТРАТ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Бакрунова С.Ю., студент 3-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.*

Уровень модернизации непосредственно зависит от качества возводимых зданий и сооружений, а также от уровня их обслуживания [2]. Эксплуатацией здания называется использование его функционального назначения с проведением необходимых мероприятий по сохранению состояния конструкций и инженерного оборудования. При оценке эффективности использования объектов недвижимости основными показателями в качестве текущих расходов являются эксплуатационные затраты за нормативный срок службы [1]. Требуемые необходимые затраты мероприятия по эксплуатации состоят из: управленческих (формирование планов, организация взаимоотношений с поставщиками и выполнение заявок потребителей и клиентов); микроклиматических (кондиционирование, вентиляция, отопление); обслуживания и надлежащего содержания, а также ремонта конструктивных элементов и инженерных систем (осмотры, мероприятия по подготовке к сезонной эксплуатации, текущий и капитальный ремонты); обеспечения доступа потребителей и клиентов к электро-, водо-, газо- снабжению и водоотведению. [2].

С целью минимизации затрат на перечисленные процессы выполняются мероприятия по улучшению технических эксплуатационных свойств строительных конструкций [6]. Сокращение расходов происходит благодаря внедрению более износостойчивых конструкций и материалов, что повышает их срок службы и тем самым сокращает количество ремонтных работ на определенный период времени эксплуатации зданий и сооружений [1]. Например, применение более прочного глиняного кирпича марки 100 вместо марки 50 увеличивает затраты на 1 м³ кладки на 2,4 руб. Паркетные полы, облицовка наружных стен зданий керамическими плитками также обходятся дороже, чем менее долговечные дощатые полы и штукатурка наружных стен, но годовые затраты на ремонт и обслуживание уменьшаются [6].

Согласно действующей в Российской Федерации системе нормативных документов, затраты на проводимые мероприятия по эксплуатации зданий и сооружений по оценке специалистов по недвижимости, в отношении к исходной стоимости объекта могут составлять:

- обеспечение зданий коммунальными услугами – 3-5%;
- техническое обслуживание и ремонт строительных конструкций и инженерных систем зданий – 1-3 %;
- санитарное содержание – 0.4 -0.6 %.

В целом, стоимость эксплуатируемых зданий и сооружений за год может составлять до 10% от стоимости их строительства [7].

Суммарные затраты (СЗ) формируются из общих расходов капитального и эксплуатационного характера с учетом нормируемых коэффициентов эффективности (ЕН, Е'Н). Математическое выражение приводится следующим образом:

$$СЗ = КР + ЕНЗ + Е'НЗ' \rightarrow \min, \quad (1)$$

где КР – средняя стоимость капитального ремонта, руб.

Представленные преобразования дают выражение для установления оптимального срока службы здания, стоимость первоначальных затрат на постройку которого составляет Z руб.

Под капитальным ремонтом зданий или сооружений подразумевают ремонт, при котором производится замена или восстановление изношенных строительных конструкций, состояние которых ухудшает эксплуатационные параметры здания. Состав и объем ремонтно-строительных работ определяются на основе данных натурных обследований зданий с последующим выпуском технического заключения специализированной организацией, а стоимость ремонтов в соответствии с действующими расчетными нормами.

Например, при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах на территории города Москвы объектная смета составляется на основе базы сметных нормативов ТСН-2001 региональным оператором с учетом предельных стоимостей выполнения работ, утвержденных постановлением Правительства Москвы № 86-ПП от 27.02.2015 [5]. Срок службы объектов недвижимости в результате капитального ремонта остается неизменным, но если по каким-либо причинам капитальный ремонт не проводится в установленные сроки, то сокращается остаточный ресурс здания, что впоследствии приводит к повышению затрат на его выполнение [3].

Расходы на капитальный ремонт здания рассчитываются в размере суммы средневзвешенных расходов за расчетный период:

$$PK = T \cdot (PK1 \cdot N1 + PK2 \cdot N2 + \dots + PKN \cdot NN) / (N1 + N2 + \dots + NN), \quad (2)$$

где PK – стоимость капитального ремонта; T – длительность периода от начала расчета до окончания первого капитального ремонта здания; PK1 – стоимость первого капитального ремонта; PK2, ... PKN – совокупность расходов на проведение капитальных ремонтов по видам (1, 2, ...N); (1, 2, ...N); N1, N2, ...NN – количество капитальных ремонтов каждого вида за период, предшествующие первому капитальному ремонту здания.

Текущим ремонтом называют ремонт, который проводится ежегодно для устранения преждевременного износа для исключения незначительных повреждений и дефектов, т.е. имеет профилактический характер. Формула расчета затрат на текущий ремонт аналогична определению затрат на капитальный ремонт:

$$PT = T \cdot (PP1 \cdot N1 + PP2 \cdot N2 + \dots + PPN \cdot NN) / (N1 + N2 + \dots + NN), \quad (3)$$

где PT – текущие расходы на ремонт; T – длительность периода от начала расчета до начала первого капитального ремонта здания; PP1, PP2, ... PPN – совокупность расходов на проведение плановых ремонтов по видам (1, 2, ...N); N1, N2, ...NN – количество текущих ремонтов общего имущества каждого вида за период до начала периода первого капитального ремонта здания [2].

Улучшение жилищных условий является определяющим фактором благосостояния населения и должно учитываться не только как совокупность факторов, формирующихся в процессе строительства (предоставление жилья, уровень благоустройства), но и как комплекс услуг, оказываемых в отрасли эксплуатации [4].

Библиографический список

1. Наумкина Ю. В., Епифанцева Л. Р. Эксплуатация зданий и контроль за их техническим состоянием. Тюмень: РИО ГОУ ВПО ТЮМГАСУ, 2010. – 82 с.
2. Буравлева А.Ф., Клипина Н.А., Абакумов Р.Г.. К вопросу о расходах на эксплуатацию зданий и сооружений // Международный научный журнал «Инновационная наука» 2016. №12. 38-39 с.
3. Король О.А., Кузнецов Г.С. Многокритериальный анализ мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов // Недвижимость: экономика, управление. 2017. №1. С. 57.
4. Король О.А., Дехтярь Е.В. Влияние организационно-технических мероприятий на пролонгацию межремонтных сроков при проведении капитальных ремонтов // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. 295-298 с.
5. Шрейбер К.А., Король О.А. Оценка показателей долговечности конструктивных элементов и систем при планировании капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы. Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. 2019. 574-577 с.
6. Сайт Аварии в строительстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://olido.ru/tenure-of-employment/cost/579-primenenie-boleedolgovechnykh-materialov-i.html#more-579>.
7. Сайт Дома Москвы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dom.mos.ru>.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЗОРА ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Атаманиук С.В., студент 4-го курса 22 группы ИИЭСМ

Научные руководители – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н., Берлинова М.Н., доц., к.т.н.

Статья посвящена решению вопросов эксплуатации жилых зданий. Эксплуатационные требования к зданиям (сооружениям) подразделяют на общие и особые.

Общие эксплуатационные требования предъявляют ко всем объектам капитального строительства.

Особые эксплуатационные требования определяются спецификой функционального назначения здания (сооружения), а также природно-техногенными особенностями места его расположения.

Нормативные документы [1-5] устанавливают общие эксплуатационные требования к зданиям и сооружениям в условиях нормальной эксплуатации.

Для контроля за обеспечением безопасности жизнедеятельности в нашей стране созданы специально-уполномоченные органы надзора.

Большое количество аварий в жилищно-коммунальном хозяйстве - это следствие низкой организации в работе эксплуатационных организаций.

К сожалению, очень часто именно авария заставляет задуматься о состоянии и сохранности здания и жилого фонда в целом.

Каждая авария складывается из комплекса причин, во главе которых стоит человеческий фактор.

Только после аварии начинается поиск виновных и оценка материального ущерба, например, после прорыва трубопровода центрального отопления с затоплением жилых помещений.

Последствия всегда непредсказуемы, особенно для жителей, которые страдают часто не только от материального, но и от физического ущерба здоровью.

Нормальная эксплуатация здания невозможна без правильной организации системы необходимых обследований и экспертиз высококвалифицированными специалистами. Указания и рекомендации надзорных органов после обследований зданий часто не выполняются в связи с нехваткой материальных, кадровых средств и других возможностей. Должностные лица, ответственные за безопасность эксплуатации зданий, а также вышестоящие руководители при ежедневном контакте с поврежденными конструкциями привыкают к ним, успокаивая себя тем, что конструкции работают бесперебойно уже много лет и смогут прослужить еще несколько.

В большинстве случаев эксплуатация здания не соответствует нормативным требованиям, нарушаются элементарные правила, не проводятся текущие и периодические профилактические осмотры, а соответственно, и ремонты, в результате чего работоспособность конструкций снижается, и

они раньше рассчитанного срока становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации [6-8].

В ходе установления причин аварии уже комиссия выявляет, что специалисты халатно относились к своим должностным обязанностям; инженер по надзору за зданиями – неквалифицированный работник, и не имел даже общих понятий об основах работы строительных конструкций, а потому не смог оценить приближающуюся опасность.

Рекомендаций по обеспечению безопасности и снижению аварийности можно классифицировать по нескольким признакам:

- за зданиями и сооружениями должен быть организован надзор, включающий систематические наблюдения; текущие, периодические и внеплановые осмотры; обследования технического состояния специализированными организациями; своевременное выполнение ремонтов; государственный надзор за безопасной эксплуатацией;

- планирование и соблюдение на предприятиях сроков проведения обследований;

- ответственный подход к проведению текущих и капитальных ремонтов;

- укомплектование специалистами, имеющими строительное образование, служб эксплуатации и надзора в соответствии с нормативами;

- аварийные здания и сооружения следует своевременно выводить из эксплуатации;

- необходимо вводить и осуществлять мониторинг технического состояния зданий и сооружений.

Таким образом, всё вышеперечисленное зависит от грамотно организованной технической эксплуатации жилых зданий, которая строится на правильно проведенных и заранее спланированных систематических обследованиях, строгом выполнении требований безопасности, высокой квалификации специалистов, работающих в управляющих организациях, строгом контроле надзорных органов и отсутствии коррупции.

В заключении можно сказать, что лучше соблюдать все требования и рекомендации по обеспечению выполнения требований безопасности и проводить плановые работы по обслуживанию зданий, чем исправлять последствия аварии и подвергать опасности здоровье и жизни людей.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ (с изменениями от 2 июля 2013 г.) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

2. СП 255.1325800.2016 Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения (с Изменением № 1).

3. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ (последняя редакция).

4. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
5. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
6. Берлинов М.В. Расчёт оснований и фундаментов // М.В. Берлинов, Б.А. Ягупов / Санкт-Петербург, 2011 (3-е, Исправленное).
7. Берлинова М.Н., Антониади В.Д. Развитие методологии расчёта на эксплуатационную пригодность трёхслойных железобетонных стен. БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. №3 (1027). С. 47-49.
8. Korol E.A., Berlinov M.V., Berlinova M.N. Kinetics of the strength of concrete in constructions. Procedia Engineering (см. в книгах). 2016. Т.153. С. 292-297.

СБОР, ХРАНЕНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ МУСОРА

Герасимова В.А., студентка 2 курса 20 группы ИЭУИС
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д т.н.

Однажды физик-ядерщик Нильс Бор произнёс страшную фразу: «Человек не погибнет в атомном кошмаре – оно задохнётся в собственных отходах. К сожалению, с течением жизни мы все сильнее убеждаемся в правдивости слов учёного. По статистическим данным приводятся мрачные цифры количества мусора, производимого человеком: «Ежедневно в мире образуется не менее 3,5 млн тонн твердых бытовых отходов. Согласно результатам исследования, если ничего не предпринимать, то к концу столетия количество отходов возрастет до 11 млн. тонн.»

В «Российской Газете» [1] обнародован так называемый топ стран, производящих наибольшее количество мусора. К ним относятся:

- 1) Канада - 36 тонн на человека в год;
- 2) Болгария - 26,7 тонны
- 3) США - 26 тонн;
- 4) Эстония - 23,5 тонны;
- 5) Финляндия - 16,6 тонны;
- 6) Армения - 16,3 тонны;
- 7) Швеция - 16,2 тонны;
- 8) Люксембург - 11,8 тонн;
- 9) Украина - 10,6 тонны;
- 10) Сербия - 8,9 тонны

В соответствии со статьёй «Всё о переработке и утилизации отходов»[2] в России количество мусора в год на душу населения составляет 500 кг. Цифра значительно меньше по сравнению со странами, представленными выше, не так ли? Однако, в России есть другие несовершенства, усугубляющие проблему мусора: несовершенное законодательство, коррупция, незначительная часть мусора подвергается переработке и сортировке, отсутствие чётких и отлаженных механизмов управления сферой обращения с твёрдыми бытовыми отходами.

Проблема мусора на данный момент стоит наиболее остро не только из-за его количества, но и из-за определённого вреда, который он может принести человеку и окружающей среде. Вред, который мусор может нанести окружающей среде, животным и людям, представлен в статье [3]:

1. Твёрдо-бытовые отходы – благоприятная среда для развития бактерий, паразитической макро- и микрофауны.
2. В некоторых местах захоронения ТБО начинают размножаться грызуны и мухи, которые являются переносчиками инфекционных заболеваний.
3. Парниковый эффект.
4. Осколки стеклянных, пластиковых или строительных отходов травмируют животных и людей, стекло не распадается.
5. Железо травмирует людей и животных. Его распад составляет 18-20 лет, в воде – 2 года.

6. Пластик нарушает обмен газов в воде и почве. Изделия из этого материала проглатывают животные. Пластик разлагается в течение 100-400 лет.

7. Наибольшую токсичность имеют батарейки. Пыль, от входящих в их состав цинка, угля, марганца, свинца вдыхают жители всего мира. Часть веществ попадает в почву и воду. Это все вызывает неизгладимые последствия, которым в наибольшей степени подвержены дети и беременные. Интоксикация приводит к снижению слуха, ухудшению работы почек, нервной системы. Ребенок отстает в физическом, интеллектуальном развитии от сверстников. Правильная утилизация батареек очень важна.

8. Несанкционированное и не соответствующее требованиям экологической биотехнологии хранение ТБО может вызывать выделение вредных веществ в воздух, а также просачивание их в почвенные слои и подземные воды.

Весьма важно, чтобы хранение и процесс утилизации мусора не нарушали экологическую ситуацию города, общественную санитарию и гигиену, здоровье, условие жизни человека. В настоящее время существуют следующие способы хранения и переработки мусора, представленные в учебнике П.Г. Грабового «Управление городским хозяйством и модернизация жилищно-коммунальной инфраструктуры» [4]:

- 1) уменьшить потребление товаров и снизить производство мусора.
- 2) правильно утилизировать и перерабатывать
 - сжигание;
 - захоронение, санитарная земляная засыпка;
 - вторичное использование
 - сортировка и рециклинг;
 - компостирование;
 - пиролиз.

Первым способом утилизации мусора – является его сжигание. К основным преимуществам относится то, что можно быстро избавиться от большого количества мусора по мере его поступления. Однако, при данном способе идёт выброс в атмосферу ядовитых газов, вызывающих различные заболевания у людей, в том числе онкологию. 1 кубический метр сырья приводит к образованию 3 кг токсинов.

Вторым способом является – захоронение мусора. Казалось бы, сколько достоинств! Создает видимость отсутствия ТБО, не требует новых территорий, предназначенных под свалку, и постоянных капиталовложений, но данный способ влечёт за собой неизгладимые последствия – отравление почвы, подземных вод, а сэкономленные деньги вы потратите на борьбу с губительными последствиями захоронения.

К основным преимуществам способа «сортировка» относится возможность получения вторичного сырья для производства различной продукции, а также снижение загрязнения окружающей среды, к недостатку – значительные капиталовложения.

Компостирование – это такой способ утилизации, который подразумевает трансформации мусора при доступе кислорода при температуре по-

рядка 60 градусов. Биомасса ТБО в результате этих реакция в биотермической установке превращается в компост. Для реализации данной технологической схемы необходимо очистить мусор от крупногабаритных предметов, металла, стекла, керамики и т.д. Полученная фракция отправляется в биотермические барабаны, где выдерживается 2 дня. Далее полученная масса вычищается от черных и цветных металлов, измельчается и складывается для использования его в качестве биотоплива или компоста в сельском хозяйстве.

Последним способом является пиролиз. У него огромное количество достоинств: можно одновременно и по мере поступления избавиться от значительного количества мусора, предотвращение загрязнения окружающей среды, лёгкость хранения и транспортировки получаемых продуктов, энергетически выгоден – часть газов пиролиза выводится для использования в качестве жидкого топлива другими потребителями. К основному недостатку относятся значительные капиталовложения для реализации.

В России основными способами хранения и утилизации мусора являются сжигание и захоронение. В нашей стране зачастую создаются нелегальные полигоны, пренебрегаются требования экологической биотехнологии: утилизируется весь мусор вне зависимости от его класса опасности, а также на территории, не предназначенной для хранения мусора (грунтовые воды). Это является наиболее выгодным для предпринимателей, но очень опасным для окружающей среды.

В соответствии с газетой «Комсомольская правда» статьёй «Как штрафуют за мусор в разных странах мира: Тебя посадят, а ты не сори»[5] за границей к вопросу утилизации подходят более ответственно, существует ряд санкций к людям, нарушающим правила сортировки и легализации полигонов. Например, в Австралии предусмотрен штраф, составляющий 7500 \$ (478 425 руб.), за нелегализованную свалку, а также за любую деятельность с отходами, противоречащую законодательству. В Ирландии штраф составляет 5000 \$ (394 400р). Кроме того, иногда нарушение правил обращения с отходами может привести к 12 месяцам тюрьмы. В Сингапуре штраф в 1000 сингапурских долларов (около 50 000р) можно получить даже за малейшее мусорное правонарушение: покормил голубей, выплюнул жевательную резинку, перекусил на улице. В Японии проблему мусора решают наиболее радикально. Выставленные несортированные отходы просто не будут забирать и прикрепят стикер с предупреждением. Незаконный выброс мусора может привести к тюремному заключению до 5 лет и штрафом в 10 миллионов йен, что составляет сумму, приблизительно равную 5 миллионам российских рублей.

Кроме того, некоторые люди стали достаточно творчески подходить к проблеме мусора и предлагать уникальные варианты борьбы с ним

Интересные способы переработки, представленные в статье «Жизнь после свалки: 5 необычных способ переработки мусора»[6]:

1) Мусорное искусство (творчество Джейсона Климоски - огромная инсталляция с названием «Голова в облаках, созданную им из более чем 55 тысяч пустых пластиковых бутылок).

2) Создание искусственный остров из мусора (голландская архитектурная компания WHIM Architecture выступила с инициативой упорядочить плавающие отходы в Тихом океане, создавая из них искусственные острова для жизни и промышленности).

3) Одежда из мусора (например, платье, сшитое из полиэтиленовых пакетов).

4) Машины из мусора (автомобиль с названием Cosmotron).

5) Компания 3D System разработала один из самых необычных и перспективных в мире трехмерных принтеров. Устройство с названием Ekocycle Cube использует в качестве материала для объемной печати пустые пластиковые бутылки [7].

Таким образом, мусор представляет глобальную опасность для окружающей среды и жителей планеты, в том числе нас. Его неправильная утилизация может привести к неизгладимым последствиям: при сжигании выделяются диоксины, что в 500 раз ядовитее стрихнина, которым травят крыс. Вредные вещества, выделяемые мусором, вызывают различные заболевания, в том числе онкологические. При вывозе мусора на полигоны не всегда соблюдаются санитарные нормы, что может привести к загрязнению почвы и подземных вод. Однако, «утонем» ли мы в мусоре, будет зависеть исключительно от нас. Проблему мусора можно решить только путем активного сотрудничества представителей власти и обычных граждан. В наших силах меньше потреблять, тем самым снижая накопление отходов, объединяться для уборки рекреационных и природных зон, рек, озер, морей. Органы власти должны сделать утилизацию мусора более безопасной, легализованной, обеспечить правильную сортировку сырья, его вторичное использование.

Библиографический список

1. Российская газета. URL: <https://rg.ru/2019/07/15/obnarodovan-spisok-samyh-musornyh-stran-mira.html>.

2. Всё о переработке и утилизации отходов. URL: <https://misorish.ru/skolko-musora-proizvodit-1-chelovek-v-god-v-rossii/>.

3. Проблема утилизации мусора в России. <https://azvolga.com/problema-utilizatsii-musora-v-rossii/>.

4. Грабовой П.Г. Управление городским хозяйством и модернизация жилищно-коммунальной инфраструктуры: учебник/ под общ. ред. проф. П.Г. Грабового – Москва: ИИА «Просветитель», 2013. – 840 с.

5. Газета «Комсомольская правда», статья «Как штрафуют за мусор в разных странах мира: Тебя посадят, а ты не сори». <https://www.kp.ru/putevoditel/spetsproekty/shtrafy-za-vybros-musora/>.

6. Жизнь после свалки: 5 необычных способ переработки мусора. URL:<https://novate.ru/blogs/120714/26965/>.

7. Бирх А.В., Гнатовская Н.В., Матюшина К.С. Переработка отходов железобетона после сноса зданий // Синергия Наук. 2017. № 12. С. 1034-1044.

ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ КОМПЛЕКС, КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ВОВЛЕЧЕНИЕМ ИХ ВО ВТОРИЧНЫЙ ОБОРОТ

*Дьякова О.В., студентка 3-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Петросян Р.С., преп.*

Строительные отходы содержат вредные вещества (канцерогены), поэтому следует производить утилизацию особым способом, что поможет сократить загрязнение окружающей среды и вредное влияние на здоровье человека. Кроме этого, строительные отходы, в особенности – цветные металлы, представляют дорогой экономический продукт, характеризующийся высокой стоимостью. На данный момент большинство отходов вывозится на полигоны, что в свою очередь требует значительных экономических затрат из-за больших издержек по транспорту.

В связи с этим вопрос эффективной технологии сбора, переработки и дальнейшего вторичного использования весьма актуален и решает ряд значимых задач.

Ввиду возрастающего числа строительных работ для возведения новых зданий и сноса ветхих сооружений, большое количество строительного мусора нуждается в утилизации [1-3]. Однако в условиях современного города есть более рациональные и эффективные методы такие, как вторичная переработка и последующее использование нового материала в строительной отрасли. Подавляющая часть отходов может быть успешно переработана и использована в качестве сырья для создания различных материалов [4].

В России ежедневно образуется около 70 млн. тонн твердых коммунальных отходов.

Источники образования строительных отходов разнообразны:

- продукты, образующиеся в результате жизнедеятельности человека - возведение или снос зданий и сооружений, ремонт, реконструкция;
- последствия природных явлений - извержение вулканов, землетрясение, ураган, наводнение;
- военные действия;
- отходы, образовавшиеся в результате изготовления строительных материалов.

Существуют продукты вторичной переработки и исходные материалы, применяемые при их изготовлении. Для производства вторичного щебня используется три вида материала: бетонные изделия, асфальтовый скол, кирпичный бой. Для асфальтового щебня - асфальтовый скол. Мастика, битумно-минеральная масса – отходы, содержащие битум.

В таблице представлены материалы вторичного производства и примеры их применения.

Области применения материала вторичной переработки

Материал	Пример применения
Вторичный щебень	Строительство дорог, строительные материалы, ландшафтная архитектура
Асфальтовый щебень	Строительство дорог
Кровельные нарезки	Дорожное строительство, тротуары, пешеходные дорожки
Мастика, битумно-минеральная масса	Кровельные материалы, дорожное строительство

Образующиеся строительные отходы состоят из лома железобетона, кирпича, отходов утеплителей, гипсолита, полимерных материалов, битума, асфальта и т.д., как показано на рис. 1 [5].



Рис. 1. Строительные отходы

Строительные отходы представляют собой сырье, применяемое впоследствии, как вторичный продукт, способный уменьшить затраты на строительство новых зданий или реконструируемых объектов.

В этом можно наблюдать ресурсосберегающий эффект от применения вновь используемых материалов. Подобная организация строительного мусора позволяет снизить нагрузку на полигоны захоронения отходов, которые увеличиваются ежедневно.

В мировой практике применяют два ключевых принципа переработки тяжелых строительных отходов: переработка образовавшихся отходов непосредственно на месте возникновения или переработка на специализированных комплексах.

Первый случай не имеет возможности получения в конечном итоге чистого и фракционного продукта, так как исключает возможность установки дробильной системы. Также, метод требует особых экологических защитных мер к близлежащим жилым домам.

Второй случай подразумевает дополнительные транспортные затраты на доставку мусора к месту переработки, но расходы компенсируются эффективной работой дробильно - сортировочного комплекса большой мощности, что впоследствии дает качественную переработку без посторонних включений, относительно понятным и простым решением экологических проблем.

В работе был подготовлен сбор и анализ данных по ряду организаций являющихся конкурентами в области переработки вторичных отходов.

Примером компании, которая имеет в наличии дробильно – сортировочный комплекс в Москве и Московской области, является ООО «ФПК Сатори». Один из стратегических видов деятельности компании – рециклинг. Данный термин подразумевает повторное промышленное использование отходов производства.

Предприятие САТОРИ имеет два дробильно – сортировочных комплекса. Дробильно-сортировочный комплекс перерабатывает примерно около 1.3 млн. тонн строительных отходов в год.

Среди эффективного импортного оборудования стоит отметить: грохоты: Турбогрохот EXTEC, PowerScreen, дробилки: Metso, Parker Plant, Pegson. Также имеется стационарное производство.

Дробильно-перерабатывающий комплекс производит вторичный щебень разных фракций для различных нужд, что значительно упрощает утилизацию отходов железобетонного лома при разборке и сносе строений.

В организации отработан замкнутый цикл по сносу объектов и их переработке в виде четырех технологических этапов, которые представлены на рис. 2. [6]

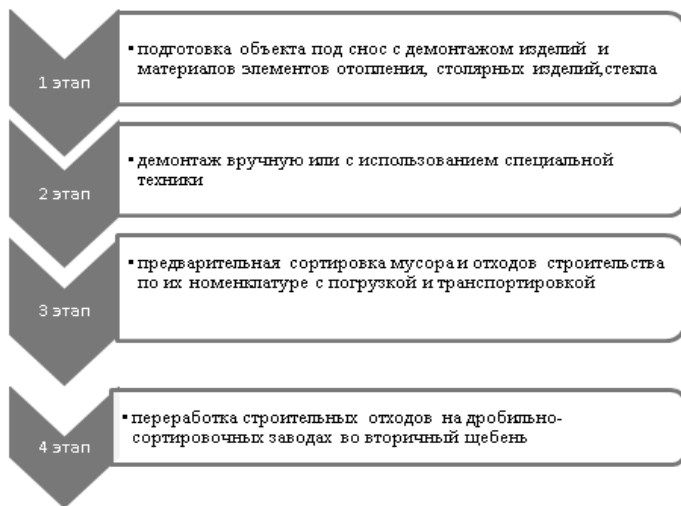


Рис. 2. Замкнутый цикл по сносу объектов и их переработке

Для переработки во вторичный щебень часто используют железобетонные отходы строительства. На различных этапах строительства также могут применяться бетонный, кирпичный и вторичный щебень.

Спектр применения подобного рода щебня многогранен: в ландшафтной архитектуре, при сооружении дорог, в качестве сырья для строительных материалов, в том числе, как наполнитель для бетонов классом до В20, для замены грунта при засыпке, под фундаментное основание. Особенно в Москве часто можно увидеть вторичный щебень в качестве украшения дорожек, создания «альпийских гор».

Бетонный щебень фракции 5-10 мм широко применяется при выполнении строительных работ по укреплению грунтов.

Бетонный щебень фракции 20-40 мм подходит для подсыпки при прокладке инженерных коммуникаций, как дренажный слой при устройстве фундаментов.

Бетонный щебень фракции 40-70 мм используется при устройстве значительных размеров парковочных площадей торговых центров.

Выводы: Использование отходов вторичных ресурсов дает высокий экономический эффект. Подобное сырье в 2-3 раза дешевле, чем сырье специально изготавливаемое. В последние два десятилетия можно наблюдать высокий рост строительства, что требует значительных денежных затрат, в особенности на закупку строительных материалов.

Был проведен анализ цен на вторичный щебень в городе Москва на данный момент таких компаний, как «Сатори» и «Экощебень», что представлено на рис. 3. Цена указана за 1 куб.м. с учетом самовывоза.

"Сатори"

- 5-20 - 900 руб.
- 20-40 - 800 руб.

"Экощебень"

- 5-20 - 850 руб.
- 20-40 - 750 руб.

Рис. 3. Сравнение цен на вторичный щебень в Москве

К преимуществам вторичного щебня можно отнести: цена - в два раза дешевле природного щебня; прочность - практически не уступает известняковому щебню.

К недостаткам вторичного щебня можно отнести его визуальную составляющую, но при необходимости она легко исправляется финишным покрытием в виде асфальтной крошки.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57678-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов.
2. Олейник П.П., Олейник С.П. Организация системы переработки строительных отходов. - Москва. 2009. 29 с.
3. Сайт Большого энциклопедического словаря [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gufo.me/dict/bes>.
4. Сайт компании Сатори [Электронный ресурс]. – С.: ООО «ФПК Сатори», - Режим доступа: <https://satori.ru/>.
5. Кравцов А.В., Фенюк Н.А. Прогнозирование экологических рисков при работе промышленных предприятий // Технические науки – от теории к практике. 2014. № 30. С. 125-132.
6. Любарская М.А. Организация обращения со строительными отходами в городах: учеб. пособие. СПб.:СПбГИЭУ. 2011. 168 с.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ В ЖИЛЫХ ДОМАХ, ЯВЛЯЮЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

*Косарев С.А., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.*

Организация и проведение ремонта объекта капитального строительства проводится с соблюдением процедур, предусмотренных Градостроительным кодексом Российской Федерации. В соответствии с п. 3. ст. 4 Градостроительного кодекса к градостроительным отношениям применяется земельное, лесное, водное законодательство, законодательство об особо охраняемых природных территориях, об охране окружающей среды, об охране объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, иное законодательство Российской Федерации, если данные отношения не урегулированы законодательством о градостроительной деятельности. Проведение ремонта объекта капитального строительства являющегося объектом культурного наследия (памятником истории и культуры), включенным в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, либо выявленным объектом культурного наследия, подлежит особому детальному регулированию соответствующим законодательством. Основными нормативными правовыми документами, регулирующими деятельность по сохранению объектов культурного наследия являются Закон Российской Федерации от 25 июня 2002 г. № 73 -ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», Закон Курганской области от 03 марта 2004 г. № 386 «О государственной охране объектов культурного наследия (памятников истории и культуры), находящихся на территории Курганской области», а также постановлением Правительства Москвы от 10.09.2019 № 1173-ПП «Об утверждении Порядка предоставления субсидий из бюджета города Москвы региональному оператору, владельцам специальных счетов в целях возмещения затрат, связанных с проведением работ по сохранению объектов культурного наследия, выявленных объектов культурного наследия, при проведении работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории города Москвы». Учитывая особый статус объектов капитального строительства, являющихся объектами культурного наследия, наличие вызванных этим статусом оременений, проведение работ по ремонту зданий-памятников требует от собственников и пользователей данных объектов, заказчиков и подрядных организаций, проводящих ремонтные работы, выполнения целого ряда обязательных условий, направленных на максимальное сохранение предметов охраны, послуживших основанием для включения объектов культурного наследия в реестр, предотвращение разрушения памятников и причинения им вреда [1].

Терминология: Градостроительный кодекс Российской Федерации регулирует градостроительные отношения, в число которых входит строительство объектов капитального строительства, их реконструкция, а также их капитальный ремонт, при проведении которого затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности таких объектов. Наличие у объекта недвижимого имущества статуса объекта культурного наследия вводит данный объект в сферу действия отношений по сохранению объектов культурного наследия и сужает возможность непосредственного применения норм градостроительных отношений. Так невозможным оказывается строительство на территории памятника, запрещена реконструкция объектов культурного наследия, поскольку невозможно изменение параметров здания-памятника, составляющих его предмет охраны (одним из предметов охраны практически всегда выступает объемно-пространственная композиция здания). В сфере действия отношений по сохранению объектов культурного наследия непосредственно под сохранением объекта культурного наследия, согласно статьям 40-44 Федерального закона «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» понимаются направленные на обеспечение физической сохранности памятника ремонтнореставрационные работы, в том числе: консервация объекта культурного наследия - научно-исследовательские, изыскательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях предотвращения ухудшения состояния объекта культурного наследия без изменения дошедшего до настоящего времени облика указанного объекта, в том числе противоаварийные работы; ремонт памятника - научно-исследовательские, изыскательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях поддержания в эксплуатационном состоянии памятника без изменения его особенностей, составляющих предмет охраны (т.е. это работы, не затрагивающие непосредственно предмет охраны); реставрация памятника или ансамбля - научно-исследовательские, изыскательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях выявления и сохранности историко - культурной ценности объекта культурного наследия; приспособление объекта культурного наследия для современного использования - научно-исследовательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях создания условий для современного использования объекта культурного наследия без изменения его 2 особенностей, составляющих предмет охраны, в том числе реставрация представляющих собой историко-культурную ценность элементов объекта культурного наследия. Следует обратить внимание, что законодательство об охране объектов культурного наследия не предполагает дифференциацию понятия «ремонт памятника» на текущий и капитальный, поскольку и в том и другом случае, процедура проведения работ остается единой. В практике организации работ по сохранению объектов культурного наследия, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации, а также в собственности поселений и городских округов, наиболее часто проводится ремонт (капитальный ре-

монт), либо ремонт с приспособлением объекта для современного использования [2-3].

Требования к проведению работ по сохранению объектов культурного наследия: Проведение ремонтных работ на объектах культурного наследия, в отличие от других объектов капитального строительства, связано необходимостью выполнения следующих основных требований, изложенных в ст. 45 Федерального закона «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»:

1. Для производства любых ремонтных работ, вне зависимости от их объема и степени вмешательства в конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности необходима разработка проектной документации. Данное положение закреплено уже в самом определении понятия «ремонт памятника», включающего кроме, собственно, производственных работ, научно-исследовательские и проектные работы и представляющего собой единый и неразрывный процесс. Требования к составу проектной документации определяются как органами охраны объектов культурного наследия в задании на проведение работ по сохранению объекта культурного наследия, так и нормами действующего федерального законодательства.

2. Проведение научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ по сохранению памятника возможно только юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, имеющими лицензии на осуществление деятельности по реставрации объектов культурного наследия.

3. Любые работы по сохранению объекта культурного наследия, включая ремонт памятника, проходят на основании письменного разрешения и задания на проведение указанных работ, выданных органом государственной власти, уполномоченным в сфере государственной охраны объектов культурного наследия [4].

Механизм организации и проведения работ по сохранению объектов культурного наследия на территории Курганской области: Организация проведения работ по сохранению объектов культурного наследия и их проведение на территории Курганской области состоит из следующих обязательных этапов:

1. Собственник (пользователь) объекта культурного наследия обращается в Управление культуры Курганской области с заявлением о выдаче задания на проведение работ по сохранению объекта культурного наследия. В задании с учетом мнения заявителя указывается содержание работ, а также требования к составу проектной документации.

2. Собственник (пользователь) объекта культурного наследия либо организация – исполнитель работ по сохранению объекта культурного наследия, обращается в Управление культуры Курганской области с заявлением о выдаче разрешения на проведение работ по сохранению объекта культурного наследия (научно-исследовательские, изыскательские и проектные работы). Обязательное условие выдачи разрешения: наличие лицензии на

осуществление деятельности по реставрации объектов культурного наследия с соответствующими разрешенными видами выполняемых работ (научноисследовательские, изыскательские и проектные работы).

3. Разработанная в соответствии с выданным заданием проектная документация направляется на согласование в Управление культуры Курганской области.

4. Согласованная проектная документация, в случаях, предусмотренных в ст. 49 Градостроительного кодекса, направляется на государственную экспертизу проектной документации.

5. После проведения всех предусмотренных законодательством согласований и экспертиз один экземпляр проектной документации направляется в Управление культуры Курганской области для постоянного хранения.

6. Собственник (пользователь) объекта культурного наследия либо организация – исполнитель работ по сохранению объекта культурного наследия, обращается в Управление культуры Курганской области с заявлением о выдаче разрешения на проведение работ по сохранению объекта культурного наследия (производственные работы). Обязательные условия выдачи разрешения: наличие лицензии на осуществление деятельности по реставрации объектов культурного наследия с соответствующими разрешенными видами выполняемых работ (производственные работы); наличие проектной документации, согласованной органами государственной охраны объектов культурного наследия; наличие договора авторского (технического надзора).

7. Управление культуры Курганской области осуществляет контроль за ходом производства работ. При выявлении нарушений установленного порядка проведения работ по сохранению объекта культурного наследия контролирующим органом может быть выдано предписание заказчик и исполнителю работ об их приостановлении. Возобновление работ возможно только после устранения выявленных нарушений и ликвидации опасности разрушения памятника на основании письменного разрешения контролирующего органа.

8. После выполнения работ по сохранению объекта культурного наследия физические и ли юридические лица, осуществлявшие научно - методическое руководство работами, сдают в трехмесячный срок отчетную документацию, включая отчет о выполненных работах.

9. Управление культуры Курганской области производит приемку выполненных работ по сохранению объекта культурного наследия [5-7].

Особенности размещения государственного и муниципального заказа на выполнение работ по сохранению объектов культурного наследия: Учитывая, что объекты культурного наследия являются особым видом недвижимого имущества, существует ряд особенностей, которые необходимо учитывать при формировании планов и программ проведения ремонтов объектов капитального строительства, находящихся в государственной собственности и в собственности поселений и городских округов, а также учитывать при проведении процедуры размещения государственного или муниципального заказа [8, 9]:

1. В титуле объекта, на который в бюджете предусматривается целевое финансирование, необходимо обязательно отражать его особый статус, т.е. давать указание «объект культурного наследия» либо «памятник истории и культуры». Аналогичное указание необходимо давать и в документации по размещению заказа в пункте «предмет контракта».

2. В документации по проведению торгов необходимо указывать на соответствие участников размещения заказа требованиям, устанавливаемым в соответствии с законодательством Российской Федерации к лицам, осуществляющим выполнение работ, являющихся предметом торгов, а именно, наличие лицензии на осуществление деятельности по реставрации объектов культурного наследия.

3. При выполнении указанных выше условий при проведении процедуры рассмотрения заявок на участие в торгах комиссия должна отказать в доступе к участию в торгах организации, не имеющей лицензии на осуществление деятельности по реставрации объектов культурного наследия.

Библиографический список

1. Кузнецова Г.Ф. Здания и сооружения: Учебное пособие / СПбГИ-ЭУ.-СПб.:СПбГИЭУ, 2010. - 292 с.

2. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 144 с.

3. Вольфсон В.Л. и др. Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий: Справочник производителя работ / В.Л. Вольфсон, В.А. Ильяшенко, Р.Г. Комисарчик. – 2-е изд., репринтное. – М.: Стройиздат, 2003. – 252 с.

4. Девятаева Г.В. Технология реконструкции и модернизации зданий: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 250 с.

5. Справочник строителя. Справочник / Г.М. Бадьин, В.В. Стебаков. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 340 стр.

6. Бадьин Г.М., Заренков В.А. Справочник строителя-технолога. – СПб.: ЛенспецСМУ 2005. – 320 с.

7. Федоров В.В. Реконструкция и реставрация зданий: Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2003. – 208 с.

8. Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий: Учебное пособие для архитектурных и строительных спец. вузов/ Серия «Учебники и учебные пособия» - Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 2004 – 256 с.

9. Король О.А. Организационно-технологический механизм реализации энергосберегающих мероприятий при возведении объектов монолитного домостроения: Диссертация/МГСУ, 2016 . - 147 с.

СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ В ДОМАХ ПО ПРОГРАММЕ РЕНОВАЦИИ

*Кралин Д.М., студент 1-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Король О.А., доц., к.т.н.*

Под словом «реновация» понимают процесс улучшения, обновления и реконструкции сооружений без нарушения единой конструктивной основы.

Другими словами, этот термин подразумевает повышение качества жизни жильцов в морально и физически устаревших многоквартирных домах.

Реализация программы московской реновации началась 1 августа 2017 года. Программа предусматривала расселение более 1 миллиона человек в новые дома, отвечающие современным стандартам. В каждом районе города были проведены голосования и по их итогам в программу московской реновации было решено включить 5137 домов. Первые переселения жильцов начались в феврале 2018 года.

Малоэтажные жилые застройки, в народе называемые «пятиэтажками», в своё время являлись социальным жильём, которое возводили в период с 1957 по 1985 год. Настоящий срок службы этих домов увеличился по сравнению с нормативным сроком более чем в два раза. Расчётный срок службы этих зданий был рассчитан на 25 лет, после чего предполагался их снос. Но из-за малого объема строительства и нехватки жилья, фактический срок использования «пятиэтажек» увеличился и продолжает увеличиваться по сей день. В начале 2000-х годов износ зданий составлял около 70%. Образовалась проблема с обслуживанием и ремонтом данных домов из-за их плохой ремонтпригодности. Так как эти здания планировалось сносить, в них не подразумевалась возможность серьезного ремонта и замены стояков центрального отопления, ГВС и ХВС, а также замены электрооборудования. При планировании капитального ремонта было установлено [8], что затраты на реконструкцию зданий превысят средства необходимые для его сноса и постройки нового жилья. Вследствие того, что неэнергоэффективным «пятиэтажкам» для поддержания их в исправном состоянии требуется значительно больше ресурсов, нежели современным многоквартирным домам. Правительством была разработана программа сноса малоэтажных жилых сооружений и расселения жильцов в абсолютно новые здания, отвечающие современным стандартам и требованиям.

При проектировании новых жилых комплексов необходимо было решить целый комплекс сложных инженерных задач, который включал в себя, помимо прочего, решение проблем с теплоснабжением этих домов, а именно [3]:

- усиления теплозащиты и герметичности ограждающих конструкций;
- монтажа современных стеклопакетов;
- использования современных усовершенствованных теплоизоляционных материалов;

- создания индивидуальных тепловых пунктов с возможностью автоматической регулировки подачи теплоносителя;
- установки системы управления освещением, датчиками присутствия в общественных зонах и др.

В то же время, перед проектировщиками новых ЖК была поставлена задача о внедрении современных систем отопления, холодного и горячего водоснабжения, при этом с наименьшими затратами на монтаж и обслуживание и возможностью лёгкого и удобного доступа к этим коммуникациям, а также возможностью будущей модернизации.

Особое внимание в новых проектах жилья, предназначенного для переселения людей из аварийных домов, уделяется проектированию современных систем отопления, которые будут обеспечивать высокий уровень комфорта, надёжности и удобства в эксплуатации в любое время года.

К сожалению, нынешние системы отопления в малоэтажных жилых застройках по ряду причин являются несовершенными в плане своей энергоэффективности. Пожалуй, самым главным недостатком таких систем является неравномерное распределение тепла по квартирам.

В основном это связано с тем, что во времена постройки этих домов повсеместно применялась схема однотрубной верхней разводки. В таком случае теплоноситель подаётся начиная с верхнего этажа и заканчивает свой путь в нагревателе, расположенном, как правило, в подвале. Неравномерное распределение тепла в свою очередь связано с тем, что наибольшая степень нагрева радиаторов будет на верхних двух этажах и в процессе спуска теплоноситель будет терять всё больше и больше тепла на каждом новом этаже. На выходе мы получаем «перегретые» верхние этажи и условно «холодные» цокольный и первые жилые этажи здания.

Еще одним существенным недостатком таких систем отопления является тот факт, что они исчерпали свой технический ресурс. В связи с особенностями проектирования данных зданий, стояки системы отопления находились в квартирах жильцов, что было единственным подходящим решением при проектировании такого многоквартирного дома, рассчитанного на срок службы в 25 лет. По этой причине, стояки системы отопления располагались в квартирах жильцов, что создавало проблемы при их обслуживании и замене. Также на внутренней поверхности труб неизбежно образуются известковые наросты, которые приводят к уменьшению диаметра труб и, как следствие, к уменьшению теплоотдачи.

Также стоит отметить полное отсутствие системы регулирования температуры на приборах. Уменьшение притока теплоносителя приборами невозможно, так как это скажется на гидравлическом давлении на всей системе. Единственный выход – установка байпаса на каждый радиатор.

В связи с климатическими особенностями московского региона, в новом жилье необходимы системы, которые будут «подстраиваться» под погодные условия, автоматически регулируя температуру и расход теплоносителя. Благодаря этому жители новых кварталов больше не будут испы-

тывать проблем с избыточным или недостаточным количеством тепла в своих квартирах и смогут жить в комфортных условиях круглый год.

В решении этой задачи может помочь повсеместный переход от использования центральных тепловых пунктов (ЦТП) в пользу индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) [4], устанавливаемых в техническом подполье зданий. Вариант с использованием индивидуальных пунктов оказывается эффективнее ЦТП за счет доступной и простой эксплуатации и обслуживания, снижения эксплуатационных расходов и сокращения теплопотерь в системах горячего водоснабжения. Также плюсом данной системы является уменьшение расхода электроэнергии на циркуляцию и перекачку горячей воды. Внедрение ИТП в жилых домах потенциально позволяет получить положительный экономический эффект за счет обеспечения учета тепловой энергии, большей точности в автоматической регулировке режимов работы и количества отпускаемой потребителям тепловой энергии [7].

В качестве подтверждения вышесказанному, можно привести пример реализации похожей городской программы в г. Казань, которая предусматривала перевод потребителей на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты. По итогам этой программы выяснилось, что помимо экономии средств на текущий ремонт труб, она также позволила обеспечить население более качественными услугами теплоснабжения без перебоев и в автоматическом режиме. Окончательный переход на повсеместное использование ИТП в Республике Татарстан обеспечил экономию энергии в сфере теплоснабжения жилого фонда примерно на 25%.

Еще одним важным фактором, от которого зависит конечное качество и эффективность системы отопления является правильный выбор материала трубопровода [1,2], который будет транспортировать теплоноситель по всему жилому зданию, и материала радиаторов, которые будут отдавать основную массу тепла в квартирах. Многие исследования отечественных и зарубежных экспертов говорят о том, что наиболее оптимальными по соотношению цены/качества являются трубы из полимерных материалов. Из всего многообразия представленных на рынке полимерных изделий особой популярностью пользуются полипропиленовые трубы [5]. Этот вид труб имеет высокую коррозионную стойкость, высокий коэффициент теплового расширения, сравнительно малую плотность и срок службы 20-25 лет при нормальных условиях эксплуатации. А с учётом того, что средний плановый срок проведения капитального ремонта в настоящее время составляет 25 лет, выбор в пользу полипропиленовых труб является очевидным. Они просты в монтаже, легко заменяются при необходимости и не требуют от монтажника специальных навыков и специализированного оборудования. Что касается радиаторов, то в настоящее время проектировщики все чаще отдают предпочтение алюминевым и биметаллическим радиаторам. Первые обладают красивым внешним видом и отличной теплопередачей, однако, они плохо переносят теплоносители с сильной кислотностью и большое давление в системе. Вторые же не обладают перечисленными выше недостатками, поскольку сочетают в себе сильные стороны металлических и

алюминиевых изделий, но при этом часто невыгодны с экономической точки зрения.

Немаловажную роль в эффективности системы отопления играет выбор оптимальной схемы разводки труб в здании. Как было отмечено выше, в малоэтажном строительстве времен СССР преобладала однотрубная система с верхней разводкой, которая по ряду также указанных причин была относительно неэффективной. И хоть в настоящее время часть проектировщиков все еще используют однотрубную схему отопления в проектах, многие инженеры многоэтажных жилых зданий отказываются от этой схемы в пользу двухтрубной системы, которая является более предпочтительной [6]. Она предпочтительна, так как предоставляет жильцам одинаково комфортные температурные условия в их квартирах. Это происходит за счёт того, что нагретый теплоноситель из радиатора подаётся не к следующему отопительному прибору, а в обратный контур и отправляется в ИТП для последующего подогрева. Популярным инженерным решением также является перенос стояков отопительной сети в пространство мест общего пользования (МОП). Это позволяет производить ремонт и замену труб без особого дискомфорта для жильцов. Среди преимуществ стоит выделить и возможность установки на каждый отопительный прибор своего отдельного теплосчётчика. Они позволяют контролировать температуру теплоносителя в приборе и, следовательно, позволяют собственникам добиться значительной экономии средств на коммунальных услугах. У данной системы, конечно, есть и недостатки. К ним относится сложность подключения такого типа системы, что делает реализацию довольно продолжительной и недешёвой. Не стоит забывать и про дорогое обслуживание таких систем. Несмотря на эти недостатки, данное инженерное решение является наиболее рациональным по отношению к современному многоэтажному строительству.

Подводя итог, можно с уверенностью сказать, что проблемы с теплоснабжением и отоплением, которые, очевидно, были и есть в старых малоэтажных застройках, в новых проектах могут быть устранены с помощью грамотных инженерных решений, направленных на повышение качества жизни. Использование новейших материалов и проектирование энергоэффективных систем обеспечат высокий уровень комфорта, надёжности и, следовательно, экономии денежных средств собственников новых квартир.

Библиографический список

1. Жилин, И.В. Анализ материалов трубопроводов для систем отопления / И.В. Жилин, А.А. Гладилин // Научный альманах. – 2016. – № 4-3(18). – С. 78-81.
2. Бухин В.Е. Трубопроводы для автономных систем отопления / журнал «Аква-Терм». 2016. №1. – Режим доступа: https://aqua-therm.ru/articles/articles_387.html

3. Зильберова И.Ю., Петрова Н.Н. Модернизация зданий с целью повышения энергоэффективности, комфорта и безопасности проживания, а также продления срока эксплуатации жилых зданий // Инженерный вестник Дона, 2012. № 4.

4. Гайфуллина А.Р., Ахмерова Г.М. Эффективное тепловое решение: переход от ЦТП к ИТП. – Режим доступа: <http://ucom.ru/doc/conf/2015.06.07.pdf>.

5. Кусакина М.М., Кузнецова Е.В. Технико-экономическое обоснование выбора материала труб систем водоснабжения [Текст] //Сборник статей Международной научно-практической конференции «НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ИННОВАЦИИ». 2016. С. 116-119.

6. Кононова, М.С. Алгоритм выбора оптимальной схемы централизованного теплоснабжения жилой застройки // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2016. – № 1(7). – С. 125- 129.

7. Кононова, М.С. Алгоритм расчета энергосберегающего потенциала зданий при автоматическом регулировании систем отопления // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2015. – № 2(6). – С. 71-74.

8. Бабаян А.Д., Король О.А. Проблемы при капитальном ремонте фасадов // МЛ-41 ТОМ 6 Наука молодых – будущее России 10-11 декабря 2019 года. 2019. С. 13-16.

МЕТОДИКА ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В РАМКАХ РАБОТ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Кузина И.С., студентка 1-го курса 14 группы ИСА
Научный руководитель - Римшин В.И., проф., д.т.н.*

Тепловизионное обследование – это обследование ограждающих конструкций (фасад, кровля) с помощью тепловизора. Полученные в результате съемки термограммы анализируются и выявляются участки теплопотерь, выполняются вскрытия зон ограждающих конструкций для выявления причин дефектов. Целью выполненной работы по тепловизионному обследованию общественного здания является наглядное выявление возможных скрытых конструктивных, технологических, теплоизоляционных и строительного-монтажных дефектов в процессе эксплуатации, а также фиксация всех выявленных нарушений и температурных аномалий, при определенных условиях [1].

В статье представлена методика проведения работ по обследованию нежилого двухэтажного здания. На основании проведенного обследования было определено техническое состояние ограждающих конструкций реконструируемого здания методом дистанционного измерения тепловизором полей температур поверхностей ограждающих конструкций здания как с наружных фасадов, так и внутри здания, выявлены дефекты и повреждения ограждающих конструкций и приведены рекомендации по их устранению [2-3].

Основной задачей обследования являлось выполнение тепловизионной съемки здания как с наружных фасадов, так и внутри здания с целью выявления существующих дефектов, приводящих к нарушению теплоизолирующих свойств конструкций здания.

Методика проведения обследования. Методика включает в себя тепловизионное обследование ограждающих конструкций, которое включает в себя: температурные бесконтактные натурные обследования поверхностей наружных и внутренних ограждающих конструкций в режиме реального времени; обнаружение скрытых дефектов теплозащиты.

Кроме того, тепловизионное обследование позволяет выявлять следующие дефекты ограждающих конструкций: мостики тепла и холода, образованные некорректными конструкторскими решениями, отклонениями от технологии производства конструкций, некачественным строительством; места протечек воздуха и воды; отслоение штукатурки, облицовки и других покрытий; некачественное исполнение многослойных конструкций.

На объекте было выполнено инструментальное и визуальное обследование. Съемка выполнялась тепловым методом с использованием тепловизора IRTIS- 2000. В результате тепловизионной съемки выявляются дефекты, выражающиеся в четко локализуемых участках с повышенными или пониженными температурами поверхности, которые возникают в результа-

те следующих явлений: инфильтрация - проникновение окружающего воздуха внутрь помещения через неплотные притворы окон, отсутствующие уплотнители, сквозные отверстия в утеплителе и пароизоляции оконных блоков. При неработающей системе приточно-вытяжной вентиляции активная инфильтрация наблюдается на нижних этажах. Эксфильтрация – утечка теплого воздуха из здания. Эксфильтрация наблюдается, как правило, на верхних этажах здания [4-5]. Разница атмосферных давлений на разных этажах здания создается за счет нагрева воздуха, инфильтруемого на нижних этажах и поднимающегося вверх, из-за чего атмосферное давление на верхних этажах поднимается, наличие участков с пониженным сопротивлением теплопередаче, что может быть обусловлено различными факторами.

При проведении обследования выполнялось термографирование внутренних и наружных поверхностей ограждающих конструкций. Перед проведением съемки каждой серии термограмм проводился анализ окружающей среды (температура воздуха, температура обследуемых поверхностей, влажность), в соответствии с измеренными параметрами настраивался тепловизор. После проведения обследования, полученные термограммы были обработаны и нормированы по температурной шкале.

При визуальном обследовании внимание обращалось, прежде всего, на вероятные причины возникновения теплотехнических дефектов [6].

Результаты инструментального тепловизионного обследования. В процессе тепловизионного обследования, были выявлены следующие дефекты ограждающих конструкций. Отсутствие, либо недостаточность гидроизоляции и теплоизоляции подвала цоколя здания о чем говорит красный и желтый цвет цоколя (повышенные теплопотери) на представленных термограммах. Увлажнение конструкций цоколя, нарушение гидроизоляции. Повсеместные значительные теплопотери через окна здания, в результате их низкой теплоизолирующей способности, что обусловлено самой устаревшей конструкцией окон и их существенным износом. Повсеместные значительные теплопотери через наружные двери здания, в результате их низкой теплоизолирующей способности, что обусловлено самой устаревшей конструкцией дверей и их существенным износом. Внутри здания отмечены следы протечек на потолке одноэтажной части, и чердачного перекрытия 2-го этажа. Отмечены повышенные теплопотери по чердачному перекрытию в результате его недостаточной теплоизоляции и имевших место протечек. В подвале в правой одноэтажной части здания обнаружено плохо замурованное окно приямка, приводящее к повышенным теплопотерям. Отмечены отдельные случаи неправильной работы радиаторов отопления. Застаивание холодного воздуха в области сопряжения стен и потолка, возможные трещины на стыках стен, обусловленные отсутствием циркуляции воздушных масс, что в свою очередь приводит к повышению влажности, что в свою очередь сильно влияет, как на долговечность несущих конструкций, так и на их теплопроводность и микроклимат в помещениях [7-8].

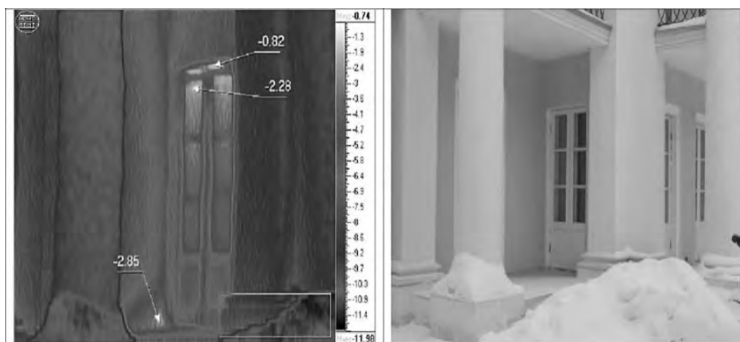


Рис. 1. Съёмка наружных фасадов здания



Рис. 2. Съёмка внутри здания (подвал)

Выводы. Анализируя полученные результаты видно, что ограждающие конструкции здания имеют значительное количество дефектов, приводящих к существенным теплов потерям. Достаточная положительная температура в здании поддерживается только за счет эффективной работы системы отопления [9].

Библиографический список

1. Римшин В.И., Кузина Е.С., Кузина И.С. Методы инструментального обследования в ходе комплексных работ по оценке технического состояния зданий водоочистки Университетская наука. 2019. № 2 (8). С. 17-22.
2. Rimshin V., Aralov R. Sustainable regeneration of urban areas. В сборнике: E3S Web of Conferences 2019. С. 01011.
3. Римшин В.И., Грунтов П.С. Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций, подвергшихся воздействию пожара Университетская наука. 2019. № 2 (8). С. 12-16.

4. Римшин В.И., Кузина Е.С., Филькова Н.В. Методы технического обследования стен жилого дома в городе Москве для мероприятий в ходе капитального ремонта. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 47-51.

5. Kuzina E., Rimshin V., Kurbatov V. The reliability of building structures against power and environmental degradation effects В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic edition. 2018. С. 042009.

6. Трунтов П.С. Обзор программного обеспечения для работы с информационной моделью (BIM) объектов ЖКХ при эксплуатации В сборнике: Дни студенческой науки Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации. Электронный ресурс. 2018. С. 343-347.

7. Кузина Е.С. Методы определения армирования несущих железобетонных конструкций как один из этапов эксплуатации и капитального ремонта зданий и сооружений В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 1007-1009.

8. Римшин В.И., Кузина Е.С., Неверов А.Н. Принципы инструментального обследования стен многоквартирного дома при организации капитального ремонта Недвижимость: экономика, управление. 2017. № 2. С. 37-40.

9. Римшин В.И., Кузина Е.С., Хамракулов Р.Д. Анализ технического состояния несущих конструкций сооружений водоподготовки и водоотведения для последующего их усиления В сборнике: Безопасность строительного фонда России проблемы и решения материалы Международных академических чтений. 2019. С. 294-302.

НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Лебедев И.В., студент 4-го курса 22 группы ИИЭСМ

Научные руководители – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н., Берлинова М.Н., доц., к.т.н.

Конструктивная безопасность жилых зданий регламентируется нормативными требованиями обеспечения безопасности [1] и заключается в том, что в условиях воздействий на конструкции зданий эксплуатационных нагрузок, а также возможно чрезвычайных и разрушительных в совокупности, объекты недвижимости должны защищать людей, а не становиться для них травмирующим фактором и угрозой для здоровья и жизни.

Надежность, долговечность и безопасность эксплуатации жилых зданий в первую очередь зависит от исправного состояния фундаментов. Фундамент является важнейшей частью любого здания или сооружения. В связи с этим, контроль качества фундаментов, на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации, приобретает особенно важное значение. Фундамент воспринимает и передает на основание всю нагрузку от здания, поэтому допущенные при проектировании и строительстве фундамента ошибки всегда являются критическими, так как приводят к большим материальным затратам по их восстановлению. Неудовлетворительное состояние фундаментов, в конечном счете, приводит к аварийному состоянию, а в особо тяжелых случаях и к разрушению здания.

В процессе длительной эксплуатации в фундаментах появляются различные дефекты и недостатки, такие как деформации, просадки, трещины, разрушения, сколы, изломы, вывалы в теле фундаментов, оголение арматуры, коррозионные явления в теле бетонных фундаментов, появление сырости, повреждение вертикальной и горизонтальной гидроизоляции фундаментов, местные просадки оснований, в результате которых в стенах кирпичных зданий появляются трещины; в крупнопанельных и крупноблочных зданиях расходятся швы и т.д.

Факторы, отрицательно влияющие на надежность системы, следующие:

– влияние внешних воздействий в измененных режимах. Негативное влияние окружающей среды: повышенная влажность, рыхлые или пучинистые (чрезмерное содержание влаги) почвы, резкие перепады температуры, грунт с неоднородным составом и т.п.

– нарушение технологии работ при возведении фундаментов и некачественные используемые материалы. Это происходит в результате несоответствия марок раствора и класса бетона проекту, нарушения правил армирования, несоответствия марок кирпича и бутового камня, отсутствия перевязки фундаментных блоков, выполнения обратной засыпки пазух пучинистыми грунтами.

– ошибки в проектировании оснований и фундаментов;
– отсутствие или недостаточный геотехнический мониторинг строительства;

– нарушение правил технической эксплуатации фундаментов. Данное нарушение происходит в результате подтопления подвалов, повышения агрессивности грунтовых вод, промерзания оснований, перегрузки фундаментов, механического повреждения при вскрытии фундаментов, вводе и замене коммуникаций. Неправильного устройства подземных технологических помещений, динамические воздействия (сейсмические и взрывные, изменение или нарушение режима работы оборудования, движение транспорта, строительные работы вблизи здания). Также резкие колебания температуры в помещениях, старение материалов фундамента и гидроизоляции, ведение строительства рядом с существующими зданиями без принятия соответствующих мер по их защите.

– недостаточная техническая квалификация служб эксплуатации и ремонтного персонала. Для обеспечения надежности и долговечности возведенных фундаментов необходим квалифицированный подход на этапе выполнения проектных работ, строгое соблюдение требований проектной и нормативной документации при строительстве, контроль качества используемых строительных материалов.

Для эффективного содержания фундаментов нужно знать нормативно-эксплуатационные требования к ним, а также полную характеристику фундаментов согласно проекту: особенности конкретных вариантов решений фундаментов – ленточных, столбчатых, сплошных, свайных и др.; величину и характер нагрузок, структуру, прочность и др. В ходе эксплуатации нужно осуществлять постоянный уход за основаниями и фундаментами. Большое значение имеют проектные решения по повышению несущей способности при реконструкции здания или сооружения в целом. Целесообразность этих работ решает возможность не только устранения неисправности оснований и фундаментов, но и усиления до требований реконструкции объектов в целом.

Отмеченные выше нарушения существенно снижают эксплуатационную надежность и конструкционную безопасность зданий и являются следствием непрофессионализма сотрудников проектных и эксплуатационных организаций. Встает вопрос о необходимости решения данных нарушений с целью недопущения возникновения аварийных ситуаций в жилом фонде, путем увеличения уровня надзора за стадиями проектирования, строительства и эксплуатации фундамента. Немаловажен повышенный уровень отбора высококвалифицированного персонала в управляющие организации, так как часто аварийные ситуации возникают из-за непрофессионализма и халатности сотрудников эксплуатации.

Очень важен профессиональный подход к возведению такой важной конструкции, как фундамент, ведь от этой системы зависит надежность всего здания в целом. Но также важна правильная эксплуатация фундаментов, профессиональное обслуживание, проведение своевременных ремонтов, поддержание зданий и систем в степени высокой эксплуатационной готовности; сокращение и предупреждение преждевременного морального и физического износа конструктивных элементов.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ (с изменениями от 2 июля 2013 г.) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. Эксплуатация, ремонт и обслуживание зданий и сооружений: учеб. пособие / С.И. Рощина, В.И. Воронов, В.Ю. Щуко: Изд-во ВлГУ, 2005. – 108 с.
- 3.. Техническая эксплуатация зданий: учебник / Г.А. Порывай. – М.: Стройиздат, 1990. – 369 с.
4. СП 22.13330.2011. Свод правил по проектированию и строительству. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
5. Берлинов М.В. Расчёт оснований и фундаментов // М.В. Берлинов, Б.А. Ягупов / Санкт-Петербург, 2011 (3-е, Исправленное).
6. Теличенко В.И., Король Е.А., Каган П.Б., Комиссаров С.В., Арутюнов С.Г., Афанасьев А.А. Управление программами и проектами возведения высотных зданий // МГСУ. Москва, 2010. Сер. Библиотека научных разработок и проектов МГСУ.
7. Korol E.A., Berlinov M.V., Berlinova M.N. Kinetics of the strength of concrete in constructions. Procedia Engineering (см. в книгах). 2016. Т. 153. С. 292-297.

РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

Мазурин Д.М., студент 2 курса 6-м группы ИИЭСМ

Петров А.А., студент 2 курса 6-м группы ИИЭСМ

Научные руководители – Остякова А.В., доц., к.т.н., Король О.А., доц., к.т.н.

Рециклинг представляет собой процесс возвращения разного вида отходов производства в повторное использование. Он даёт возможность рационально применять природные ресурсы и минимизировать ущерб по экологии от производственной деятельности. Переработка необходима именно для крупногабаритных отходов, образующихся при демонтаже зданий [1-3].

В современном мире все больше владельцев недвижимости при отделке отдают своё предпочтение новому материалу – фасадным панелям [4-9]. Указанное покрытие великолепно имитирует натуральные материалы, что означает внешнюю привлекательность и дешевизну. Панели легко монтируются, защищают дом от внешних воздействий. Кроме того, за фасадными панелями крайне легко ухаживать.

Фасадные панели монтируются как на стены, так и на каркас в случае потребности строительства вентилируемого фасада. Как правило, материалы обеспечиваются инструкцией от изготовителей. Панели осуществляются в разных фактурах, что определяет возможность покупателям оформить фасад с любыми своими желаниями. Они не только образуют внешний вид здания, но и наделяют его функциями утепления. Также панели защищают здания от колебаний температуры, порывов ветра и дождя. На рис. 1 графически изображена схема фасада из деревянных стеновых панелей.

Более подробно достоинства и недостатки панелей рассмотри ниже:

1) Панели изготавливаются из любого сырья, создавая практически всегда точную имитацию природных материалов: дерево, камень. Кроме этого, на рынке встречаются панели разного размера и структуры.

2) К абсолютным преимуществам относятся такие факторы:

- абсолютная защита здания от любых явлений;
- все панели изготовлены из искусственного материала, в нашем случае после демонтажа здания, который невосприимчив появлению грибка и к коррозии;
- для фиксации можно применять любой крепёж: гвозди, скобы, саморезы;
- при монтаже панелей допускается вертикальное, а также горизонтальное расположение панелей;
- панели могут применяться для реконструкции ветхих зданий.

Из явных недостатков можно выделить следующее:

1) Монтаж определенных моделей требует привлечения специалистов, что увеличивает стоимость работ.

2) Некоторые виды не подходят для регионов Крайнего Севера.

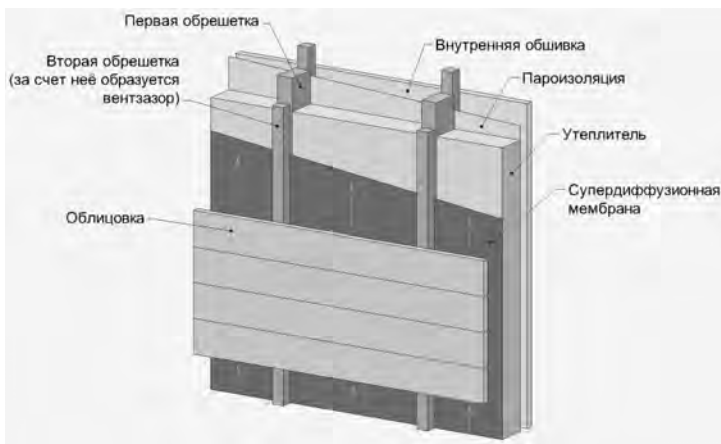


Рис. 1. Схема фасада из деревянных стеновых панелей

Низкий уровень повторного применения переработанных строительных материалов определяют ряд препятствий повторного использования, включая тот факт, что большинство строительных элементов не предназначены для демонтажа, и обусловленные чрезмерные затраты времени на демонтаж в сочетании с низкими затратами на удаление делают демонтаж дорогостоящим процессом. Специалисты по сносу отмечают, что демонтаж может занять от двух до десяти раз больше времени, чем усилия по сносу, что ставит демонтаж в невыгодное экономическое положение.

Однако экономика не является единственной проблемой для повторного применения и переработки. Строительные нормы не имеют дело с утилизированными материалами, и там, где производительность материала не является главным вопросом, коммерческая рациональность может быть вместо этого. Следовательно, даже если строительный материал или элемент может быть демонтирован с технической и экономической точки зрения, он все равно не может быть повторно использован или даже переработан из-за отсутствия рынка для несертифицированных продуктов или продуктов меньшей эстетической привлекательности. Исследование определило ряд проблем, а также показало, что существует потенциал для проектирования перерабатываемых конструкций. Далее рассмотрим аспекты для проектирования перерабатываемых конструкций [10-11].

Взаимосвязанные элементы. Строительные элементы взаимосвязаны, так как один слой конструкции опирается на другой слой конструкции здания. Если метод установки одного элемента исключает его повторное использование, то он, скорее всего, также исключает повторное использование взаимосвязанных элементов. Отделка стен является примером того, как это воздействует на вероятность повторного использования и переработки их субстратов. В то время как механически фиксированные посадочные материалы (например, древесина, пластик) могут быть легко удалены, что

позволяет получить доступ к креплениям опорной конструкции и, в конечном итоге, позволяет ее демонтировать, применяемые отделки (например, штукатурка, черепица) могут затруднить доступ к креплениям несущей конструкции, а в некоторых случаях и сделать невозможным, а также могут загрязнить материал подложки, препятствуя его рециркуляции (например, штукатурка на блоках).

Композиционный материал. Изученные элементы, как правило, зачастую оказывались простыми в повторном использовании, но не поддавались переработке, в связи с чем, рекомендуется избегать использования композитных материалов. Такие материалы как бетон, металл и древесина оказались более подходящими для конкретных методов переработки: бетон легче утилизируется, металлы легко перерабатываются, а древесина легко используется повторно. Так, например металл более всего подходит для изготовления таких фасадных стеновых панелей, где в качестве материала используют алюминий или оцинкованную сталь, который сверху защищают полимерным покрытием. Данные панели из металлических конструкций используют для облицовки и строительства промышленных зданий, цехов и торговых сооружений.

Материал из дерева также подходящий вариант для дальнейшего его использования при производстве фасадных стеновых панелей. Основой панелей из дерева является расщепленная на волокна древесины, которая спрессовывается при высоком давлении и температуре. В процессе производства не применяются фенолформальдегидные смолы. На поверхность панелей наносится краска, которая и выступает защитным слоем. Панели можно облицевать также полимерными материалами или шпоном.

Сборные элементы. Сборные элементы, как правило, часто оцениваются высоко с точки зрения их повторного применения. Но, существуют элементы, которые оцениваются низко с точки зрения их рециркуляции, так как способность к рециркуляции зависит от конструкции самого блока материал которого не может быть переработан.

Удостоверяющий. Повторное использование таких продуктов, как кровельные мембраны, конструкционные элементы или изоляционный материал, может быть затруднено из-за отсутствия сертификации эксплуатационных характеристик элементов. Предоставление информации о строительных изделиях может частично устранить проблему, но в некоторых случаях тестирование все равно будет необходимо, добавляя к стоимости повторного использования изделий. Переработка строительных элементов позволяет обойти вопрос сертификации продукции.

Эстетика. Эстетические препятствия могут создавать барьеры по повторному применению строительных материалов. Явно это относится к значимым элементам и, возможно, больше можно отнести к внутренним, чем к внешним строительным элементам. Возможность повторного нанесения отделки на изделие, подлежащее повторному использованию, может оказаться неоченимой с точки зрения повторного использования таких предметов, как туалетные кабины, которые демонтируются с чрезвычайной

легкостью, но обычно не используются повторно из-за их вторичного внешнего вида в районе здания, где вторичный вид не считается приемлемым.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что определённые области производства стеновых фасадных панелей представляют собой проблему с точки зрения повторно используемых или перерабатываемых зданий. Хотелось бы отметить, что по-прежнему существует потребность в совершенстве рециклинга там, где это возможно. С технической точки зрения, отделка зданий представляет собой, наверное, самую серьёзную техническую проблему, так как существующие варианты, которые дают возможность демонтировать, не являясь традиционно применимыми, которые обращаются к широкой публике, и эстетически приемлемые варианты часто не подлежат рециклингу. Правильный рециклинг отходов и дальнейшее применение панелей дадут возможность их применять для решения различных архитектурных задач.

Библиографический список

1. Адамович В.В., Бархин Б.Г. и др. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1985.
2. Бирх А.В., Гнатовская Н.В., Матюшина К.С. Переработка отходов железобетона после сноса зданий // Синергия Наук. 2017. № 12. С. 1034-1044.
3. Олейник П.П., Бродский В.И. Организация работ по сносу зданий и сооружений в подготовительный период строительства // Технология и организация строительного производства. 2014. № 3. С. 46-49.
4. Особенности отделки современных фасадов - 2016 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fasadoved.ru/dekor-i-dizajn/osobennosti-otdelki-sovremennyh-fasadov.html>, свободный.
5. Какие лучше всего использовать материалы для облицовки фасадов домов - 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pofasadam.ru/materialy/materialy-dlya-oblicovki-fasadov.html>, свободный.
6. Вся информация о вариантах наружной облицовки стен дома - 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sait-pro-dachu.ru/naruzhnaya-oblicovka-sten-doma/>, свободный.
7. Макаев Н. В. Разработка организационно-технологических решений новых методов крепления стеновых панелей // Молодой ученый. 2018. № 3. С. 36-41.
8. Сергеева С.Ю., Ерина А.П. Распространенные материалы в отечественном строительстве, применяемые для архитектурной отделки фасада // Вопросы науки и образования. 2019. № 4. С. 40-44.
9. Чижова М.А. Стеновые панели // Наука и современность. 2011. № 1. С. 251-256.
10. Байер В.Е. Строительные материалы : Учебник / В.Е. Байер. – М.: Архитектура-С, 2005.
11. Айрапетов Г.А. и др. Строительные материалы: учебно-справочное пособие. Изд. 3-е, перераб. и доп. – Ростов н/Д : Феникс, 2007.

ОСОБЕННОСТИ ПОЭЛЕМЕНТНОЙ РАЗБОРКИ ЗДАНИЙ

Мазурин Д.М., студент 2-го курса 6-м группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Остякова А.В., доц., к.т.н.

Одним из вариантов полного или частичного демонтажа жилых и промышленных зданий является поэлементная разборка [1], которая представляет собой трудоемкую работу с использованием преимущественно ручного труда, специализированного оборудования и средств малой механизации. Рассмотрим наиболее важные особенности в подготовительных работах, технических и технологических решений, преимуществе и недостатке поэлементной разборки перед другими способами демонтажа зданий.

Подготовительные работы к разборке зданий выполняются согласно общим требованиям, предъявляемым к строительству зданий [2-11]. Для выведения здания из эксплуатации необходимо отключить его от действующих внешних сетей и коммуникаций, отключаются вводы (выпуска) газа, водопровода, канализации, теплосети, электроснабжения, связи, другие коммуникации. Демонтируются вручную оконные рамы, двери, встроенные шкафы и другие деревянные элементы. Работы должны проводиться со строгим соблюдением норм и правил безопасности, основные из которых - фиксация демонтируемых конструкций и четкое следование очередности работ по разборке. Проведение работ по демонтажу здания не должно проводиться на разных этажах одновременно по одной вертикали. Загрузка машин разбираемыми панелями должна быть на горизонтальной ровной площадке. Нельзя класть на перекрытия здания панели, плиты и другие разбираемые элементы во избежание лишней нагрузки. Воспрещается строповка ж/б элементов за уцелевшие монтажные петли.

Во время поэлементной разборки зданий ведется постоянный контроль состояния несущих конструкций, и в случае образования трещин в них все работы останавливаются, вызывается автор проекта для принятия решения. Также контролируется очередность работ во избежание ситуации, когда демонтаж какого-либо конструктивного элемента является причиной разрушения остальных элементов.

Демонтаж производится в очередности, противоположной постройке здания, другими словами сверху вниз, по этажам, по секциям, способом «на себя». Сценарии строповки и временного крепления элементов выполняют в зависимости от конструкции, размеров и массы сборных элементов. Одна схема может быть применима для строповки нескольких однотипных элементов. Сценарии временного крепления делают на наружные и внутренние панели, на перегородки, блоки инженерных коммуникаций, детали шахты лифтов и т.д. При выполнении строповки демонтируемых конструкций стропами СКК обязательно подкладывается резиновые прокладки толщиной 5-10 мм в местах перегиба стропа по граням конструкций.

При разборке фрагментов горизонтальных конструкций (перекрытия, ригели) следует обеспечить их устойчивость путем размещения под разбираемыми участками опалубочных стоек и каркасов.

Демонтаж кровли заключается в разборке кровельного покрытия, плит (настилов), фризových панелей и плит покрытия. Стыки, швы, металлические связи кровельных плит (настилов) следует освободить от имеющегося старого раствора. Строповка кровельных плит осуществляется с использованием 4-ветвевго стропы (4СК) и 4-ех захватов, вставленных в заранее устроенные, просверленные (пробитые) для этого отверстия. Перед подъемом кровельную плиту поднимают на 20-30 см и проверяют надежность закрепления. Также разбирают фризовые панели, карнизные блоки и плиты покрытия. Демонтаж ограждающих и несущих конструкций дома состоит из демонтажа внутренних и наружных стеновых панелей, плит и блоков.

Поэлементная разборка монолитных железобетонных конструкций производится с применением алмазных дисков и канатных пил. В вырезаемых фрагментах ж/б перекрытий, заранее при необходимости выполняются отверстия для строповки, с дальнейшим их удалением при помощи грузозахватных устройств и последующим складированием на строительной площадке.

Канатная пила применяется для разборки стальных и железобетонных конструкций. Резка алмазным канатом стен и перекрытий основана на применении специального абразивного каната в качестве режущего элемента. В роли абразива выступают мелкодисперсные частицы технического алмаза. Во время резки подводится питание водой для охлаждения алмазного троса. Стенорезная машина представляет собой электроприводную рельсовую систему и предназначена для разборки бетонных, железобетонных и кирпичных конструкций с использованием алмазных режущих дисков диаметром 600-1600 мм. Наибольшая эффективность методов алмазных дисков и канатных пил достигается на захватках, где есть возможность использования грузоподъемных механизмов, поскольку в таком случае разбираемый фрагмент может иметь более крупные размеры. Извлекаемый фрагмент конструкции стропится и погружается на автотранспорт. В случае расположения захватки в подземной части здания, извлекаемый элемент должен иметь габаритные размеры, позволяющие транспортировать его при помощи минипогрузчика, или раздробляться при помощи отбойных молотков.

Работы по разборке здания призваны создать возможность повторного применения не менее 85% продуктов демонтажа: ж/б панелей, плит и блоков - в строительстве, остальных - в процессе утилизации. Степень сохранности (целостности) демонтируемых железобетонных элементов зависит от точности (чистоты) сортировки по видам отходов, подлежащих утилизации и переработке во вторичные строительные материалы и изделия. Основные контролируемые параметры демонтируемых элементов приведены в табл. 1.

Демонтируемые элементы здания могут быть использованы непосредственно или подлежат переработке и утилизации. Железобетонные элементы здания, удовлетворяющие требованиям качества, используют в сельском, городском, дорожном и другом строительстве.

Основные контролируемые параметры демонтируемых элементов

Демонтируемые элементы, отходы демонтажа здания	Параметры, характеристики
Железобетонные панели, плиты, блоки	Размеры поверхностных трещин не более половины размеров панелей, плит, блоков. Размеры сколов граней и углов не более 12% их размеров Объем обнаженной арматуры не более 7% объема панелей, плит, блоков. Отсутствие трещин
Отходы разборки кровли	Отклонения размеров нарезок (1x1 м) не более ± 50 мм
Отходы утеплителя и стекла	Объем посторонних включений не более 5%

Железобетонные элементы, не удовлетворяющие требованиям качества, подлежат переработке на строительный щебень и песок. Отходы утеплителя, стекла и керамики перерабатывают на технологических линиях в сырье для производства строительных материалов и изделий (например, стеновых плит и блоков).

В отличие от других способов демонтажа здания поэлементная разборка имеет ряд недостатков:

1) Подготовительные работы, такие как: расчистка швов между плитами и между ними, срезка сварных швов между закладными деталями, осуществляемые полумеханизированным способом достаточно трудоемки. К тому же, при таких работах выделяется большое количество строительной пыли, которая особо опасна для здоровья человека.

2) Достаточно немалый объем работ по обеспечению безопасных условий труда монтажников на высоте (обеспечение устойчивости конструкций и частей в процессе демонтажа, использование автовышек и др.) при разборке каждой конструкции требует финансовых и временных затрат на их проведение.

3) Проведение работ по обследованию конструкций разбираемого здания требуют дополнительных финансовых затрат.

Основными критериями, позволяющими рекомендовать применение способа поэлементной разборки, являются: здания (сооружения) существующей застройки попадают в опасную зону производства работ демонтируемого здания; здание демонтируется частично; заменяются отдельные элементы и конструкции здания; поэлементно разбираемые конструкции могут быть применены на других объектах без ограничения.

Библиографический список

1. 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.

2. Белошапко И.А. Экологичность строительных материалов // Безопасность – 2015. Сборник научных трудов XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием "Современный мир и безопасность". 2015.
3. Савушкина Т.Ю., Бродский В.И. Механизация работ при сносе (демонтаже) зданий и сооружений // Инновационные технологии в образовании и науке сборник материалов международной научно-практической конференции. в 2-х томах. Редколлегия: Широков О.Н. [и др.]. 2017. С. 70–74.
4. Юрченко В.В. Организация строительной площадки при демонтаже или сносе здания и сооружения // в сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов Института строительства и архитектуры. 2019. - С. 1267-1269.
5. Коваль С.Б., Молодцов М.В. Технология возведения зданий и сооружений: Подготовительный период строительства. – Челябинск, ЮУрГУ, 2003.
6. СП 325.1325800.2017. Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации. М.: ОАО «ЦПП», 2011.
7. МДС 12-59.2011 Проект производства работ на демонтаж панельного дома. М.: ОАО «ЦПП», 2011.
8. Расчистка территории строительной площадки для производства строительно-монтажных работ - 2016 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://infopedia.su/12xb782.html>, свободный.
9. Способы разборки зданий и конструкций - 2018 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://injzashita.com/sposobi-razborki-zdaniie-i-konstrukciie.html>, свободный.
10. Доладов Ю.И., Добрянин К.Э., Хмылёва О.Ю., Васильчикова З.Ф. Демонтаж здания в черте города // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8. № 2(31). - С. 60-64.
11. Олейник П.П., Бродский В.И. Организация работ по сносу зданий и сооружений в подготовительный период строительства // Технология и организация строительного производства. 2014. № 3. - С. 46-49.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Маслова Е.Р., студентка 3 курса 5 группы ИСА

Стадник А.А., студент 3 курса 6 группы ИСА

Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.

Фундамент – основной конструктивный элемент здания, воспринимающий нагрузку от всего здания со всеми элементами (стенами, перекрытиями, покрытиями, перегородками и т.д.). От его несущей способности и состояния зависит долговечность всего здания. Поэтому сохранение здания в течение всего жизненного цикла зависит от многих факторов, но в первую очередь от фундамента, поэтому поиск решений по его сохранению является актуальной задачей [1]. В качестве примера принят сборный ленточный фундамент для многоэтажного жилого здания.

На долговечность фундамента влияют следующие факторы [2-4]:

1) Ошибки проектирования

Не учтены (СП 50.101.2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений», СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства»):

- технологические и эксплуатационные характеристики здания;
- фактические гидрогеологические условия: грунтовые воды, их напор, уровень, агрессивность;
- сейсмичность района,
- грунт (его состав, коэффициент фильтрации, однородность и т.д.),
- фактические нагрузки,
- рельеф местности, существующие здания и сооружения
- экология местности.

2) Ошибки строительства

В процессе строительства могут допускаться ошибки в процессе возведения фундамента, например осыпание стенок котлована из-за прекращения работ по его устройству или оставление недостроенного фундамента под открытым небом, что может поспособствовать его порче при воздействии агрессивных внешних осадков (СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» [5-7]). Кроме того, возможно несоблюдение правил производства работ по возведению фундамента (СП 70.1330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»).

3) Ошибки эксплуатации:

- природные (землетрясения) и техногенные (взрывы, вандализм) факторы (СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах»);
- несвоевременный капремонт, технический ремонт (СП 349.1325800.2017 «Конструкции бетонные и железобетонные. Правила ремонта и усиления»);
- несвоевременное реагирование на изменение гидрогеологии;
- отсутствие защитных мероприятий при строительстве рядом новых зданий, при разработке траншей, при прокладке или замене трубопроводов.

Проектирование подземной части фундамента:

1) Бетон (СП.63.13330.2018 «бетонные и железобетонные конструкции»)

Марка бетона зависит от марки и количества применяемого для его изготовления цемента и цементно-водного соотношения. Для конкретного типа здания (промышленное, гражданское) в отдельном порядке, подбирают подходящую марку бетона для заливки фундамента. Например, для гражданского строительства, лучше не использовать бетон ниже, чем М300(М250 менее востребована и свойства хуже, а М200 не проходит по прочностным характеристикам), а для промышленных зданий бетон не ниже марки М400 (более высокие характеристики надежности, стойкости к различным нагрузкам нежели у ближайшей марки М350) вследствие высокой нагрузки, приходящейся на основание здания.

Для нашего примера – многоэтажное жилое здание - выбираем бетон марки М300.

Основные плюсы:

- высокая популярность и распространенность;
- стойкость к различным агрессивным факторам;
- невысокая стоимость;
- экологичность и тд.

Некоторые параметры:

- плотность 2415 кг/м³;
- морозостойкость 300F;
- водонепроницаемость 8W.

2) Арматура

Следующим не мало важным в возведении ленточного фундамента является правильное армирование. Армирование производят в виде подготовки арматурного каркаса. Арматура представляет собой стальные прутья. Основной параметр – диаметр, который зависит от нагрузки, приходящейся на фундамент здания.

Для гражданских зданий используется в среднем диаметр 10-14 мм, для промышленных – до 40 мм.

По своему виду арматура бывает стальная и композитная. Последний вид появился относительно недавно и набирает стремительные обороты в применении благодаря многочисленным факторам: вес, цена, антикоррозионные свойства, прочность и т.д.

Для возведения ленточного фундамента многоэтажного жилого дома прием композитные рифленые (дает хорошее сцепление с бетоном) прутья диаметром 12 мм.

3) Гидроизоляция (СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия»)

Фундамент можно защищать как с внутренней, так и с внешней части. Внутренняя защита необходима при высоком УГВ, большом количестве осадков в регионе строительства. Внешняя защита необходима от воздействия наружной влаги, которая образуется во время таяния снегов, выпадения осадков.

Для защиты фундамента производят гидроизоляцию.

Проводят гидроизоляцию фундамента несколькими способами:

1. Напылением жидкой резины
2. Рулонной гидроизоляцией
3. Покрытием ПВХ мембраной

Для гидроизоляции внешней части фундамента можно использовать все виды, подходящие под гидроизоляцию внутренней части, а также обмазочную гидроизоляцию [8-9].

Для нашего примера рекомендуем использовать для гидроизоляции внутренней и внешней части ленточного фундамента напыление жидкой резины. Критерии, по которым мы руководствовались применением именно этого вида гидроизоляции заключаются в:

- простоте монтажа,
- отсутствие швов, которые в дальнейшем могут повлиять на эксплуатационные свойства фундамента,
- моментальное сцепление однородного материала,
- срок службы (более 50 лет),
- экологичность самого материала, что не мало важно в наше время.

4) Отмостка (СП 22.13330.2010 «Основания зданий и сооружений»)

Внешняя часть фундамента нуждается в дополнительной защите от влаги из окружающей среды (дождь, снег и разного рода осадки). Для такой защиты было придумано возведение дополнительной конструкции, плотно прилегающей к фундаменту – отмостки.

Отмостка представляет собой не особо мощную конструкцию, монтируемую вокруг фундамента для некоего «водоотведения». Она может изготавливаться из бетона, асфальта, брусчатки. Бетонная отмостка – наиболее дешевое и простое решение. Марка М200, толщина 7-10 см. Сооружается на песчаной подготовке толщиной не менее 10 см. Для увеличения срока службы рекомендуется армировать отмостку, особенно при пучинистых грунтах (для совместной работы бетон – на сжатие, арматура – на растяжение). Выполняется из металлической сетки.

Для того, чтобы отмостка как можно лучше выполняла свои функции, ее конструируют под уклоном 3-5% и в длину отмостка может достигать 2 м, которая зависит от свойств грунтов: если грунт имеет хорошую несущую способность и не подвергается деформациям, тогда можно сэкономить на материалах и сделать отмостку шириной 60 см, но не менее. На участках с плохой почвой этот показатель может достигать 200 см.

Для примера возведения многоэтажного жилого здания, предлагаем конструктивное решение железобетонной отмостки длиной 80 см с уклоном 3% (уклон не будет вызывать неудобства у пешеходов и одновременно хорошо выполнять свою функцию водоотведения).

Условия обеспечения качественной эксплуатации фундамента:

1) Целостность

За целостность конструкции мы принимаем отсутствие каких-либо повреждений конструкции фундамента, отверстий, лишних пор и трещин.

Для этого мы должны соблюдать пропорции вяжущего и различных добавок, используемых для приготовления бетонной смеси, а также качественную эксплуатацию железобетонных конструкций непосредственно на строительную площадку. Поэтому любая строительная компания крупного масштаба нуждается в квалифицированных кадрах, которые будут правильно и грамотно выполнять свою работу.

2) Отсутствие перегрузок

Еще одним не мало важным фактором качественной эксплуатации – это отсутствие перегрузок. При возведении фундамента, мы должны рассчитать постоянную и временную нагрузку на перекрытия, которая передается на фундамент. Фундамент не должен принимать дополнительные нагрузки, не зафиксированные при расчете. Несущая способность любого фундамента ограничена его прочностными характеристиками [10].

3) Теплоизоляция

Следующий пункт качественной эксплуатации ленточного фундамента является правильная теплоизоляция здания. Теплоизоляция поможет уберечь железобетонный фундамент от негативного воздействия перепада температур. На фундамент могут оказывать негативное влияние не только низкие, но и высокие температуры. Высокие температуры могут повлиять на уменьшение механической прочности. В условиях кратковременного температурного воздействия прочность бетона снижается на 30%. При длительном воздействии высокой температуры и последующего охлаждения, фундамент может разрушиться.

Вывод

Мы рассмотрели в качестве примера ленточный фундамент для его как можно большего времени эксплуатации.

В результате наших исследований мы получили конструкцию подземной части многоэтажного жилого здания, состоящего из:

- бетона марки М300,
- композитных рифленых прутьев диаметром 12 мм,
- гидроизоляцию внутренней и внешней части ленточного фундамента из напыления жидкой резины,
- железобетонной отмостки длиной 80 см с уклоном 3%.

По нашему мнению, качественная реализация проекта с некоторыми затратами в самом начале, при грамотном соблюдении всех норм в различных моментах возведения здания, напрямую влияет на эксплуатационную стойкость конструкции и здания в целом.

Чем надежней конструкции здания, тем меньше частота капитальных ремонтов и следовательно меньше экономических потерь в процессе эксплуатации здания.

Библиографический список

1. Сокова С.Д. «Применение инновационных технологий при ремонте зданий», МГСУ, 263 с., 2011 г.

2. Касьянов В.Ф., Сокова С.Д., Калинин В.М. «Ранжирование дефектов гидроизоляции крыш». Научное обозрение № 7, апрель 2015, стр. 119-123.
3. <https://extxe.com/15563/stroitelnye-materialy-vidy-klassifikacija-harakteristiki/#6>.
4. <https://kladembeton.ru/vidy/drugie/beton-m400.html>.
5. Сокова С.Д. «Основы технологии и организации строительномонтажных работ» М., «Инфра-М», стр.208, 2017.
6. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов
7. Король Е.А., Никифорова Н.С. Особенности проектирования и строительства подземных сооружений неглубокого заложения в сложных грунтовых условиях, Основания, фундаменты и механика грунтов. 2018. № 1. С. 25-27.
8. Сокова С.Д., Смирнова Н.В. Комплексная защита подземных конструкций при эксплуатации, журнал “Недвижимость: экономика, управление” №3 ноябрь 2019, стр. 42-45.
9. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии.
10. Берлинов М.В. Расчёт оснований и фундаментов // М.В. Берлинов, Б.А. Ягупов / Санкт-Петербург, 2011 (3-е, Исправленное).

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ

*Михалева О.Н., студентка 2 курса 23 группы ИЭУИС
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

Сейчас в строительной области при изготовлении конструкций и производстве материалов наметилась тенденция по внедрению инновационных методов, основанных на энергосберегающих технологиях, которые позволяют безопасно эксплуатировать здания и сооружения, продлевая их жизненный цикл. Это обусловлено множеством их достоинств: удобством применения, высокой технологичностью, пожаробезопасностью, отсутствием токсичности и экономичностью. Исходя из практики эксплуатации железобетонных конструкций, которые широко применяются в строительстве, можно сказать, что физико-химические воздействия газовых и жидких сред разрушают структуру бетона и железобетона.

Бетон – это основной универсальный искусственный каменный строительный материал, получаемый в результате затвердевания тщательно подобранной перемешанной и уплотненной смеси, которая состоит из вяжущего вещества, воды, крупного и мелкого заполнителей и вводимых в ряде случаев специальных добавок. Благодаря его высокой прочности, надежности и долговечности он широко применяется в конструкциях зданий и сооружений.

После затвердевания бетонной смеси образуется бетон как конгломерат, в котором часть объема – поры и капилляры различных размеров и количества.

Коррозия материала возникает из-за проникновения в них агрессивного вещества, которая имеет особенно интенсивный характер при прохождении жидкости и газов через трещины или поры бетона.

Коррозия – это процесс разрушения твердого тела под химическим, физико-химическим или биологическим влиянием окружающей среды.

К агрессивным воздействиям относятся: присутствие вод, действие воды и холода, чередование увлажнения и высыхания.

Существуют следующие виды бетонного и железобетонного коррозионного разрушения [1, 2]:

- Радиационное, зависящее от дозы ионизирующего облучения и количества цемента. Такой вид коррозии приводит к искажению кристаллической решетки минералов, расширению заполнителя и появлению микротрещин и макротрещин, которое провоцирует полное разрушение материала.

- Химическое, возникающее из-за присутствия атмосферных осадков, двуокиси углерода, входящей в состав воздуха.

- Биологическое, которое появляется в результате воздействия химических веществ, возникших в период эксплуатации бетонных конструкций.

- Физико-химическое, происходящее вследствие замерзания воды, попавшей в поры материала и затем сменившей агрегатное состояние с жид-

кого на твердое, расширившись, тем самым получившийся лед образует трещины.

Для предотвращения коррозионного разрушения бетона и железобетона существуют такие виды защиты как:

– Первичная, заключающаяся в защите строительных конструкций на стадии возведения за счет свойств бетона, то есть добавления в смесь дополнительных веществ, являющихся достаточными для сохранения эксплуатационных свойств зданий и сооружений на весь период их проектного срока службы. К этому виду относятся применение бетонов, стойких к внешним воздействиям, снижению проницаемости бетона, применение различных специфических добавок, которые повышают стойкость материала к коррозии и увеличивают защитную способность к стальной арматуре путем пластификации, предупреждения расслоения, снижения водопропускной способности, регулирования процессов затвердевания бетонной смеси, ее плотности и пористости.

– Вторичная, состоящая в защите строительных конструкций от коррозии после возведения конструкции, то есть устройство различных видов изоляции и внедрения иных мер, не способствующих непосредственному контакту железобетона или бетона и агрессивной среды. К этому виду относится нанесение на поверхность бетона или железобетона защитных материалов в зависимости от назначения [3-6]:

1. Бицидные материалы в случае необходимости избавления от грибковых образований путем проникновения химических элементов в структуру материала и заполнении им микротрещин и пор.

2. Оклеенные покрытия при воздействии жидких сред в виде рулонов нефтебитума, полиэтиленовой пленки и т. п.

3. Уплотняющие пропитки, придающие бетону высокие гидрофобные свойства и водонепроницаемость, а также снижающие водопоглощение материала.

4. Лакокрасочные и акриловые покрытия, используемые для создания атмосферостойкой, прочной и долговечной защиты.

Вторичная защита организуется в тех случаях, когда достаточная и необходимая степень защиты от коррозии не может быть обеспечена мерами первичной защиты.

Окончательное решение о виде защиты и материалах от коррозии бетонных и железобетонных конструкций стоит принимать после сравнения технико-экономических, эксплуатационных показателей технических решений в соответствии с особенностями возводимой или введенной в эксплуатацию конструкции, ее структуры и параметрами внешней среды.

Процесс коррозии – очень сложный и опасный для бетонных или железобетонных конструкций процесс, пренебрегая которым возможно скорое разрушение зданий и сооружений.

Для безопасной эксплуатации необходимо вовремя применять грамотно выбранные системы антикоррозийных мероприятий для эффективного ресурсопотребления и продления срока эксплуатации объекта.

Библиографический список

1. СП 28.13330.2012. «Защита строительных конструкций от коррозии».
2. ГОСТ 24211-2003. «Добавки для бетонов и строительных растворов».
3. Кондрашов Г.М. «Современные методы защиты железобетонных конструкций от коррозии с использованием электрофизического эффекта» // *Фундаментальные исследования*. – 2008. - №9. – с. 65-66
4. Теличенко В.И., Король Е.А., Каган П.Б., Комиссаров С.В., Арутюнов С.Г., Афанасьев А.А. Управление программами и проектами возведения высотных зданий // МГСУ. Москва, 2010. Сер. Библиотека научных разработок и проектов МГСУ.
5. Kuzina E., Rimshin V., Kurbatov V. The reliability of building structures against power and environmental degradation effects В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic edition. 2018. С. 042009.
6. Король Е.А., Никифорова Н.С. Особенности проектирования и строительства подземных сооружений неглубокого заложения в сложных грунтовых условиях // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2018. № 1. С. 25-27.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОПТИМИЗАЦИЯ В СФЕРЕ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*Никитина П.А., студентка 3 курса 21 ИИЭСМ
Научный руководитель – Петросян Р.С., преп.*

Согласно статье 1 Федерального закона от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 27.12.2019) "Об отходах производства и потребления"- «твердые коммунальные отходы - отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд.»

Проблемы учета, организации, регулирования, мониторинга и экономической оценки обращения вторичных ресурсов являются достаточно значимыми при реализации задач России на устойчивое инновационное развитие, ресурсосбережение, защиты здоровья граждан от негативных факторов окружающей среды и обеспечение экологической безопасности [2-3].

Но при разработке новейших программ по осуществлению реализации эффективных систем по борьбе с появившимися факторами, люди сталкиваются с рядом проблем.

Часть из них представлены на рис. 1. [1]



Рис. 1. Проблемы разработки и реализации инвестиционных программ

Но даже при появлении перечисленных проблем некоторые программы вводятся из-за большой необходимости.

Новые технологии в переработке ТКО появляются достаточно часто в последнее время и в некоторых регионах России были построены комплексы по сортировке мусора, а также мусоросжигательные заводы. В некоторых отдельных территориях и муниципалитетах были предприняты попытки введения раздельного сбора ТКО. Однако достаточно очевиден тот факт, что по-настоящему государственной политики и системного подхода в этом вопросе не наблюдалось. Скорее это были попытки решения проблем с ТКО на местах [4].

Приобретенный за долгое время опыт позволяет выделить основные факторы повышения эффективности процессов сбора и транспортировки ТКО. К ним, прежде всего, относятся:

- использование современных информационных, в том числе « умных технологий»;
- формирование интегрированной системы управления бизнес-процессами.

Процесс сбора и вывоза ТКО формируется исходя из нескольких показателей, представленных в схеме на рис. 2. [5]



Рис. 2. Процесс сбора и вывоза ТКО

В настоящее время большинство операций по сбору коммунальных отходов сосредоточены на регулярном сборе и вывозе ТКО из придомовых контейнеров по расписанию.

Такой подход неэффективен, ведь зачастую контейнеры могут быть либо переполненными, либо полупустыми. И в результате операторы по утилизации отходов вынужденно совершают повторный выезд (в случае переполненности), либо тратят лишнее топливо (в случае полупустых контейнеров).

Такой установившийся способ сбора ТКО в целом происходит с малой эффективностью и порождает ряд проблем:

- Нехватка специализированной техники для вывоза мусора;
- Малая вместимость кузова мусоровоза;
- Отсутствие четкого графика вывоза;
- Неприятный запах от контейнеров, находящихся на дворовых территориях;
- Трудности в обеспечении возможности подъезда и остановки мусоровозов.

Данные о средней заполняемости контейнеров мусором, полученные в результате обследования представлены на рис. 3.



Рис. 3. Диаграмма средней заполняемости придомовых контейнеров с мусором

Из приведенных данных можно сделать вывод, что процесс транспортировки ТКО не оптимизирован, что вызывает жалобы или, что хуже, лишние затраты в случае недостаточной заполненности контейнеров по приезде техники на площадку.

Также одной из важнейших проблем является оптимизация маршрута мусоровоза, так как на многих предприятиях широко распространена экономически невыгодная практика закрепления определенного типа мусоровоза и конкретных водителей за фиксированным маршрутом.

В результате рабочему выдается либо производственное задание с перечнем некоторых адресов, при чем последовательность движения зачастую не определяется и ее выбирает сам водитель, либо не самый оптимальный маршрут, так как данных о заполненности у компании не имеется.

Ситуация может существенно измениться при внедрении в постоянное использование автоматических сенсорных датчиков наполнения контейнеров.

При таком подходе работнику выдается задание в виде последовательной цепочки адресов, а не в форме их перечня.

Датчик отправляет уведомление в случае возникновения некоторых ситуаций, таких как:

- переполнение мусорных контейнеров;
- частичный вывоз мусора (предположительно некачественно оказанные услуги);
- внеплановый вывоз мусора (предположительно хищение контейнера);
- резкие изменения температуры (предположительно возгорание).

Предупреждения отправляются по электронной почте, а также отображаются в веб-сервисах. Такие опасные предупреждения как о внезапном изменении температуры могут направляться напрямую пользователю.

Принцип использования датчиков наполнения контейнеров

С помощью инновационной системы можно узнать:

1. где и когда наполнились контейнеры,
2. понять основные количественные закономерности образования отходов на обозреваемой территории,
3. отслеживать соответствие фактического вывоза мусора плановым данным и выявлять внеплановые выезды.

Все эти данные позволяют выйти системе сбора и транспортировки мусора на совершенно новый уровень.

Принцип работы датчиков показан на рис. 4.



Рис. 4. Принцип работы датчиков наполнения

К плюсам данной системы относятся:

- оптимизация маршрутов и расписания сбора отходов в режиме реального времени на основе статистических данных, предоставляет про-

гнозную аналитику, позволяющую принимать заблаговременные решения, и предлагает консультации по расположению мусорных баков,

- вывод меньшего количества машин на дорогу и находиться в пути меньшее время, что приведет к уменьшению уровня выброса парниковых газов, шума и износа дорожного покрытия,

- предотвращение переполненности мусорных баков и сокращение количества жалоб

- уменьшение неблагоприятных экологических последствий

- снижение эксплуатационных затрат до 80%.

Начиная с 2015 года некоторые страны уже успели получить положительный опыт в использовании таких датчиков.

Например, в 2018 году в Сан-Франциско был реализован пилотный проект по тестированию интеллектуальной системы наблюдения за наполняемостью контейнеров. Его результаты превзошли все ожидания: на 80% снизилось переполнение контейнеров, на 64% снизился незаконный выброс мусора и на 66% снизилось число запросов на уборку мусора. Кроме того, было выяснено, где лучше располагать контейнеры для оптимального их наполнения. Финляндская компания по управлению отходами Ltd-Uudenmaan Jtehuolto снизила высокие затраты, связанные с обслуживанием контейнеров приблизительно на 40% и решила проблему жалоб потребителей на неприятные запахи при переполнении. Также такие страны как Бельгия, Чехия, ОАЭ активно применяют новые технологии по сбору и транспортировке ТКО.

Но и Россия не отстает в данном вопросе, такие компании как «Микрон»- крупнейший производитель и экспортер микроэлектроники в России, компания «РТ-Инвест» крупнейший региональный оператор в Московской области. ООО "Центр Экологической Безопасности" и многие другие также решают вопросы оптимизации процесса сбора и транспортировки ТКО с помощью «умных» датчиков [4].

В дополнение хотелось бы сказать, что это еще далеко не все способы оптимизации затрат и получения дополнительных возможностей.

На данный момент существует большое количество разработок в данной сфере. Например, высокотехнологичные контейнеры, которые могут работать от солнечной энергии, самостоятельно прессовать мусор прямо в баке, что помогает в несколько раз оптимизировать расходы на сбор мусора. Такие мусорные баки могут быть дополнены точкой доступа Wi fi и даже светодиодными рекламными панелями [5].

Выводы

Интегрированная система управления сбором и вывозом ТКО, предложенная мной в данной работе поможет систематизировать, нормировать, снизить стоимость и повысить качество оказания услуг, предотвратить негативное влияние мусора на окружающую среду снизить жалобы населения.

Библиографический список

1. Коробко В.И. Твердые бытовые отходы. Экономика. Экология. Предпринимательство: Монография; науч. специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»/ В. И. Коробко, В. А. Бычкова. – М.: ЮНИ-ТИ: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 131 с.
2. Тагилова О.А. Повышение социальной эффективности системы управления отходами потребления урбанизированных территорий [Электронный ресурс] / О.А. Тагилова, Д.В. Силина// Вест. Пермского национального исследовательского политехнического ун-та. Урбанистика. – 2013. – № 1 (9). – С. 133– 146. – <http://elibrary.ru/item.asp?id=18960106>.
3. Бузановский С., к.э.н., директор по качеству ООО «ГрандЦиклСтрой» Оптимизация затрат на вывоз ТКО.
4. Житлова Е. Ю., Мукосеева Ю. В. Проблемы накопления и утилизации твёрдых бытовых отходов в Москве и Московской области // Молодой ученый. – 2018. – №50. – С. 407-414.
5. Марьев В.А, Гаев Ф.Ф., Шканов С.И., Якушина А.М., Рахманов М.Л., Величко Е.Г., Юшин В.В., Вахрушев С.А., Цховребов Э.С. Технология строительных процессов. Экономика, управление и организация строительства.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ «УМНЫЙ ДОМ»

*Новокищёнов А.А., магистрант 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Римшин В.И., проф., д.т.н.*

Современный человек предъявляет высокие требования к комфорту и безопасности своего жилья. В этой связи неуклонно усложняется и растет количество задействованных инженерных систем, сетей, устройств, участвующих в формировании этой среды. Возлагать на хозяина жилья управленческие всеми системами становится неудобно, невыгодно и небезопасно. Технология управления жилищем «Умный дом» берет на себя всю рутинную работу по решению этих запутанных задач, объединяя их в одну автоматизированную сеть, оставляя человеку только принятие главных «базовых» решений. Цель этой сети состоит в том, чтобы предложить максимально возможное качество жизни, большую безопасность, более эффективное управление энергопотреблением, больший контроль над внутренним и наружным пространством жилища. Работа сети заключается в управлении центральной программой всем оборудованием здания (системой безопасности, удаленного мониторинга, освещения, отопления, электроприборами и децентрализованными производственными систем). Инструментами, которые позволяют централизовать и программировать различное оборудование локально или удаленно являются: компьютер, мобильный телефон, пульт дистанционного управления или сенсорная панель.

Само понятие «Умный дом» (англ. smart house) не такое уж молодое. Оно возникло в США в начале 70-х годов прошлого века, в недрах «Института интеллектуальных зданий». Однако годом рождения современного «Умного дома» можно считать 1978-й год. В этом году в США компании X10 USA и Leviton разработали и внедрили в производство технологию управления бытовыми приборами по проводам бытовой электросети. Но распространение эти разработки получили лишь на территории Северной Америки, так как были рассчитаны на работу при напряжении 110 В и частоту сети 60 Гц [2]. Чтобы ускорить процесс развития подобных технологий разработчики создали Альянс Электронной Промышленности (Electronic Industries Alliance). В 1992 году это привело к появлению стандарта шины бытовой электроники (Consumer Electronic Bus, CEBus). Ныне CEBus - открытый стандарт [1]. Это означает, что производить оборудование по технологии «Умный дом» может любая компания, чья продукция будет соответствовать необходимым техническим требованиям.

Таким образом, появилось много устройств, которые в сочетании создают то, что называется «Умный дом». Для начала это центральный контроллер. Данное устройство имеет канал связи со всеми приборами в доме. Контроллер осуществляет управление всеми системами, может быть запрограммирован под любую ситуацию, а также способен принимать самостоятельные решения. К центральному контроллеру подключается вся осталь-

ная электронная начинка, электронные замки, видеокамеры, микрофоны, датчики утечки воды и газа и многое другое. Управляемые дистанционно, они имеют возможность общаться друг с другом и обмениваться информацией, например: при запуске определенной программы на стиральной машине будет поставлена соответствующая программа сушки на сушилке. Все это вместе соединяется в домашнюю сеть, которая в свою очередь имеет выход в Интернет, тем самым позволяя вам управлять своим домом, находясь в любой части земного шара. Кроме того, система управления «Умный дом» сама попытается локализовать аварии: перекроет газ/воду в случае утечек, выключит электричество в случае замыканий, возгорании проводки или утечки газа, в случае проникновения включит сирену и видеозапись. Также система Умный дом может оповестить необходимые службы быстрого реагирования [19].

Этот рынок домашней автоматизации породил ряд очень инновационных стартапов. Настоящий прорыв произошел с появлением виртуального помощника: это революционный инструмент, который записывает ваши привычки и позволяет собирать бесчисленное количество информации. Голосовые помощники, такие как Умный дом Яндекса с Алисой, Google Home, домашний комплект Apple или Amazon Echo, сочетают распознавание голоса и искусственный интеллект. Простым звуком вашего голоса легко управлять подключенными к системе устройствами в вашем доме. Столкнувшись с таким всплеском нового оборудования, традиционные игроки в области домашней автоматизации вынуждены адаптироваться, делая все более доступными свои предложения.

В настоящее время нет ничего невозможного для автоматизированной системы «Умный Дом». С такой технологией можно создавать различные конфигурации сценариев для домашних и офисных подсистем. К примеру, обеспечение повседневной жизни пожилого человека, где каждая зона дома имеет 15 различных датчиков и спроектирована так, чтобы семья могла заботиться о пожилым родственнике и предотвращать плохие ситуации при появлении определённых «маячков». Люди, которые часто забывают выключить свет или бытовые приборы, подключив только элемент Smart Lock, решают эту проблему т.к., после выхода из дома и запираения двери все будет отработано по необходимому сценарию. Оборудование «Умный дом» может помочь и в более специфических ситуациях. Для арендодателей Airbnb (онлайн-площадка для краткосрочной аренды частного жилья по всему миру) передача ключей часто более затруднительна, чем сама аренда. С помощью сценария безопасности можно управлять своими правами доступа просто со своего смартфона и открывать дверь удаленно с помощью кода входа и передавать его на время.

Отдельное внимание в технологии «Умный дом» уделяется проблемам энергосбережения и энергетической эффективности как каждого здания в отдельности, так и всей коммунально-инженерной инфраструктуры города в целом. На данный момент в электрических сетях происходит революция, которая в будущем окажет значительное влияние на способ управления

энергопотреблением, это - децентрализованное производство электроэнергии из энергии возобновляемых источников. Теперь здание может быть не только потребителем, но и накопителем и источником энергии. При таких технологиях у менеджеров распределительной сети появляется очевидное преимущество заключающиеся в более простом управлении нагрузками в сети, когда появляется возможность сократить потребление в пиковые периоды, перенести их в другое время дня. Таким образом, все процессы, происходящие в городе, в рамках рассматриваемой технологии могут быть автоматизированы в единую интеллектуальную систему. На верхнем уровне такой системы происходит считывание значений наиболее важных параметров со всех инженерных систем зданий, таких как электроснабжение, водоснабжение, кондиционирование, вентиляция, отопление, безопасность, контроль доступа и т. п. [3-18] На основе полученных данных определяется алгоритм работы систем, что позволяет существенно снизить энергопотребление. Как следствие «Умный дом» – это еще и единая система управления городским хозяйством, основанная на энергоэффективных технологиях.

Существует также обратная сторона такой автоматизации, связанная с безопасностью данных, которая ставит под сомнение применение технологии «Умный дом». Также встает вопрос, не создаем ли мы знаменитого «Большого брата» с военизированной средой обитания. Или как быть, если голосовой помощник, который «слышит», как муж избивает жену, должен ли он иметь возможность управлять этой информацией для общего блага, даже если это противоречит интересам владельца. Часть этих вопросов должна решаться в правовом поле, которое пока отстает от технологий. [20]. А вот технологии ведут успешную борьбу с киберпреступностью обезвреживая вредоносное и шпионское ПО. Цифровая передача данных в современном «Умном доме» обеспечивается постоянно меняющимися кодами, зашифрованными в протоколы «https». Благодаря высокой скорости передачи данных, связь по Bluetooth подвергается очень сильному шифрованию, при очень коротком времени отклика. Поставщики услуг регулярно проверяет эти системы хакерами. Организована сертификация на основе независимых тестов. Одним из таких органов является немецкий институт "AV-Test". Они проверяют безопасность электронных устройств независимо от производителей и без предварительного согласования с различными брендами.

«Умный дом» - находится в процессе перехода от статуса гаджета к статусу существенного дополнения к электрической системе. Когда-то изобретатель паровоза Джордж Стефенсон проводя испытания, нанимал боксёра для защиты от крестьян, намеревавшихся разнести «страшное чудовище». Чтобы показать, что «Умный дом» предназначен не только для цифровых «аборигенов», в настоящее время во всем мире реализуется множество проектов по технологии «Умный дом».: MeRegio Mobil (Германия), Philips HomeLab (Германия), One Tonne Life (Швеция), Futurelife (Швейцария), Toyota Smart Center (Япония) и т.д. Их цель состоит в том, чтобы продемонстрировать эффективность и безопасность данной технологии.

Библиографический список

1. Анализ рынка систем «умный дом» в России – М.: Маркетинговая группа «DISCOVERY Research Gro», 2019. С. 132.
2. Гололобов В.Н., «Умный дом» своими руками – М. НТ: Пресс, 2007. С. 416.
3. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Квазилинейные уравнения силового сопротивления и диаграмма $\sigma - \varepsilon$ бетона. Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 6. С. 40-44.
4. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Промышленное и гражданское строительство" направления подготовки дипломированных специалистов "Строительство". – Москва, 2007. (2-е изд., доп.)
5. Варламов А.А., Римшин В.И. Модели поведения бетона. Общая теория деградации. Для студентов инженерно-строительных факультетов, получающих образование по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство». – Москва, 2019. Сер. Научная мысль.
6. Ерофеев В.Т., Травуш В.И., Карпенко Н.И., Баженов Ю.М., Жидкин В.Ф., Родин А.И., Римшин В.И., Смирнов В.Ф., Богатов А.Д., Казначеев С.В., Родина М.А. Биоцидный портландцемент. Патент на изобретение RU 2491239 С1, 27.08.2013. Заявка № 2012107175/03 от 27.02.2012.
7. Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Ларионов Е.А., Римшин В.И. К вопросу длительной прочности бетона: Архитектура. Строительство. Образование. 2014. № 2 (4). С. 32-43.
8. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Контроль и надзор в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. – Минеральные Воды, 2016.
9. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилов Е.Ю. Геодезические работы в строительстве. – Минеральные воды, 2016. Сер. Высшее профессиональное образование.
10. Курбатов В.Л., Комарова Н.Д., Римшин В.И. Ползучесть цементных бетонов при расчете строительных конструкций. – БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 5 (981). С. 27-32.
11. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Гулынина Е.В. Специальный курс по организации строительного производства. – Минеральные Воды, 2016.
12. Кришан А.Л., Римшин В.И., Заикин А.И. Расчет прочности сжатых железобетонных элементов с косвенным армированием. В сборнике: Бетон и железобетон - взгляд в будущее научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. 2014. С. 308-314.
13. Ларионов Е.А., Римшин В.И., Василькова Н.Т. Энергетический метод оценки устойчивости сжатых железобетонных элементов. Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 2. С. 77-81.
14. Мосаков Б.С., Курбатов В.Л., Римшин В.И. Основы технологической механики тяжелых бетонов: Минеральные Воды, 2017.

15. Римшин В.И., Галубка А.И., Синютин А.В. Инженерный метод расчета усиления железобетонных плит покрытия композитной арматурой. – Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 3. С. 218-220.
16. Римшин В.И., Меркулов С.И. О нормировании характеристик стержневой неметаллической композитной арматуры: Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 5. С. 22-26.
17. Римшин В.И., Шубин Л.И., Савко А.В. Ресурс силового сопротивления железобетонных конструкции инженерных сооружений: Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 483-491.
18. Shubin I.L., Zaitsev Y.V., Rimshin V.I., Kurbatov V.L., Sulygova P.S. Fracture of high performance materials under multiaxial compression and thermal effect: Engineering Solid Mechanics. 2017. Т. 5. № 2. С. 139-144.
19. Харке В. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и системы коммуникаций в жилищном строительстве. – Техносфера, 2006. – 292 с.
20. Hi-Tech Security, Высокотехнологичные устройства на службе в вашем доме. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hitsec.ru>.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ВИДОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ГОРОДАХ

*Орлов А.А., студент 2-го курса 12 группы ЭУИСм
Научный руководитель – Остякова А.В., доц., к.т.н.*

В процессе жизнедеятельности и существования человека в обществе и в мире в целом, неизбежно образование большого количества отходов. Данная тенденция сохраняется и усиливается со времен начала индустриальной революции 18 века. Скачок в производительности труда повлек за собой постоянное увеличение объемов выпускаемой продукции. Одновременно с этим происходит резкий рост населения, что на сегодняшний день приводит к постоянно усугубляющейся проблеме накопления отходов.

Индустриализация так же спровоцировала рост городов. Помимо центров науки и торговли они превратились в промышленные узлы, которым требовался большой объем постоянной рабочей силы. Попутно индустриализация ввела в сельское хозяйство новые инструменты - тракторы, удобрения, мелиорация, которые позволили высвободить еще больше население для городов. В условиях густонаселенного города возрастает удельный объем накопления отходов на единицу площади, требующий развития эффективной системы по обращению с отходами.

Твердыми коммунальными отходами (ТКО) являются такие отходы, которые образуются в результате потребления продукции жителями, в жилых домах, при деятельности юрлиц, индивидуальных предпринимателей, а также подобные по составу отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами [1-3].

Источниками образования твердых коммунальных отходов в городе являются многоквартирные и индивидуальные жилые дома, общественные здания [4, 5].

Для более удобной работы по обращению с отходами, их следует классифицировать [6]. В России отходы разделены на классы опасности.

Класс 1 - это чрезвычайно опасные отходы, под влиянием которых окружающая среда принимает необратимые изменения экологического равновесия, из-за этого биосистема не подлежит восстановлению. Наиболее часто данные отходы содержат в себе ртуть.

Класс 2 - обладающие высокой опасностью. Такие вещества разрушают биологический баланс системы на несколько десятилетий. К данному классу отходов относятся отработанные аккумуляторы, свинец и его соединения.

Класс 3 - умеренная степень опасности. После воздействия данные вещества биосистема восстанавливается около десятилетия. Такими веществами являются отработавшие фильтры, машинные и другие масла.

Класс 4 - обладающие низкой опасностью. На восстановление биосистемы после удаления веществ данного класса потребуется не менее трех лет. Сюда относятся строительный мусор, отходы животного происхождения.

Класс 5 - почти неопасные. Такие отходы не наносят ущерба экологическим системам, и поэтому не требуется время для восстановления. Древесные опилки, бумага, керамика относится к данному типу отходов [3].

Процесс обращения с отходами довольно сложен, именно поэтому была придумана классификация по классам опасности. Для верного определения принадлежности того или иного вида к классу существует ряд факторов (признаков), который приведен на рис. 1 [4].



Рис. 1. Классификация отходов по признакам (факторам)

Состав отходов меняется под действием следующих факторов:

- Степень развития территории в плане обслуживания населения (предприятия питания, предприятия, оказывающие бытовые услуги);
- Климатическая зона, в которой находится жилой фонд
- Степень благоустройства территории и сложности инженерных сетей.
- Время года;
- Уровень благосостояния населения.

Усредненный, по климатическим зонам, морфологический состав отходов представляет собой следующее долевое отношение:

Отходы жилого фонда: пищевые отходы 32-35%, бумага, картон 37-39%, пластмасса 5-6%, древесина 1-2%, черный металлолом 3-4%, цветной металлолом 1-2%, текстиль 3-5%, кости 1-2%, стекло 2-3%, кожа, резина 0,5-1% [5].

Отходы промышленных и торговых предприятий характеризуются повышенным объемом содержания в отходах картона, бумаги, пластика, древесины и металлического лома с уменьшением доли пищевых отходов.

Наиболее подробно классификация коммунальных отходов определена Федеральным классификационным каталогом утвержденным приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242. Согласно ему к коммунальным

отходам относятся все виды отходов под кодом 7310000000 "Отходы коммунальные твердые", а также под кодом 7300000000, в случае если в наименовании подтипов отходов обозначены, как ТКО [4].

Более подробно рассмотрим виды отходов на территории 26 микрорайона города Липецка, которые определены согласно классификатору, о котором говорилось выше (табл. 1).

Таблица 1

Выборка из ФККО видов отходов, относящихся к ТКО на территории 26 микрорайона города Липецка

7 30 000 00 00 0	Отходы коммунальные, подобные коммунальным, на производстве и при предоставлении услуг населению
7 31 000 00 00 0	Отходы коммунальные твердые
7 31 100 00 00 0	Отходы из жилищ
7 31 110 02 21 5	Отходы из жилищ крупногабаритные
7 31 200 01 72 4	Мусор и смет уличный
7 31 205 11 72 4	Отходы от уборки прибордюрной зоны автомобильных дорог
7 31 210 00 00 0	Отходы от зимней уборки улиц
7 31 300 01 20 5	Растительные отходы при уходе за газонами, цветниками
7 31 900 00 00 0	Прочие твердые коммунальные отходы
7 33 000 00 00 0	Отходы потребления на производстве, подобные коммунальным
7 33 100 00 00 0	Мусор от офисных и бытовых помещений предприятий,
7 33 100 02 72 5	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций практически неопасный
7 35 000 00 00 0	Отходы при предоставлении услуг оптовой и розничной торговли, относящиеся к твердым коммунальным отходам
7 35 100 01 72 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений объектов оптово-розничной торговли продовольственными товарами
7 37 000 00 00 0	Отходы при предоставлении услуг в области образования, искусства, развлечений, отдыха и спорта, относящиеся к твердым коммунальным отходам
7 37 100 01 72 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений учебно-воспитательных учреждений
7 37 100 02 72 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений культурно-спортивных учреждений и зрелищных мероприятий

Для улучшения условий своей жизни человек должен не только наращивать темпы материального производства, но и продумывать свое взаимодействие с окружающей средой, созданной не без участия самого человека. В современных городах расширяются границы жилого фонда, актив-

но совершенствуется вся инфраструктура по жизнеобеспечению населения, поэтому актуальным становится изучение вопросов, связанных с образованием большого количества отходов, их сбором, временным хранением и транспортировкой, а также комплексной переработкой и захоронением. Поэтому необходимо увеличение мест временного складирования отходов – мусорных площадок, продуманная организация селективного сбора, строгое соблюдение сроков вывоза, обезвреживания образующихся отходов [7-11]. Несоблюдение этих правил отрицательно скажется как на здоровье и качестве жизни населения, так и на сохранности окружающей природной среды.

Библиографический список

1. Коробко В.И., Цветлюк Л.С. Гарбология: аксиомы, принципы и законы // Вестник экономической безопасности. 2017. С. 311-315 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/garbologiya-aksiomy-printsipy-i-zakony/viewer>, свободный.
2. Коробко В. И. Твердые бытовые отходы. Экономика. Экология. Предпринимательство: монография / В.И. Коробко, В. А. Бычкова. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 131 с.
3. Лукьянова А.О., Рязанова Г.Н. Основные виды строительных отходов выпускаемые во вторичный товароборот при реновации зданий и сооружений [Электронный ресурс]: в сборнике: МОЛОДЕЖЬ И НАУКА: ШАГ К УСПЕХУ сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Юго-Западный государственный университет, Московский политехнический университет, 2019. – С. 73-74. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37239527>, свободный.
4. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (с изменениями на 02.08.2019).
5. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (последняя редакция).
6. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. от 02.11.2018) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».
7. Остякова А.В., Кустикова Ю.О. Управление утилизацией бытовых отходов [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и курсовому проектированию для обучающихся по направлению подготовки 38.04.10 Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура; М-во образования и науки. 2019.
8. Шабалина А.С., Ерофеева М.Р. Твердые коммунальные отходы как источник различных видов вторичного сырья [Электронный ресурс]: в сборнике: Молодая мысль: наука, технологии, инновации Материалы XI (XVII) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 2019. – С. 135-139.

9. Гузь Л.В., Петров И.Б. Обращение с ТКО собственников жилых помещений в многоквартирном доме // Твердые бытовые отходы. 2020. № 1(163). С. 28-35.

10. Олейникова О.А. Новая система обращения с промышленными отходами // Твердые бытовые отходы. 2020. № 1 (163). С. 46-48.

11. Соболев А.А., Васильев А.В. Особенности классификации и утилизации отходов в виде сыпучих материалов [Электронный ресурс]: в сборнике: Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕЛРПТ 2015 Сборник трудов пятого международного экологического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции). Научный редактор: Васильев А.В., 2015. – С. 245-253. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25796024>, свободный.

ПОЛИГОНЫ ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

*Орлова В.В., студентка 2-го курса 12 группы ЭУИСм
Научный руководитель – Остякова А.В., доц., к.т.н.*

Очевидными источниками загрязнения, до недавних пор, окружающей среды являлись выбросы промышленных предприятий, работа теплоэнергетических станций, а так же автомобильный транспорт. Не смотря на это, в настоящее время более остро рассматривается проблема интенсивности накопления твердых коммунальных отходов (ТКО).

Как показывает практика ненадлежащий сбор и удаление отходов, использование устаревших способов обезвреживания отходов, все это может привести к глобальной экологической катастрофе, но это еще не все, риск инфекционных заболеваний повысится, будут загрязнены грунтовые воды, атмосфера и даже почва. И ко всему прочему ненадлежащее обращение с отходами способно привести к появлению пожаров.

Для предотвращения всех негативных последствий от динамично растущих темпов накопления отходов, следует применять специальные территории или сооружения, которые предназначены для надлежащего обращения с отходами. На сегодняшний день в России распространен наиболее простой способ утилизации ТКО – это полигоны.

Полигоном можно считать комплекс природоохранных сооружений, которые предназначены для складирования, изоляции и обезвреживания твердых коммунальных отходов [3].

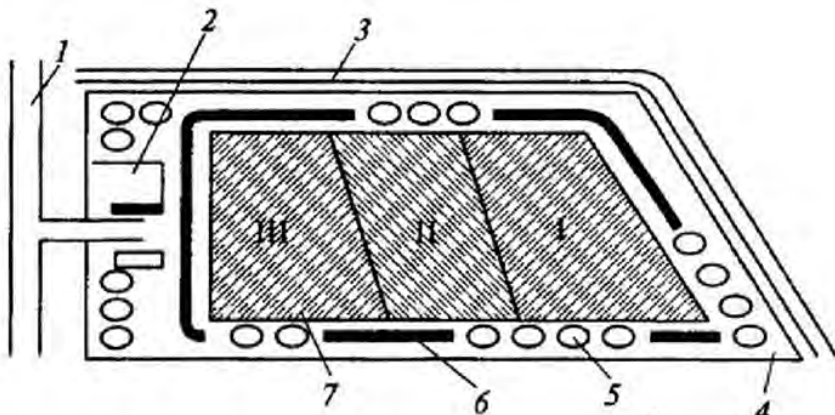


Рис. 1. Устройство полигона и складирование отходов:

1 – дорога; 2 – бытовая зона; 3 – канава нагорная; 4 – ограждение; 5 – селитебная зона; 6 – зона для хранения грунта под засыпку слоев; 7 – полотно складирования отходов

Главной целью разработки данного метода утилизации, как нам кажется, является улучшение окружающей среды, которое необходимо для жизнедеятельности населения. Для достижения поставленной цели следует придерживаться следующих пунктов: отходы должны быть изолированы; достижение статичности пластов на полигоне; рекультивация закрытого полигона [5].

Чтобы все 3 пункта выполнялись, еще на стадии проектирования полигона необходимо подобрать территорию под полигон. Данное решение должно базироваться на основании Градостроительного кодекса, в котором рассматривается функциональное зонирование города. Одним из важных критериев для открытого полигона, является то, что месторасположение данной территории должно быть в не жилого сектора.

На основании ГрК РФ полигоны также запрещено располагать в 1, 2 и 3 санитарных зонах; на территории курортов; местах массового отдыха; рекреационных зонах и других [1].

Кроме того при выборе участка следует основываться на геологических изысканиях. Самым лучшим основанием является глина или суглинок, которые не дают разлагающимся отходам попадать в грунтовые воды. Расположение грунтовых вод не менее 2 метров.

После того, как полигон спроектированы, наступает стадия эксплуатации. В нее входят 6 этапов: технологические операции; контроль, принимаемого мусора; разгрузка; размещение отходов на полотне полигона и закрытие [2].

Во время главных стадий технологического выполняются такие работы, как прием, складирование и изоляция ТКО.

Объем принимаемых ТКО учитывается в неуплотненном состоянии. Запись о принятом объеме ТКО вносится в регистрационный журнал ТКО.

Перед тем, как принять отходы, они проходят проверку. Сырье пригодное для повторного использования запрещено к захоронению на полигонах. Отходы, которые представляют опасность для окружающей среды и здоровья человека, также запрещено размещать на полигонах. Отходы должны соответствовать приемлемому классу опасности и не обладать токсичностью, радиоактивностью и т.д.

При принятии отходов на полигон необходимо выполнить такие мероприятия, как: проверка сопроводительной документации на отходы перевозчика; замеры веса и объема отходов; проведение визуального осмотра; выполнение радиометрического анализа [11].

По завершению входного контроля, отходы разгружают. Разгрузка отходов на полигоне организована без простоев. Все прибывающие мусоросборщики разгружаются рядом с текущей картой полигона. Данные площадки делятся на зоны: на одной ведутся разгрузочные работы, на другой разравнивание и уплотнение бульдозерами или катками-уплотнителями.

Длительность приемки мусора составляет 1-2 часа.

Система указателей позволяет осуществлять путь машины от приема до выезда бесперебойно и беспрепятственно. На протяжении всего пути машины должны соблюдать оптимальное расстояние до склона (этому помогает разметка) – 10 метров [10].

После выгрузки отходы необходимо размещать на открытой карте. Допущение беспорядочного расположения отходов на полигоне не допустимо. Во избежание данных последствий установлены оптимальные размеры полигона: ширина – 5 м; длина 150 м [9, С. 96-97].

Равномерное размещение отходов возможно 2 методами: сталкивание и надвиг.

«Сталкивание» производится с определенной высоты (не более 2,5 м). При данном методе, муковозы находятся на верхней площадке, которая была образована ранее.

«Надвиг» производится бульдозерами, которые просто разравнивают сваленный мусор на карту, которые создают слои до 2 метров. После 5-10 закономерных процессах образуется вал. После этого вал настоящей карты надвигают на предыдущий.

После образования слоя отходов, его стоит изолировать слоем грунта в 0,25 м. После данного мероприятия должно пройти не менее 3 месяцев, для того чтобы на данной карте начать дальнейшее складирование.

Создавая слои полигона необходимо отслеживать степень просадки, которая определяется не реже 2 раз в год [8].

На основании требований СанПиН 2.2.1/1.1.1.1200-03 территория полигона должна быть оснащена санитарно-защитной зоной. Ширина определяется этим же нормативно-правовым документом – 500 м [4].

Исчерпав свои ресурсы, полигон закрывается. Процесс закрытие начинается после достижения проектной отметки. При закрытии полигона производится засыпка грунтом. Так же необходимо позаботиться от откосах полигона. Их следует так же подвергать засыпки грунтом.

После засыпки грунт, на откосах и сверху, следует произвести озеленение. Данные меры необходимы для предотвращения выветривания и смыва слоев с откосов. По всем склонам необходимо расположить вертикальные насаждения или устроить террасы. Для выбора насаждение следует придерживаться местных климатических особенностей [7].

По выполнению ряда мероприятий по рекультивации полигона, его следует герметизировать. Данная герметизация производится поверхностно.

В систему, которая предназначена для герметизации следует отнести следующие мероприятия:

1. Создание искусственного непроницаемого слоя;
2. Создание минерального слоя;
3. Наличие дренажа (толщина составляет не мена 0,5 м);
4. Создание поверхностного покрытия [6].

На мой взгляд, полигоны не являются панацеей в решении вопросов переработки ТКО, так как для организации данного вида утилизации тре-

буются: 1) наличие больших площадей; 2) зачастую организация полигонов влечет за собой проведение дополнительных экологических мероприятий, на которые затрачиваются колоссальные средства; 3) дальнейшее использование территории не представляется возможным на протяжении продолжительного времени; 4) данный вид утилизации не может обеспечить переработку всех видов отходов.

В связи со сложившейся ситуацией в РФ одновременное закрытие полигонов и переход на новую систему переработки ТКО не представляется возможным.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. От 27.12.2019) [Электронный ресурс]. (Дата обращения 03.02.2020).

2. Федеральный закон от 30.03.1999 г. №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями на 26 июля 2019 года). [Электронный ресурс]. (Дата обращения 03.02.2020).

3. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (с изменениями на 02.08.2019). [Электронный ресурс]. (Дата обращения 03.02.2020).

4. СанПиН 2.2.1/1.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». [Электронный ресурс]. (Дата обращения 03.02.2020).

5. Батищев П.С. Новый "ПОЛИГОН ПРО" - Профессионально. продуманно. просто. программные модули "ПОЛИГОН ПРО: карта план зон", "ПОЛИГОН ПРО: описание зоны", "ПОЛИГОН ПРО: учет зон" [Электронный ресурс]: Кадастр недвижимости, 2016, № 4 (45). – С. 109-113.

6. Завизион Ю.В., Слюсарь Н.Н., Пирогова Ю.И. Дегазация полигонов захоронения тко: проект на полигоне ТКО "КУЧИНО" [Электронный ресурс]: «Твердые бытовые отходы», 2019, № 9 (159). – С. 24-31: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41330406> (дата обращения 03.02.2020).

7. Мосина Л.В., Жандарова Ю.А. Фиторемедиационная способность сельскохозяйственных культур извлекать тяжёлые металлы из полигонов ТБО (на примере полигона ТБО "САЛАРЬЕВО") [Электронный ресурс]: Использование и охрана природных ресурсов в России, 2018, № 1 (153). – С. 75-79: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32787547> (дата обращения 03.02.2020).

8. Остякова А.В., Кустикова Ю.О. Управление утилизацией бытовых отходов [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и курсовому проектированию для обучающихся по направлению подготовки 38.04.10 Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура; М-во образования и науки РФ Нац. Исследоват. Моск. Гос. строит. ун-т, каф. жилищно-коммунального комплекса. – Москва : НИУ МГСУ, 2019.

9. Порожнюк Л.А., Порожнюк Е.В. «Экология»: учебно-практическое пособие - Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – С. 96-97.

10. Титов А.В. Санация полигонов твердых коммунальных отходов сорбентом "АГРОИОНИТ" на примере полигона "МУП "Благоустройство" (Нижегородская область) [Электронный ресурс]: в сборнике: Научные технологии и интеллектуальные системы в ххi веке сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2-х частях, 2017. – С. 195-199: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30534845> (дата обращения 03.02.2020).

11. Титов А.В. Технология совмещения реконструкции и эксплуатации полигона твердых коммунальных отходов на примере полигона "МУП "Благоустройство" (Нижегородская область) [Электронный ресурс]: Природообустройство, 2018, № 1. – С. 106-111: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32719079> (дата обращения 03.02.2020).

НАКОПЛЕНИЕ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Орлов А.А., студент 2-го курса 12 группы ЭУИСм

Орлова В.В., студентка 2-го курса 12 группы ЭУИСм

Научный руководитель – Остякова А.В., доц., к.т.н.

С 2019 года Российским законодательством установлена обязанность оплаты услуг за обращение с твердыми коммунальными отходами (далее ТКО). Согласно [1] определены специальные тарифы исходя из нормы накопления коммунальных отходов.

Норма накопления ТКО – это средний объем образования твердых коммунальных отходов, приходящийся на 1 человека в течение календарного года.

Нормирование происходит в соответствии с Правилами определения, утвержденными Постановлением Правительства от 04.04.2016 № 269 [2].

Этот показатель влияет на: размер тарифа для населения – ставки за сбор, вывоз и утилизацию 1 кубометра мусора; частоту вывоза отходов с территории; определение необходимого количества единиц техники; расчет затрат на топливо; определение места для утилизации отходов на полигоне; планирование возможностей по переработке мусора [3].

На расчетный объем накоплений ТКО оказывают влияние [4]:

- географический и природный характер местности;
- уровень развития территории в сфере обслуживания населения (предприятия, оказывающие бытовые услуги населению и общепита);
- степень благоустройства территории и развития инженерных сетей;
- соотношение демографических групп населения; время года;
- способ сбора коммунальных отходов.

Норматив накопления ТКО для разных регионов различен: для жителей, для общественных или производственных предприятий, социальных, учебных, лечебных учреждений и др. Для жилых помещений нормативы накопления коммунальных отходов устанавливаются исходя из количества проживающих в квартирах либо исходя из количества квадратных метров. Для объектов общественного значения они устанавливаются отдельно для каждой из категорий, исходя из количества сотрудников, учащихся, отдыхающих, больных и проч. [5].

Для наглядности рассчитаем нормы накопления ТКО от жилого фонда 26 микрорайона города Липецка за последние 5 лет. При условии, что нормы накопления твердых бытовых отходов, образующихся:

- от благоустроенных жилых зданий – $1,07 \text{ м}^3/\text{чел.}$;
- от неблагоустроенных жилых зданий коммунального фонда – $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$;
- от зданий индивидуальной жилой застройки – $2,0 \text{ м}^3/\text{чел.}$;
- от общественных зданий – 40 % от нормы накопления жилых зданий [6].

Было выявлено, что нормы накопления ТКО по объему возрастают ежегодно на 1 %, данную статистику приведём в табл. 1 [7].

Таблица 1

Увеличение норм накопления ТКО, м³/чел.

Жилой фонд	Годы				
	1-й 2015	2-й 2016	3-й 2017	4-й 2018	5-й 2019
Благоустроенные здания	1,07	1,08	1,09	1,1	1,2
Неблагоустроенные здания	1,5	1,52	1,54	1,56	1,58
Здания индивидуальной застройки	2,0	2,02	2,04	2,06	2,08

Рассматриваемый 26-ой микрорайон города Липецка включает в себя жилую зону, общественно-бытовую зону зеленых насаждений. Жилая застройка территории включает в себя многоэтажные дома высотой 6-9 этажей, на территории микрорайона таких зданий 10. Общественно-бытовых зданий на территории – 3. Площадь жилой зоны составила: $S_{\text{жил}}=9,1$ га.

Количество жителей, проживающего на территории микрорайона составило 2553 человек и норм накопления отходов (таблица 1). Количество ТКО, накапливаемых общественными зданиями определяется как количество ТКО от всего жилищного фонда с понижающим коэффициентом, например, 0,4 (40 %).

В нашей стране этот коэффициент довольно мал, для сравнения, в странах Европы на переработку и вторичное использование направляется более 95 % всех коммунальных отходов.

Результаты представлены в табл. 2 [7].

Таблица 2

Объем ТКО от жилых и общественных зданий, м³

Показатель	Годы				
	1-й 2015	2-й 2016	3-й 2017	4-й 2018	5-й 2019
Отходы: от благоустроенных жилых зданий	0	0	0	0	0
неблагоустроенных жилых зданий	3 829	3 880	3 931	3 982	4 033
зданий индивидуальной жилой застройки	0	0	0	0	0
всего жилого фонда	3 829	3 880	3 931	3 982	4 033
общественных зданий	1 531	1 552	1 572	1 592	1 613
Всего отходов	5 360	5 432	5 503	5 574	5 646

Затем рассчитаем массу ТКО, образующихся от жилых и общественных зданий. Зная, что плотность ТКО от жилых и общественных зданий составляет 190...210 кг/м³. Средняя плотность ТКО равна 210 кг/м³, или 0,2 т/м³. Результаты расчетов занесем в табл. 3 [7].

Таблица 3

Масса ТКО от жилых и общественных зданий, т

Показатель	Годы				
	1-й 2015	2-й 2016	3-й 2017	4-й 2018	5-й 2019
Отходы: от благоустроенных жилых зданий	0	0	0	0	0
неблагоустроенных жилых зданий	765	776	786	796	806
зданий индивидуальной жилой застройки	0	0	0	0	0
общественных зданий	306	310	314	318	322
Всего от жилых и общественных зданий	1 071	1 086	1 100	1 114	1 128

Возможен сбор вторичного сырья через сеть приемных пунктов.

Численность населения городского района по формуле (1):

$$N = N_6 + N_n + N_{ин} = 0 + 2\,553 + 0 = 2\,553 \text{ чел.}, \quad (1)$$

где N_6 - численность от благоустроенных жилых зданий; N_n – численность от неблагоустроенных жилых зданий; $N_{ин}$ – численность от зданий индивидуальной жилой застройки.

Примерное число приемных пунктов вторсырья можно определить по формуле [8]:

$$N_{\text{пункт}} = N/k = (2\,553)/(15000) = 0,2 \approx 1 \text{ пункт}, \quad (2)$$

где k - обслуживание одного пункта вторичного сырья обслуживает ($k=15000$ человек).

$$N_{(\text{пункт}(\text{общ}))} = 5 \text{ пунктов}$$

Массу твердых коммунальных отходов $M_{\text{ТКО}}$, из которых будет извлекаться вторичное сырье на одном приемном пункте, можно определить по формуле:

$$M_{\text{ТКО}} = m_{\text{ТКО}}/N_{\text{пункт}} = 1128/1 = 1128 \text{ т} \quad (3)$$

Рассчитаем массу вторичного сырья, собранного одним приемным пунктом. Твердые коммунальные отходы в количестве 40 % от всех отходов извлекаются из них, как вторсырье и отправляются в приемные пункты.

Масса отходов по отдельным компонентам их состава рассчитывается как произведение $M_{ТКО}$ на долю компонента в отходах и на долю извлечения этого компонента из отходов (формула 4). Результаты расчетов занесем в табл. 5 [9].

$$M_{втор} = M_{ТКО} \cdot 0,4 = 1128 \cdot 0,4 = 451 \text{ т}, \quad (4)$$

Масса и процентное содержание компонентов вторсырья в ТКО городского района, вывозимых на сортировку (оставшихся после сбора в приемных пунктах). Результаты расчетов занесем в табл. 4.

Таблица 4

Содержание компонентов вторичного сырья в ТКО, вывозимых на сортировку

Компоненты вторичного сырья	Масса вторсырья, т			Процентное содержание вторсырья в ТКО, вывозимых на сортировку, %
	в ТКО от жилых и общественных зданий	в приемных пунктах	в ТКО, вывозимых на сортировку	
Макулатура	43,2	64,8	108	24
Черный металл	9,02	13,53	22,55	5
Цветной металл	1,352	2,028	3,38	0,75
Стеклобой	14,44	21,66	36,1	8
Пластмасса	10,84	16,26	27,1	6
Всего	102,748	154,122	256,87	43,75

В заключении приведем полученные результаты по норме накопления ТКО с территории 26-ого микрорайона города Липецка (табл. 5).

Таблица 5

Масса ТКО от жилых и общественных зданий, отправляемых на МСС, т

Жилые и общественные здания	Жилые здания			Общественные здания
	благоустроенные	неблагоустроенные	индивидуальной застройки	
1128	0	806	0	322

Для улучшения условий своей жизни человек должен не только наращивать темпы материального производства, но и продумывать свое взаимодействие с окружающей средой, созданной не без участия самого человека. В современных, растущих городах расширяются границы жилищного фонда, активно развивается инфраструктура, поэтому актуальным становится изучение проблем, связанных с образованием все возрастающего количества отходов, их сбором, временным хранением и транспортировкой, а

также утилизацией, включая комплексную переработку и захоронение. Отсутствие достаточного количества площади и мест временного складирования ТКО, непродуманная организация раздельного сбора, часто встречающееся несоблюдение сроков вывоза, несвоевременное обезвреживание ТКО отрицательно сказываются как на качестве жизни населения, так и на качестве окружающей среды.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (с изменениями на 02.08.2019).
2. Коновалов В.Б., Зенкевич М.Ю., Прокофьев В.Е., Янович К.В. Анализ нормирования объемов накопления твердых коммунальных отходов в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2019, № 3 (4). С. 170-182. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41112431>, свободный.
3. Озерова Е.М., Склярова Н.А. О нормативах накопления ТКО [Электронный ресурс]: Твердые бытовые отходы. 2019. № 3 (153). С. 38-41. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37091130>, свободный.
4. Федеральный закон от 30.03.1999 г. №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями на 26.07.2019).
5. Ерофеева М.Р., Романычев А.А. Нормативы образования твердых коммунальных отходов и их применение для принятия управленческих решений [Электронный ресурс]: в сборнике: Охрана окружающей среды на современном этапе материалы научно-практической конференции, 2017. С. 98-102. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30314607>, свободный.
6. Ерофеева М.Р., Романычев А.А. К вопросу о нормативах накопления твердых коммунальных отходов в г. Братске [Электронный ресурс]: Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2017. Т. 2. С. 161-165. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34957522>, свободный.
7. Остякова А.В., Кустикова Ю.О. Управление утилизацией бытовых отходов [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и курсовому проектированию для обучающихся по направлению подготовки 38.04.10 Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура; М-во образования и науки РФ Нац. Исследоват. Моск. Гос. строит. ун-т, каф. жилищно-коммунального комплекса. – Москва: НИУ МГСУ, 2019.
8. Порожнюк Л.А., Порожнюк Е.В. «Экология»: учебно-практическое пособие - Белгород: БГТУ, 2016. С. 96–97.
9. Попов С.Ю., Козловская Н.В. О Пределение норм накопления твёрдых бытовых отходов в городах для дальнейшего эффективного управления и переработки [Электронный ресурс]: в сборнике: Наука нового времени: сохраняя прошлое - создаем будущее Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции, 2017. С. 302-307. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=31802454>, свободный.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ «БИРСС»-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЗДАНИЙ

*Плотников А.Д., студент 4 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

Капитальный ремонт в Российской Федерации – один из основных видов строительной деятельности государства. Улучшение качества жизни населения – это один из главных приоритетов страны. Качественная жизнь невозможна без качественного жилья, теплого и надёжно. В рамках реализации проекта капитального ремонта возник вопрос о применении тех или иных технологий строительства. Технология устройства фасадов «БИРСС» – весьма перспективный вариант для улучшения качества жилья страны.

При рассмотрении проблемы устройство фасадов зданий необходимо обращать особое внимание на срок службы различных материалов. Дело в том, что разные материалы имеют разный срок службы. Проводя капитальный ремонт фасадов, можно столкнуться с тем, что, меняя или ремонтирую один элемент фасада, срок службы которого превысил расчётный, мы повредим и будим должны заменить и тот, срок службы которого ещё не истёк.

Технология производства работ.

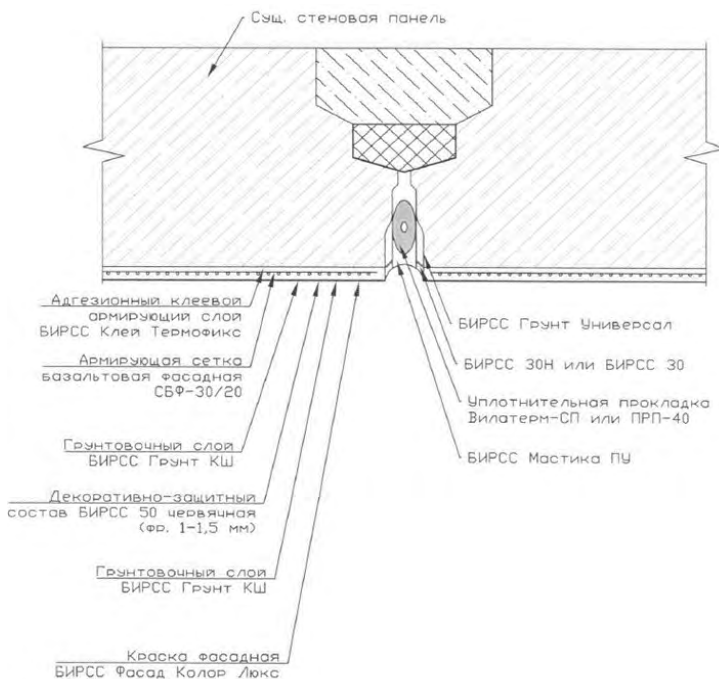


Рис. 1. Узел отделки фасада по технологии «БИРСС»

Согласно Регламенту выполнения, сдачи и приемки работ по ремонту фасадов, облицованных керамической плиткой, с устройством штукатурного слоя Фонда капитального ремонта многоквартирных домов города Москвы [2], устройство «БИРСС»-фасадов должно выполняться в следующей технологической последовательности:

1) Простукивание поверхности фасада. Должны быть проведены работы по простукиванию всей поверхности фасада с удалением бухтящей керамической плитки.

2) Нанесение насечек на поверхности сохраняемой керамической плитки. На поверхности (не бухтящей) керамической плитки с использование углошлифовальной машины должны быть нанесены насечки (по диагонали к сторонам плитки) с минимальным расстоянием между ними 2 см.

3) Очистка межпанельных швов. Должны быть выполнены работы по удалению герметизирующей мастики и уплотнительного жгута из межпанельных швов.

4) Очистка и промывка поверхности фасада. Должны быть выполнены работы (способы в соответствии с технологической картой) по очистке поверхности фасада (мастика в зоне межпанельных швов, краска в том числе на откосах, прочие загрязнения).

5) Освидетельствование работ, выполненных по этапам 1 – 4. В порядке, определенном Регламентом выполнения, сдачи и приемки работ по ремонту фасадов, облицованных керамической плиткой, с устройством штукатурного слоя.

6) Ремонт выбоин (мест отсутствия керамической плитки) на фасаде. Огрунтовать и оштукатурить панели (в соответствии с технологической картой) в зонах, где отсутствует плитка в одну плоскость с сохранившейся керамической плиткой.

7) Ремонт углов межпанельных швов и оконных откосов. Огрунтовать и оштукатурить (в соответствии с технологической картой) углы стеновых панелей и оконных откосов в местах, имеющих сколы и выбоины.

8) Грунтовка поверхности фасада перед нанесением штукатурно-армирующего слоя. После выполнения работ по этапам 6 и 7, но не ранее чем через 72 часа после их завершения, огрунтовать всю поверхность фасада, боковые поверхности межпанельных швов на глубину не менее 10 см и боковые поверхности оконных откосов.

9) Освидетельствование работ, выполненных по этапам 6 – 8. В порядке, определенном Регламентом выполнения, сдачи и приемки работ по ремонту фасадов, облицованных керамической плиткой, с устройством штукатурного слоя.

10) Нанесение штукатурно-армирующего слоя на углы стеновых панелей в зоне межпанельных швов и оконные откосы с укладкой ПВХ уголка с выпусками из стеклосетки 100×150 мм. После освидетельствования работ по этапам 6 - 8 и не ранее, чем через 6 часов после огрунтовки поверхности нанести базовый слой штукатурки (3 мм), "утопить" ПВХ-уголок с выпусками стеклосетки (100 мм вглубь межпанельного шва или откоса, 150 мм

на фасад. Без технологического перерыва нанести второй слой штукатурки (2 мм) поверх ПВХ-уголка (вглубь шва на 100 мм, боковая поверхность откоса - на всю ширину, на плоскости фасада на ширину 100 мм - должен остаться выпуск стеклосетки 50 мм).

11) Освидетельствование работ, выполненных по этапу 10. В порядке, определенном Регламентом выполнения, сдачи и приемки работ по ремонту фасадов, облицованных керамической плиткой, с устройством штукатурного слоя.

12) Нанесение штукатурно-армирующего слоя на поверхность стеновых панелей. После освидетельствования работ по этапу 10 нанести базовый слой штукатурки (3 мм) на поверхность стеновых панелей, "утопить" стеклосетку (в местах имеющих выпусков стеклосетки в зоне проведенных работ по нанесению базового слоя на углы панелей в зоне межпанельных швов и оконных откосов сетка укладывается внахлест). Без технологического перерыва нанести второй слой штукатурки (2 мм).

13) Освидетельствование работ, выполненных по этапу 12. В порядке, определенном Регламентом выполнения, сдачи и приемки работ по ремонту фасадов, облицованных керамической плиткой, с устройством штукатурного слоя.

14) Грунтовка поверхности после выполнения работ по нанесению штукатурно-армирующего слоя. После освидетельствования работ по этапу 12, но не ранее чем через 72 часа после окончания предыдущего этапа работ (нанесение штукатурно-армирующего слоя) огрунтовать всю поверхность фасада и боковые поверхности оконных откосов.

15) Освидетельствование работ, выполненных по этапу 14. В порядке, определенном Регламентом выполнения, сдачи и приемки работ по ремонту фасадов, облицованных керамической плиткой, с устройством штукатурного слоя.

16) Нанесение декоративного штукатурного слоя на всю поверхность фасада и боковые поверхности оконных откосов. После освидетельствования работ по этапу 14, но не ранее чем через 6 часов после огрунтовки поверхности нанести декоративную минеральную фасадную штукатурку (в соответствии с технологической картой).

17) Освидетельствование работ, выполненных по этапу 16. В порядке, определенном Регламентом выполнения, сдачи и приемки работ по ремонту фасадов, облицованных керамической плиткой, с устройством штукатурного слоя.

18) Окраска фасада и боковых поверхностей оконных откосов. После освидетельствования работ по этапу 16, но не ранее чем через 72 часа после окончания предыдущего этапа работ (нанесение декоративного штукатурного слоя) произвести окраску в соответствии с технологической картой.

19) Сдача выполненных работ по ремонту фасада после выполнения всех других работ по ремонту фасада (ремонт балконов, козырьков, окон, дверей, отмостки, входов в подвал, цоколя и др.).

Все виды работ должны соответствовать требованиям безопасности и качеству применяемых материалов. Как видно из порядка производства, контроль за ходом исполнения работ по устройству «БИРСС»-фасада присутствует практически на каждом этапе ремонтно-строительных работ. Это позволяет обеспечить качественное выполнение фасада и особенно так называемых скрытых работ, то есть тех, качество которых нельзя будет проверить после проведения последующих работ.

Выводы. Подводя итоги, можно сделать вывод, что данное технологическое решение ремонта фасада панельных многоквартирных жилых домов г. Москвы материалами марки "БИРСС" по сравнению со старым решением фасада является практичным и экологически чистым, а также улучшает внешний вид дома, а, следовательно, и облик г. Москвы.

Библиографический список

1. И. Медов, А. Плотников, Ю. Кустикова. Технологическое решение капитального ремонта фасада панельных жилых домов материалами «БИРСС». VI Международная научная конференция «Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке и образовании». Сборник научных трудов. 254 с., 2018.

2. Регламент выполнения, сдачи и приемки работ по ремонту фасадов, облицованных керамической плиткой, с устройством штукатурного слоя ФКР Москвы.

3. ТУ 5745-013-05668056-2014. БИРСС Клей Термофикс Э. Сухая смесь клеевая высокогибкая С2 Т S1.

4. ТУ 2316-015-05668056-05 с изм. 1 и 2. Грунтовка водно-дисперсионная. БИРСС Грунт КШ.

5. ТУ 5745-003-05668056-2011. Терразитовая декоративная штукатурная. БИРСС 50 Т наполненная.

6. ТУ 2313-24-05668056-06. Краски фасадные. БИРСС Фасад-Колор М.

7. ТУ 2316-015-05668056-05 с изм. 1 и 2. Грунтовка водно-дисперсионная. БИРСС Грунт Универсал.

8. СТО 05668056-004-2012. Смесь сухая ремонтная для неконструкционного ремонта поверхностей. БИРСС 30 и БИРСС 30Н.

9. Однокомпонентный полиуретановый состав. БИРСС Мастика-ПУ.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ ЖИЛОГО ДОМА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Плюснина Е.В., магистрант 1-го курса 5 группы ИЭУИС
Научный руководитель – Остякова А.В., доц. к.т.н.

Многоквартирный жилой дом обеспечивает человека всеми необходимыми комфортными условиями проживания. Инженерные системы на протяжении всей эксплуатации многоквартирного дома используют постоянно. Система водоотведения берет на себя важную функцию – удаление жидкости коммунальных отходов (ЖКО). Учитывая увеличение строительства жилищного фонда, значительную точечную концентрацию инженерных систем, а также повышение аварийности и обветшалости инженерных систем, необходимо повысить требования к эксплуатационному контролю технического состояния системы водоотведения в МКД из-за безопасности в отношении граждан и окружающей среды при эксплуатации системы водоотведения. Для сохранения работоспособности канализационных трубопроводов в течении нормативного срока службы требуется проводить работы по проверке и очистке состояния трубопровода. Постоянный мониторинг технического состояния трубопроводов для водоотведения следует проводить чаще, чем в настоящий момент, при наличии необходимого перечня работ и графика, а также ответственного подхода в целом – позволит повысить эффективность работ и долговечности труб. В настоящей статье исследуется работа канализационной трубы в безнапорном режиме при различной степени загрязнения внутренних стенок трубы в течении её эксплуатации.

Целью написания данной работы явилось сравнение расчетной пропускной способности по [1-4], анализ изменения пропускной способности канализационного трубопровода в течении его эксплуатации при различной степени загрязнения внутренних стенок трубы и уменьшения поперечного сечения трубы, а также исследование зависимости пропускной способности канализационных трубопроводов от изменения наполнения трубы, глубины потока h и диаметра d .

Система водоотведения представляет собой комплекс инженерных сооружений населенных пунктов для сбора, очистки и отведения сточных вод. Требования эксплуатации, надежность работ и санитарно-экологическая безопасность водоотводящей сетей зависят от качества уровня управления и осмотра квалифицированным персоналом водоотводящих трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и измерительных приборов, а также от степени правильности использования водоотводящей сети жильцами [5]. При правильной эксплуатации водоотводящих сетей средний срок службы чугунных трубопроводов составляет 50-80 лет, пропиленовых – более 50 лет. На 2018 год состояние аварийного жилищного фонда составило 25 473,8 тыс. м², данный показатель на 3,53 % больше чем в 2017 году и на 22,96 % больше чем в 2015 году по данным [6].

Уровень благоустройства жилищного фонда в России находится на хорошем уровне, так на 2018 год удельный вес площади и оборудования водоотводящей сети составляет 78 % [7]. Число аварий на участках системы водоотведения снизились, так, на 2018 год число аварий составляет 25,4 тыс., что на 25,2 % меньше чем в 2017 году (31,8 тыс.) и меньше на 46,45 % в 2015 году (37,2 тыс.) по данным [8].

Теоретическим путем доказано [9], что в трубе круглого сечения наибольшая скорость соответствует выполнению $h/d = 0,81$, а наибольший расход – наполнению $h/d = 0,95$. Поэтому для правильной эксплуатации системы водоотведения необходимо проводить учёт и контроль количества сточных вод, проходимых по трубопроводу и проверять внутреннее состояние стенок трубопровода на наличие на стенках загрязнений, которые препятствуют прохождению ЖКО.

В течении эксплуатации системы водоотведения в зданиях изменяется размер сечения трубы из-за накопления на внутренних стенках загрязнений, влияющие на скорость движения ЖКО (рис. 1).

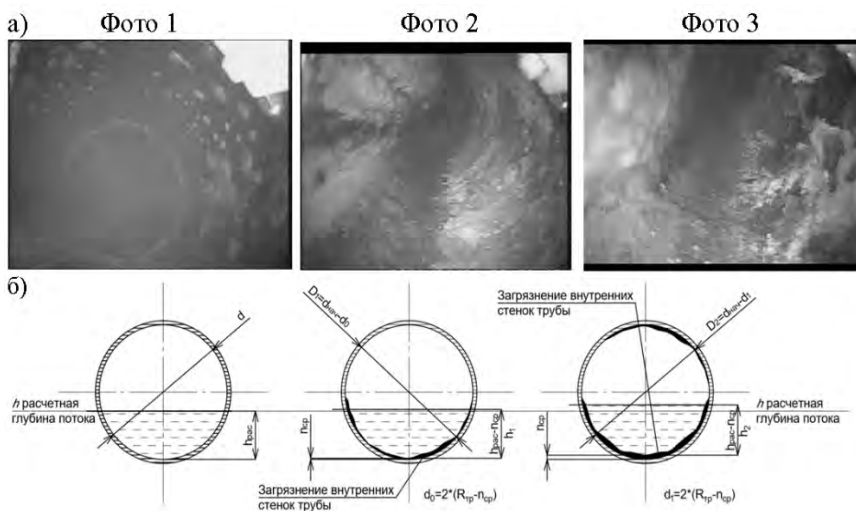


Рис. 1. Обследование трубы при помощи видеозонирования:

а) фотографии внутренних стенок трубы*; б) схема сечения трубы.

[*Обследование выполнено на объекте: жилой дом, расположенный по адресу г. Москва, Ленинский пр., д. 36 (в эксплуатации с 1956 года; капитальный ремонт проведен в 2019 году)]

Обследование при помощи видеозонирования, выявило наличие заливания и загрязнения внутренних стенок трубы.

Имея систему внутренней канализации [10], выполненную из чугунных раструбных канализационных труб диаметром 100 мм, которая эксплуатируется 58 лет. На основании данной системы проведем анализ влия-

ния изменения площади живого сечения сточных вод на расход сточных вод. Расход сточных вод Q , м³/с определяется по формуле 1 [11]:

$$Q = \omega \cdot V_c, \quad (1)$$

где ω – площадь живого сечения, м²; V_c – средняя скорость течения жидкостей, м/с.

Площадь сечения определяется формулой сегмента круга 2:

$$S_{сеч} = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot (\alpha - \sin \alpha), \quad (2)$$

где $\alpha = 2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{H}{R}\right)$; H – глубина потока, мм; R – радиус трубы, мм.

В итоге получим значения площади сечения сточных вод, при диаметре $\varnothing 100$ мм и глубиной потока $H=25$ мм, равной $\omega=0,00125$ мм². В табл. 1 приведены позиции 1-10 с изменением площади живого сечения на 0,00005 мм².

Таблица 1

Результаты расчета

№	ω , м ²	V , см/с	Q , м ³ /с	п/п	ω , м ²	V , см/с	Q , м ³ /с
1	0,00125	1,2	0,0015	6	0,001	1,2	0,0012
2	0,0012	1,2	0,00144	7	0,00095	1,2	0,00114
3	0,00115	1,2	0,00138	8	0,0009	1,2	0,00108
4	0,0011	1,2	0,00132	9	0,00085	1,2	0,00102
5	0,00105	1,2	0,00126	10	0,0008	1,2	0,00096

По результатам расчета построим график (рис. 2) влияния изменения живого сечения сточных вод ω на расход сточных вод Q при постоянной скорости течения сточных вод V_c .

График показывает, что с уменьшением диаметра, в связи с задержкой различных загрязнений на внутренних стенках трубы, уменьшится пропускная способность системы, что приводит к нарушению правильной работы канализации [12].

Система водоотведения предназначена для удаления отходов жизнедеятельности населения, отходов бытового производства и отходов растительного производства [13]. В систему водоотведения запрещается спускать отходы, не квалифицирующие как жидкие (отходы, образующиеся при строительстве, ремонте, различные бытовые материалы, использующиеся

для личной гигиены, гигиены детей, гигиены животных, и тд.). При увеличении нагрузки на систему водоотведения система требуется сделать новый расчет и провести работы по реконструкции системы водоотведения. Следует контролировать слив посторонних отходов, а именно жиров, различных масел и жидкостей от мойки оборудования кухонь, отходы деятельности по обработке различных материалов.

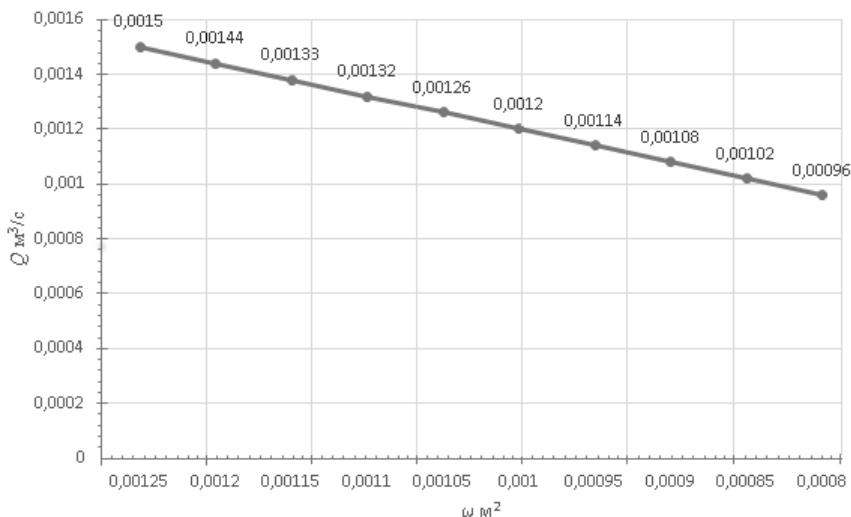


Рис. 2. График влияния изменения живого сечения на расход сточных вод.

Библиографический список

1. СНиП 2.04.01-85 Расчет канализационных систем [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200017>, свободный.
2. СП 30.13330.2016. «Внутренний водопровод и канализация зданий» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054201>, свободный.
3. Плюснина Е.В. Разработка проекта капитального ремонта 9-ти этажного блочного жилого дома серии П-18-01/09 в ВАО г. Москвы. – М.: НИУ МГСУ, 2019.
4. Авдеева М.А., Луферчик Я.С., Бартова Л.В. Анализ расчета внутриквартальных сетей водоотведения по СНиП 2.04.01-85 и СП 30.13330.2012 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27450195>, свободный.
5. Ямлеева Э.У. Ошибки при проектировании, монтаже и эксплуатации внутренней канализации зданий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32786355>, свободный.

6. Социальное положение и уровень жизни населения России 2019: Стат.сб. / под ред. К.Э. Лайкам, Е.Б. Фролова и др. - М.: Росстат, 2019. – 352 с.
7. Пыталев А.В. Состояние систем водоснабжения и канализации в орловской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26558133>, свободный.
8. Жилищное хозяйство в России. 2019: Стат. сб. - М.: Росстат, 2019. – 78 с.
9. Справочник по гидравлическим расчетам. Под редакцией П. Г. Киселева. Изд. 4-е, переработ. и доп. М.: Энергия, 1972. - 312 с.
10. Захаров К.А. Анализ систем хозяйственно-бытовой канализации с помощью математического моделирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29671376>, свободный.
11. Жмаков Г.Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения. - М.: ИНФРА-М, 2014.
12. Земляная Н.В., Земляной В.В. Безопасность систем жизнеобеспечения (коммунальные системы водоснабжения и канализации) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9532094>, свободный.
13. Приказ от 22 мая 2017 года N 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/542600531>, свободный.

ТЕХНОЛОГИИ СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ В РАЗНЫХ СТРАНАХ

*Смирнов П.Е., студент 2-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.*

В настоящее время, одной из главных экологических проблем, существующих в нашей стране, является проблема мусора. А именно процесса его сбора, переработки и утилизации. Основываясь на опыт зарубежных стран, нашим государством был принят новый закон, о раздельном сборе мусора, послуживший началом для «Мусорной реформы». Данный закон вступил в силу с 01 января 2019 года. Основной целью принятия закона было организовать правильный, экономически выгодный процесс сбора, переработки и утилизации мусорных отходов. Тем самым добиться минимизации выброса вредных веществ от разложения мусора в атмосферу и почву. Программа подразумевает установку возле частных и многоэтажных жилых домов, пунктов для раздельного сбора твердых коммунальных отходов, а именно: пластика, макулатуры, металла и стеклянной посуды. Для их переработки на фабриках и последующего применения для вторичного использования. В отличие от старой системы, планируется сократить общий объем привозимого на свалку мусора, путём распределения перерабатываемых отходов по фабрикам. Ниже проанализируем особенности переработки мусора в Европейских и Азиатских странах мира [6,7].

Переработка мусорных отходов в Российской Федерации. На сегодняшний день всего около 5 процентов от общего выброса твёрдых бытовых отходов населением нашей страны, идёт на переработку в организации и мусороперерабатывающие фабрики. При этом рост выброса твёрдых бытовых отходов ежегодно в среднем увеличивается примерно на 10 процентов. Роль в увеличении выбросов играют новые крупные, промышленные заводы, фабрики, которые производят различную продукцию. Также и само население, которое примерно ещё три года назад выбрасывало один килограмм мусора в среднем приходящийся на троих человек через два, три дня, теперь это происходит каждый день. Большое значение также имеют частные магазины, рестораны, кафе число которых растёт с каждым днём. Владельцы крупных предприятий и различных заведений выбрасывают мусор на городские свалки или в крупные водоёмы, реки, что безусловно является абсолютно не допустимым и катастрофическим для окружающей нас среды. Уничтожение мусора в России происходит медленными темпами в силу больших экономических затрат. Очень часто мусор отправляют и распределяют его на полигонах, где впоследствии сжигают или закапывают. Но от таких мер происходит выброс вредных веществ в атмосферу или заражение почвы бактериями. Зараженная почва бактериями, несет опасные элементы, которые попадают в грунтовые, подземные воды [1,2].

В результате этого правительством Российской Федерации до 2030 года запланировано построить очень большое количество заводов для сжигания мусорных отходов. Что с одной стороны имеет свои преимущества, а с

другой стороны отрицательные моменты. Так как именно процесс сжигания мусорных отходов является приоритетным и экономически выгодным для Министерства природы. Для этого не требуется предварительно сортировать мусор по определенным категориям и распределять его между перерабатывающими фабриками и предприятиями. Но с другой стороны зола и пепел от продуктов сжигания, попадают в атмосферу, загрязняя её. Сейчас в Российской Федерации работает 7 крупных заводов, которые занимаются сжиганием твёрдых бытовых отходов без предварительной сортировки. Расположены они в крупных городах Центральной, Восточной и Южной частей нашей страны: во Владивостоке, Москве, Сочи, Мурманске, Пятигорске. В основном заводы располагаются в непосредственной близости от самих свалок для удобства транспортировки отходов. Процесс транспортировки осуществляется до заводов машинами, где отходы выгружают в специальных бункер, там их дробят на более мелкие фракции и удаляют опасные или взрывчатые вещества. После этого отходы помещают в специальные печи и при помощи подачи очень высоких температур подвергают процессу сгорания. Оставшуюся после сгорания отходов золу, закапывают в специальных ёмкостях, имеющих для этих целей на заводах [3,4].

Кроме рассмотренных мусоросжигательных заводов, ещё на территории нашей страны имеется пятьдесят крупных предприятий, которые занимаются непосредственно сортировкой и переработкой твердых бытовых отходов. В их число входит перерабатывающее предприятие в городе Новокузнецке. Работает оно с 2008 года, захоронение продуктов, полученных в результате переработки, производят у себя, на собственном полигоне. Также перерабатывающая фабрика в городе Красноярске и Оренбурге, производит сортировку отходов и их переработку, а оставшиеся не переработанные вещества, закапывают у себя на участке. Несколько организаций имеется и в Московской области, также осуществляющих переработку отходов.

Сбор и переработка мусорных отходов в Китае. Сортировка твердых бытовых отходов в Китае, всегда была не обязательна, но если у населения было желание, то мусор по отдельности, рассортировав его предварительно на такие категории как бумагу, металл, стекло, можно было сдать сборщикам мусора. Это категория граждан, которая непосредственно занимается сбором мусора у населения, а затем его перепродажей в приёмных пунктах. С утра по раньше сборщики мусора объезжают улицы и городские кварталы на велосипедах, выкрикивая при этом: «Куплю мусор». Таких сборщиков в Китае насчитывается целое сообщество, занимаясь данным видом деятельности, они зарабатывают себе на жизнь деньги. Большинству населения это нравится, с одной стороны ты получаешь за мусор не большие деньги, а с другой не загрязняешь окружающую среду. Многие сборщики, занимаются сбором мусора непосредственно на городских свалках. Там они сразу на месте сортируют отдельно бумагу, пластик, металл, стекло и другие бытовые отходы, после чего отвозят и сдают их в пункты приёма вторсырья. По результатам исследований многих специалистов, сборщики мусора обрабатывают третью часть от всего объема мусора страны. Это

конечно же даёт свои большие преимущества в целом для экологической обстановки в стране, но не способно полностью решить проблему с мусорными отходами. Поэтому в настоящее время правительство Китая всерьёз ещё больше задумывается о решении экологических проблем в своей стране. Для этого стали выпускаться и устанавливаться на улицах и во дворах домов мобильные передвижные станции для раздельного сбора твердых бытовых отходов. С 2009 года, государство Китая разработало и ввело в действие закон о переработке мусора, суть которого заключается в том, чтобы донести до населения основную мысль, что выброшенные отходы являются не просто мусором, а неэффективно использованным ресурсом населения. А чтобы замотивировать и наглядно показать, как это работает на деле, на многих улицах города были установлены пищевые агрегаты. Каждый желающий мог выбросить остатки еды в этот агрегат, а через некоторое время он выдавал готовое переработанное удобрение для деревьев, кустов или зеленых насаждений. Которые затем использовались озеленителями для городской среды. Также в качестве мотивирующих инструментов для населения по сортировке мусора, была придумана и реализована оплата пластиковыми бутылками за проезд. Где пассажир у входа в метро, закинув в специальный автомат пластиковую бутылку, получал за это несколько юаней. Таким образом, можно было накопить необходимое количество пластиковых бутылок, перед входом загрузить их в автомат и получить билет абсолютно бесплатно.

Сбор и переработка мусорных отходов в Германии. Если рассматривать Западные Европейские страны то, например, в Германии, больше половины всех отходов, проходит переработку. Для этого на территории страны имеется множество заводов, фабрик, на которых и осуществляется переработка мусора. Огромное количество тонн мусора после сортировки сжигается. Но это не оказывает негативного влияния для окружающей среды, так как на всех заводах установлены самые современные очистные сооружения. Кроме этого газы, которые идут от процесса сжигания бытовых отходов, используют для отопления населенных пунктов, а газовые турбины для выработки электрической энергии. Также в городах Германии имеются и свалки для мусорных отходов. Но населению и предприятиям можно на них выбрасывать только тот мусор, который является абсолютно безвредным, и который прошел переработку на заводе или фабрике. Государство строго следит за такими свалками и тем, кто не придерживается требований, наказывают очень большими штрафами.

Вообще немцы очень ответственно подходят к сортировке бытовых отходов. У каждого жителя возле дома установлены свои собственные баки для сортировки мусора, их количество составляет не менее трёх штук. Каждый обозначен своим цветом или имеет соответствующего цвета полиэтиленовый пакет. Куда сортируется и складывается определенный вид мусора. Точно такие же баки, только больших размеров устанавливаются на улицах города и возле магазинов. Что касается крупных бытовых отходов и техники, то и тут немцы также производят сортировку. Нельзя просто

так взять и выкинуть, например, холодильник или диван в одну общую кучу, так как сборщики просто не станут ничего забирать. Обязательно всё нужно рассортировать по кучам. Для сбора такого крупногабаритного мусора, выделены специальные дни на недели, которых должны придерживаться немцы. Если же выброс такого мусора является срочным и не запланированным, то каждый может в любой день позвонить той компании, с которой у него заключен договор на вывоз мусора и за дополнительную плату убрать мусорные отходы. Что касается выброса одежды или обуви, то и тут немцы предусмотрели устанавливать специальные баки возле общественных мест. Куда люди могут выбросить отдельно верхнюю, нижнюю одежду и обувь. Делается это для того чтобы потом всю выброшенную одежду обработать и ту которая хорошего качества, направить как гуманитарную помощь различным организациям или беженцам. Бутылки из-под пива, газ воды и другую стеклотару, использованную в результате продуктов потребления, принято сдавать обратно в магазины. Так как приобретаю продукцию в стеклотаре, с жителей города взимается дополнительная плата за товар. Не в коем случае нельзя выбрасывать стеклянные отходы в общий мусор, за это также предусмотрены большие штрафы.

Почти 15 процентов всего сырья, которое использует промышленность Германии, получены в результате рециклинга. Общая выручка немецких предприятий, занимающихся сбором, сортировкой, переработкой и утилизацией мусора, на которых работают почти 200 тысяч человек, составляет около 40 миллионов евро в год [6,7].

Библиографический список

1. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 № 89-ФЗ.
2. ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения».
3. СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами».
4. СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест».
5. СП 2.1.2.3358-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству, оборудованию, содержанию, санитарно-гигиеническому и противоэпидемическому режиму работы организаций социального обслуживания».
6. Polyakova V., Degaev E.N., Pierre El Haddad. Reduction of Ecological and Economic Risks in Utilization of Solid Domestic Wastes and Construction Waste. MATEC Web of Conferences 251, 06017 (2018). DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825106017>.
7. Полякова В.В., Дегаев Е.Н. К вопросу о системе раздельного сбора и утилизации коммунальных отходов на территории субъектов РФ. В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании сборник материалов VI Международной научной конференции. 2018. С. 117-120.

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Якименко А.С., студентка 1-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

Проблема массовых перевозок в крупнейших городах мира успешно решается посредством создания внеуличного транспорта – метрополитена, отличающегося большой провозной способностью, высокой скоростью сообщения и регулярностью движения, а также большей надежностью в сравнении с наземным городским транспортом. В связи с увеличением трафика пассажиров в метро системы жизнеобеспечения, такие как системы вентиляции и кондиционирования, должны соответствовать не только заданным в проекте санитарным нормам, но и «подстраиваться» под текущие требования и условия пользования [1-4].

Московское метро – шестое в мире по интенсивности использования после метрополитенов Пекина, Токио, Шанхая, Сеула и Гуанчжоу, пятое — по длине эксплуатируемых линий. Оной из основных проблем Московского метрополитена [5-9] является увеличение пассажиропотока на станциях, что серьезно сказывается на микроклимате сооружения. По данным исследований, каждый средний пассажир в спокойном состоянии, сидя, за время сорокаминутной поездки в день выделяет в газовые объемы станций и вагонов метрополитена около 8,4 Ккал (33 Вт) тепловой энергии. Это значит, что в метрополитен Москвы за час работы пассажиры выбрасывают количество тепловой энергии, эквивалентное сжиганию около 927,5 кг/ч абсолютно сухих дров с теплотой сгорания 4510 Ккал/кг. Помимо пассажиров, основными источниками тепла являются подвижной состав и различные технические приборы (эскалаторы, турникеты, автоматы для продажи билетов и проч.) (рис. 1).

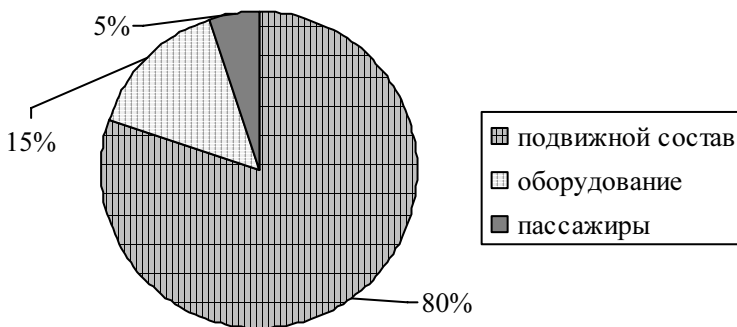


Рис. 1. Основные источники теплоты в метрополитене Москвы

Несмотря на то, что тепловыделения от пассажиров составляют малую долю от всех источников теплоты, увеличение пассажиропотока играет большую роль:

- увеличивается количество подвижных составов;
- используются более мощные эскалаторы;
- применяются большее количество вентиляционных установок, кондиционеров, электроприборов и прочего.

Все это влечет за собой повышение температуры воздуха, на станциях становится некомфортно и душно.

Еще одной проблемой метрополитена, непосредственно связанной с духотой, является то, что на первых линиях из-за отсутствия опыта проектирования была применена система вентиляции с естественным побуждением. Предполагалось, что движение воздуха будет осуществляться за счет так называемого «поршневого эффекта»: напор воздуха, возникающего от движения поездов, передвигается между вентиляционными шахтами без вентиляторов, располагающихся на расстоянии 100-150 метров друг от друга (рис. 2).

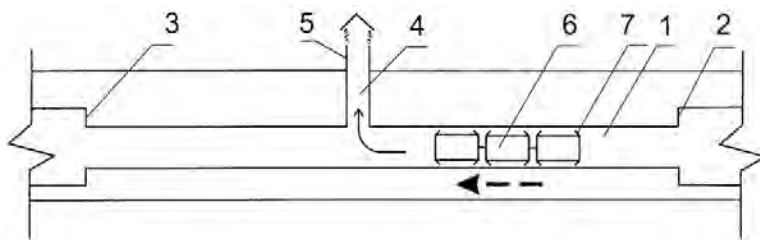


Рис. 2. Схема тоннельной вентиляции [10]:

- 1 – тоннель; 2 – входной портал; 3 – выходной портал; 4 – вентиляционная шахта;
5 – вентиляционный киоск; 6 – подвижной состав; 7 – управляемые заслонки

Такая система показала себя неэффективной по ряду причин, одной из которых и является большой пассажиропоток: при скоплении людей в ожидании поезда вентиляция практически отсутствует. Так, например, на станции «Чистые пруды» до реконструкции, включающей в себя установку тоннельных вентиляторов, температура воздуха на платформе достигала 32°C при норме 18-28°C. Какие же решения данных проблем можно предложить?

Во-первых, может быть предложена полная реконструкция системы тоннельной вентиляции [11]: дооборудование вентиляционных шахт вентиляторами или их замена на более эффективные. Для этого необходимо провести аэродинамический расчет сети «вентиляционный агрегат»– «вентиляционный канал» при максимальных граничащих температурах воздуха, произвести оценку эффективности системы.

Во-вторых, можно предложить применение систем местного охлаждения, например системы туманного охлаждения. Туманное охлаждение – недорогой и эффективный способ охладить воздух на станциях метрополитена. Данный метод позволит регулировать температуру воздуха на станциях метрополитена как в автоматическом, так и в ручном режиме. Система безопасна, недорога в эксплуатации. Её легко установить так, чтобы не нарушить внешний вид станции и не мешать пассажирам и персоналу. И конечно не следует забывать о том, что туманообразующие системы увлажняют пересушенный летний воздух, снижают запыленность и удаляют нежелательные запахи, что существенно облегчает дыхание. Таким образом, системы туманообразования нужно рассматривать не как обычную систему охлаждения, а в большей степени как систему создания и поддержания комфортного микроклимата на заданной территории (рис. 3). Так, данная система успешно используется в миланском метрополитене.

В-третьих, можно предложить применение так называемой «французской системы охлаждения», которая заключается в замене входных дверей в вестибюль метро на решетчатые для дополнительной подачи свежего воздуха в летний период. Тестирование данной системы на 11 станциях метрополитена показало понижение температуры на 7 градусов [13].

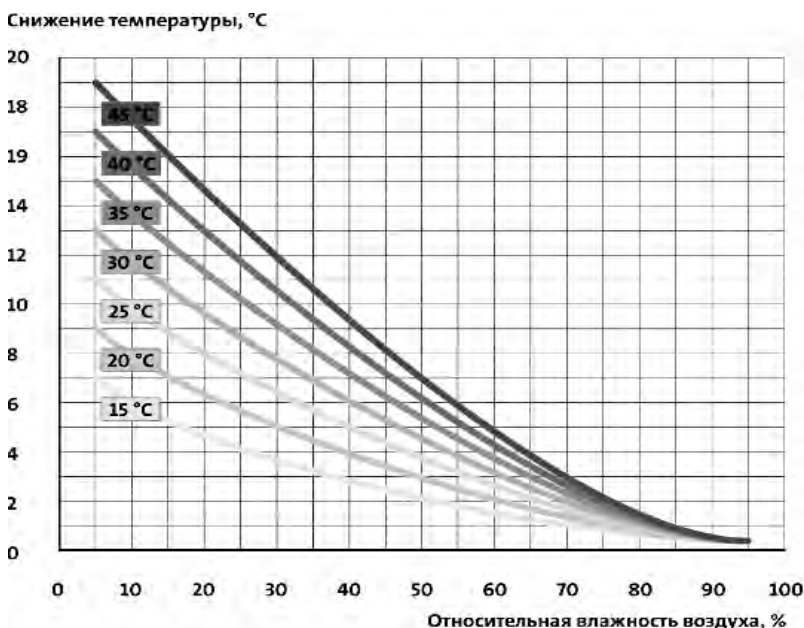


Рис. 3. Показатели работы системы туманного охлаждения [12]

В заключение можно сделать следующие выводы. Проблема жары и духоты в метрополитенах объективно существует и со временем только

усугубляется. Данный вопрос давно вышел за рамки технического и приобрел устойчивый социальный характер [6, 9]. К сожалению, в настоящее время эта проблема или вовсе не решается, или решается посредством мероприятий, далеких от восстановления работоспособности системы вентиляции. Поэтому необходимо осуществить полную или частичную модернизацию систем вентиляции с учетом опыта зарубежных коллег.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Минстрой России, 2016.
2. СП 248.1325800.2016. Сооружения подземные. Правила проектирования. М.: Стандартиформ, 2017.
3. СП 120.13330.2012. Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003. М.: Минрегион России, 2012.
4. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. М.: Минрегион России, 2012.
5. Свижевский В.А., Стовбур Н.Н. Современные проблемы гигиенического нормирования физических факторов, воздействующих на персонал и пассажиров метрополитена // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2011. № 1–1 (77). С. 273.
6. Дементьева М.Е. Оценка экологической опасности городской среды // Жилищное строительство. 2005. №1. С. 12–13.
7. Помагилев Ф.С., Намиот Д.Е. Об анализе пассажиропотоков московского метрополитена // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. Т. 15. № 2. С. 375–385.
8. Дементьева М.Е., Уткин Р.М. Обзор особенностей эксплуатации подземных сооружений в условиях Крайнего Севера // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2017. С. 814–817.
9. Дубровин И., Дубровин Е. Как устранить жару и духоту в метро? // Энергетика и промышленность России. 2012. №18 (206). Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/epr/206/14369.htm>
10. Патент РФ 2312222, 10.12.2007.
11. Маковский Л.В. Проблемы реконструкции тоннелей мелкого заложения // Наука и техника в дорожной отрасли. 2004. № 1 (28). С. 35–37.
12. Охлаждение туманом. Режим доступа: <http://www.poliv-tuman.com.ua/904-2/>
13. Французская система охлаждения. Режим доступа: <https://arbat.mos.ru/presscenter/news/detail/1946438.html>

СЕКЦИЯ РЕНОВАЦИИ ЗАСТРОЕННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ПРИ РЕНОВАЦИИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Власов В.А., студент 1-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

Реновация застроенных территорий является одним из перспективных направлений развития современных крупных мегаполисов. При этом снос и строительство новых зданий, а также реконструкция существующих предполагает необходимость прокладки новых инженерных сетей, которые должны обеспечить надежное снабжение этих зданий всеми необходимыми ресурсами. Надежность обеспечения потребителей коммунальными ресурсами зависит в том числе от соблюдения технологии производства ремонтно-строительных работ [1], качество которых оценивается в ходе строительного контроля. Как показывает практика, даже на недавно проложенных коммуникациях могут возникать отказы, приводящие к серьезным последствиям [2], поэтому совершенствование строительного контроля является актуальной задачей.

На данном этапе цель исследования заключалась в изучении особенностей организации и выполнения строительного контроля инженерных сетей при реновации городских территорий с учетом плотной городской застройки. В настоящее время в Москве действует программа реновации, которая "представляет собой совокупность мероприятий, направленных на обновление среды жизнедеятельности и создание благоприятных условий проживания граждан, общественного пространства в целях предотвращения роста аварийного жилищного фонда, обеспечения развития жилых территорий и их благоустройства" [3]. В этой связи большое значение приобретает понятие качества [4] как совокупность свойств продукции, процесса ее создания и условий создания, т.е. трудовой деятельности (рис. 1). Поэтому важное значение приобретает строительный контроль, который гарантирует заданный нормативами уровень качества инженерных сетей.

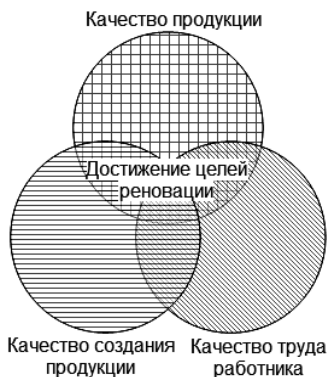


Рис. 1. Качество как совокупность свойств строительного объекта

Под строительным контролем подразумевается процесс "проверки соответствия выполняемых работ проектной документации, требованиям технических регламентов, результатам инженерных изысканий, требованиям к строительству, реконструкции объекта капитального строительства, установленным на дату выдачи представленного для получения разрешения на строительство градостроительного плана земельного участка, а также разрешенному использованию земельного участка и ограничениям, установленным в соответствии с земельным и иным законодательством РФ" [5]. Учитывая большую значимость данного вида деятельности, был проведен его анализ по виду, методам, объектам, этапам, представленный в форме табл. 1 [6].

Таблица 1

Виды строительного контроля

Вид контроля качества	Цель	Объект	Исполнитель
входной	проверка соответствия показателей качества поступающих материалов, изделий и оборудования	материалы и оборудование	подрядчик
операционный	обеспечение соответствия осуществляемых работ проекту, а также требованиям нормативно-технической документации	приемы и методы работы	надзорная организация
геодезический	обеспечение соответствия готовых конструкций и их элементов установленным допускам, нормативам и проектной документации	технологические процессы	заказчик

Таблица 2

Объекты строительного контроля

Объекты контроля качества	Предмет контроля	Исполнитель
1	2	3
строительные материалы, конструкции, технологическое оборудование	проверка соответствия требованиям качеству, количеству и составу, оценка условий хранения, складирования и обращения с материальными ресурсами	лицо, осуществляющее строительство (подрядчик)

1	2	3
производственный персонал	проверка квалификации и подготовки персонала, наличия допусков и аттестации кадров	заказчик (технический заказчик)
приемы и методы работы	проверка последовательности и состава выполняемых действий	застройщик, заказчик (технический заказчик), надзорная организация
условия окружающей среды	проверка соблюдения допустимых норм по условиям окружающей среды	заказчик (технический заказчик), надзорная организация
документация	проверка наличия, правильности ведения, регистрации, внесения изменений, актуальности	застройщик

Таблица 3

Этапы строительного контроля

Этапы контроля качества	Предмет контроля	Исполнитель
1	2	3
изыскательские	качество сбора исходных данных, подготовки технического задания на проведение проектно-изыскательских работ; качество проведения инженерных изысканий для разработки проектно-сметной документации	технический надзор
подготовительные	качество проекта производства работ на внеплощадочные и внутриплощадочные подготовительные работы	застройщик или заказчик
земляные	"наличие технической документации; качество грунтов и их уплотнение; форма и расположение земляных сооружений, соответствие отметок, уклонов, размеров проектным" [5]	застройщик или заказчик
сварочные	"качество материалов и изделий, применяемых при устройстве соединений, и степень их соответствия проекту; соблюдение последовательности сварочных работ и технологии; качество выполненных соединений" [6]	застройщик или заказчик
изоляционно-укладочные	качество материалов и правильность их подготовки; качество подготовки оснований под изоляционное покрытие; качество технологического процесса устройства покрытия; качество готовых покрытий; качество защитных ограждений	застройщик или заказчик

1	2	3
рекультивационные	"акт приемки-сдачи рекультивированных земель (карьеры, строительные площадки и т. д.)" [6]	представители заказчика, комитета по земельным ресурсам и землеустройству

Таблица 4

Методы строительного контроля

Методы контроля качества	Инструменты	Объект контроля и зависимости
1	2	3
визуальный и измерительный контроль	шаблоны сварщика, "угольник, штангенциркуль, фонарик, маркер по металлу, термостойкий мел, лупа измерительная, набор щупов, наборы радиусов, рулетка, линейка, зеркало с ручкой" [5]	"качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла" [5] на основании внешнего осмотра и обмерочных работ
ультразвуковой контроль	ультразвуковые дефектоскопы, толщиномеры, твердомеры	качество сварных соединений, сосудов и аппаратов высокого давления на основании скорости прохождения волн
радиографический контроль	рентгеновские аппараты, гамма-дефектоскопы	"выявление в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, инородных включений" [5] на основании интенсивности излучения
капиллярный контроль	пульверизаторы, пневмогидропистолеты	контроль объектов любых размеров и форм, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов, стекла, керамики, пластмасс и других неферромагнитных материалов на основании скорости "капиллярного проникновения индикаторных жидкостей (пенетрантов) в поверхностные и сквозные дефекты" [5]

1	2	3
магнитный контроль	стационарные или передвижные магнитные дефектоскопы	выявление "дефектов в ферромагнитных металлах (железо, никель, кобальт и ряд сплавов на их основе)" [5] на основании рассеяния магнитных полей после намагничивания
контроль герметичности	течеискатели	выявление "течей как в основном материале, так и в сварных, паяных, разъемных" соединениях [5] на основании проникновения индикаторов (жидкостей, газов)
тепловой контроль	пирометры, тепловизоры, логгеры данных	оценка технического состояния по неоднородности теплового поля на основании фиксации плотности теплового потока, температуры и преобразования инфракрасного излучения в видимый спектр
вихретоковый контроль	вихретоковой преобразователь	"измерение толщины тонких труб и тонкого листового проката, определение коррозионных повреждений" [5] на основании взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов

Одним из направлений совершенствования строительного контроля является т.н. "регистрационный контроль, выполняемый путем анализа данных, зафиксированных в документах" [7, 8]. Его преимуществом является возможность применения при недоступности объекта контроля или нецелесообразности выполнения других способов контроля, что непосредственным образом относится к коммуникациям, проложенным в земле. При "обсуждении вопроса внедрения системы электронного документооборота в регистрационный контроль строительных организаций с инженерно-техническими работниками, многие из них скептически относятся к возможности такого внедрения из-за следующих особенностей строительного производства [9]:

1. Наличие бумажных документов является обязательным на строительном участке в соответствии с градостроительным кодексом.

2. Ставя свою подпись на бумажных документах, прорабы тем самым обозначают личную ответственность и достоверность, сведений, указанных в документе.

3. Ведение параллельного бумажного и электронного документооборота представляется двойной работой, которая потребует гораздо больших временных и трудовых затрат, чем традиционный бумажный документооборот".

В заключение можно сделать вывод о том, что неоспоримым преимуществом электронного документооборота является оперативность информирования и доступа всех участников процесса строительства ко всем изменениям в режиме онлайн с возможностью постоянного контроля за соответствием строительства требованиям проекта и нормативной документации. Кроме того, на последующем этапе жизненного цикла строительного объекта служба эксплуатации при таком подходе будет иметь доступ к фактическим данным об объекте в единой базе данных электронной исполнительной документации [10, 11]. Дополнительным плюсом является значительное снижение физического объема бумажного материала на объекте на всех этапах жизненного цикла.

Библиографический список

1. Сокова С.Д., Дементьева М.Е. Ремонт инженерного оборудования зданий. учебное пособие – М.: МГСУ, 2010. 350 с.

2. Дементьева М.Е. Деградация ценоэкосистемы как фактор коррозии подземных коммуникаций системы водоснабжения г. Москвы. дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2002. 147 с.

3. Постановление Правительства Москвы № 497-ПП от 01.08.2017 «О Программе реновации жилищного фонда в городе Москве».

4. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. М.: Стандартиформ, 2009.

5. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. М.: Минрегион России, 2010.

6. СДОС-04-2009. Методика проведения строительного контроля при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства: Сборник документов о строительном контроле. – М.: ОАО «Научно-технический центр по безопасности и промышленности», 2009. 228 с.

7. Артемова, Е.Н., Царева Н.И., Глебова Н.В. Основы строительства и инженерное оборудование предприятий общественного питания: учебное пособие. – Орел: Госуниверситет– УНПК, 2013. 317 с.

8. Дементьева М.Е., Дементьева А.В., Губский А.Ю., Губская Р.Р. Специфика внедрения BIM-технологий на этапе эксплуатации зданий // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. №7 (1007). С. 62–64.

9. Сайтгараев А.Ф. Проблемы внедрения системы электронного документооборота в производственных подразделениях строительных организаций // Вестник университета. 2016. № 9. С. 225–229.

10. Дементьева М.Е. Компьютерные технологии - в основу реформирования ЖКХ // Жилищное строительство. 2004. №7. С. 9.

11. Гаврилов М.А., Бредихина М.Н. Информационное моделирование объектов топливно-энергетического комплекса // Нефтяное хозяйство. 2013. № 9. С. 68–71.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ГЕРМЕТИКИ ДЛЯ СТЫКОВ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Бычкова В.А., студентка 3-го курса 10 группы ИСА

Горбунов А.С., студент 3-го курса 10 группы ИСА

Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.

Главной задачей нашей статьи является проведение диагностики и анализа основных параметров, свойств герметиков, с последующим оптимальным и возможно рентабельным выбором, для его качественной эксплуатации в дальнейшем. Поскольку в мире для современного потребителя предоставлен большой выбор герметиков, необходимо проанализировать все преимущества и недостатки предлагаемого продукта. Во-первых, необходимо применить основные характеристики, такие как: производитель, тип полимеризации, сухой остаток, плотность, эластичность, адгезия, время образования пленки на поверхности герметика, время полного затвердевания, гарантированное время эксплуатации [1].

Очевидно, для каждой определенной задачи требуется свой герметик. Но типовые требования к герметикам нужно знать:

1. Все слои герметика, обязаны обладать достаточной прочностью и достаточной эластичностью (компенсирующий линейные температурные расширения)

2. Достаточно большой показатель адгезии (способность к сцеплению) по сравнению с стальным, керамогранитным, бетонным и любыми иными строительными материалами, необходимые для создания необходимого сцепления.

3. Герметик обязан быть защищенным и стойким по отношению к агрессивному воздействию (не только воды и воздуха, но также кислот и щелочей).

4. Герметик необходимо иметь высокий потенциал к уровню тепло- и морозостойкости. Перепад температуры не должны сопровождаться потерями свойств.

5. Герметик и его компоненты не должны создавать коррозионные процессы в стальных конструкциях.

Герметики подразделяются по химическому составу основы на: акриловые; силиконовые; полиуретановые; модифицированные силиконом, полиуретановые (MS- полимеры)

В нашей работе мы будем рассматривать непосредственно герметики, применяемые для межпанельных швов промышленных и гражданских зданий, так как на сегодняшний день — это является очень востребованной областью строительных и реконструкционных работ[2-5]. В гражданских зданиях основной причиной теплопотерь является некачественная герметизация межпанельных швов или использование плохого сырьевого материала. Ведь, в доме при нормальной герметизации реально поддерживать нормальный температурный режим, без работы отопительных приборов.

Очень важным аспектом в герметизации межпанельных швов является выбор герметика. Межпанельные швы здания находятся под постоянным воздействием переменной температуры: до 40 ... 50 С летом и до - 35 ... - 50 С зимой и напрямую подвержены температурным линейным деформациям: уменьшаясь в объеме летом и расширяясь зимой. В случае попадания влаги, которая при отрицательных температурах расширяется, в следствии изменяя первоначальную структуру герметика, что приводит к его разгерметизации и разрушению. Избежать этих проблем позволяет использование материалов, полностью отвечающих требованиям соответствующих нормативных документов.

Герметики — это композиции в составе с полимерами, в основном, полисульфидных или кремнийорганических жидких каучуков. Типовая отличительная особенность герметиков - эластичность, т. е. обратимость сохранения свойств и формы под действием нагрузок. Основа из синтетического каучука, обеспечивает требуемую упругость. Герметики можно поделить на классы и подклассы. Основной способ определить класс в лаборатории по методике ISO 9047. Далее разделяется по критериям с общим модулем 100% растяжения.

Герметики можно отнести к низкомолекулярному подклассу, если это значение при температуре +23С не достигает 0,4 МПа, а при -20С не превышает 0,6 МПа. Но при иных значениях герметики относят к высокомолекулярным.

Обязательные критерии герметика:

- сохранение структуры под действием механических нагрузок,
- влагостойкость;
- большая антикоррозионная стойкость, с возможностью замены и ремонта исходного материала (в том числе, когда замена невозможна);
- в процессе использования любых герметиков должны сохраняться их физико-механические и физико-химические свойства;
- хорошая герметизирующая адгезия с материалом, из которого изготовлен продукт;
- отсутствие выделения токсичных веществ при производстве работ и эксплуатации.

Рассмотрим различные виды герметиков и условия их использования. Полиуретановый герметик применяется в случаях, когда важно добиться высокой эластичности соединения. Притом, что полиуретановый герметик чрезвычайно стоек к различного рода воздействиям, такой герметик еще и прекрасно пристает к разнообразным материалам. Таким образом, полиуретановый герметик может с успехом применяться при герметизации стыков разнородных компонентов.

Одной из самых популярных основ считается силиконовый герметик, так как он обладает хорошей эластичностью. Также герметик, имеющий силикон в своей основе, практически не воздействует на стыкуемые поверхности: дерево, пластмасса, металл или бетон. Следовательно, ограничений к применению силикон герметика в этом плане практически не существует.

Герметик из MS-полимера или SMP, является одним из основных компонентов в составе современных клеев, где нет необходимости использования растворителей и изоцианатов. Входит с полиэфирным соединением в составе которого используется силанольная группа. Тем самым полимер является стабилизирующим компонентом, где свойства силиконового материала, не теряет своих собственных. Ценится за такие характеристики как, высокая эластичность, обладание необходимой прочностью, что позволяет справляться с деформационными нагрузками, постоянной влажностью и воздействия ультрафиолетового излучения, могут наносится на предварительно влажные поверхности, способны к окрашиванию.

Так же, одним из основных популярных и конкурентоспособных среди остальных, является силиконовый герметик. Причина их повсеместной актуальностью, является универсальное использования для большинства монтажных работ по заделыванию межпанельных швов. Основные физические качества в срок эксплуатации здания стойкость к изменениям температур и ультрафиолетовому излучению, стойкая адгезия ко многим строительным материалам стройматериалов, большая морозостойкость и гидро-непроницаемость.

Используют данный герметик для всех видов работ, связанные с заделкой швов здания, в том числе межпанельных.

Сегодня существует большое количество строительных герметиков для межпанельных швов, каждый из них имеет различную структуру и свойства. Отдают предпочтение специальным мастикам, силиконам и монтажной пене. Рациональное решение выбора зависит от ширины зазора. При заполнении узкого зазора используют герметик на основании силикона, при заполнении зазор более 2см применяют монтажную пену, с последующей его обработкой (подрезкой). Приведем пример, основные требования к мастике это ее достаточная пластичность, это связано с последующей эксплуатацией и усадкой здания и сооружения, ползучесть строительных материалов, конкретнее бетона, коэффициента линейного температурного расширения или же под действием временных и постоянных нагрузок. В случае недостаточной пластичности, происходит разгерметизация шва, что приводит к дополнительным расходам на ремонт или соответствующее обслуживание.

Особенность мастики, что она должна укладываться в 2 раза тоньше стыка между панелями, по крайней мере, касается это стыков менее 1 см. Современные особенности полиуретановых герметиков завоевывают рынок, как в сфере крупного домостроения, так и при ремонте вторичного жилого фонда.

Диаграмма на рис. 1 показывает разницу между: свойствами силикона - SR- (синяя); полиуретана -PU-(красный); MS-полимера -MS- (зеленый);

По результатам анализа использование силиконовых герметиков с добавлением битумных добавок не рекомендуем применять. У силиконовых герметиков, при всех положительных свойствах, есть значительные недостатки. При незначительных механических повреждениях, теряется его во-

донепроницаемость и в следствии адгезия с рабочей поверхностью, увлажняется вся кромка шва с образованием грибка и плесени, так же малый срок службы, не более 8-10 лет. Битумные материалы подвержены довольно сильному воздействию окружающей среды и быстро разрушаются (максимальный срок службы – 3-4 года). Они также не выдерживают воздействия, как очень низких, так и высоких температур.

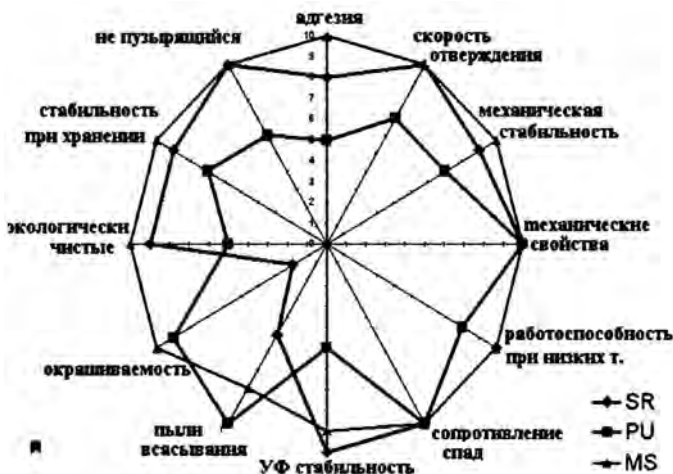


Рис. 1. Диаграмма требований к герметикам

Остается добавить, современные герметики – на основании полиуретанов и MS- полимеров, включает в себя весомую базу искомых качеств необходимые на сегодняшний день для потребителя, способный конкурировать с другими не менее популярными герметиками. Полиуретановые герметики включают в себя эластичную, склеивающую, герметизирующий материал на полиуретановой основе, способный сохранять свою динамическую устойчивость долгое время. С помощью универсальной структуры, способен работать со многими видами материала: сталь, древесина, латунь, лака, пластмассы, керамогранита. Полиуретановые герметики представляют качественную адгезию и большой способностью к склеиванию межпанельного стыка, способное выдержать землетрясения магнитудой до 5 баллов. Удерживает первоначальную структуру и свойства при температуре от -40 до +80С, а некоторые из них – такие как Уреплен-Герметик – от -75 до 100С. Полиуретановые герметики имеют особые отличительные свойства: Высокая стойкость против коррозии, быстрое затвердевание (быстро схватываются) способны окрашиваться, способны порываться лаком, имеют большой жизненный срок (20-25 лет).

Одним из способов проверки, проводится по запросу компании в лабораторию, аккредитованной ГОССТАНДАРТОм. Лаборатория с помощью

испытаний определяет качество и срок эксплуатации, основные испытания проходят с помощью статического и циклического воздействия. Статический метод испытаний, проверка на физические нагрузки шва под действием различных испытаний. Циклический метод, попеременное воздействие положительных и отрицательных температур, определяя предельный жизненный цикл испытываемого герметика. Тем самым определяя жизненную способность образца, до ремонтного периода.

Использование герметик на основе полиуретанов и MS- полимеров, способствует выполнению необходимых функций за счёт его уникальных свойств, во много раз лучше, чем использование иных герметиков. Но основным недостатком является его средняя стоимость, именно этот фактор является критичным в его повсеместном использовании.

Библиографический список

1. ТР 196-08 Технические рекомендации по технологии герметизации и уплотнения стыков наружных стеновых панелей. Разработан ГУП "НИИМосстрой". 2008.
2. Маклакова Т.Г. Конструирование крупнопанельных зданий, М., Стройиздат, 1975. 159 с.
3. Serafima Sokova and Vladimir Kalinin. Simulation of the System of Repairs of Apartment Buildings Tashkent, Uzbekistan, April 18-21, 2019 <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/23/>.
4. Сокова С.Д. Основы технологии и организации строительно-монтажных работ, Учебник, Инфра-М, 2017
5. Калинин В.М., Сокова С.Д. Оценка технического состояния зданий, Учебник, Инфра-М, 2016.
6. Вепржицкий И.Ю., Рытик Н.А., Кустикова Ю.О. Эксплуатационный контроль зданий и сооружений, В сборнике: Молодёжные инновации. Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции. 2019. С. 210-213.
7. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии.
8. Сокова С.Д., Смирнова Н.В. Комплексная защита подземных конструкций при эксплуатации, журнал Недвижимость: экономика, управление, №3, ноябрь 2019, стр 42-45.

СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ СПЛОШНОСТИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

*Дровникова Е.М., студентка 3-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.*

Перед разработкой проекта реконструкции здания необходимо проводить обследование всех элементов здания для выяснения его технического состояния.

Фундамент является основной опорной частью любой возводимой конструкции и берет на себя всю нагрузку здания. Определение несущей способности свай в фундаментах эксплуатируемых зданий путем статических испытаний без снятия с них действующей нагрузки обусловлено необходимостью сохранить сформировавшееся за время эксплуатации фундамента напряженно-деформированное состояние вмещающего грунта сваю. Кроме того, при обследовании зданий, особенно претерпевших деформации, иногда вывести из работы сваю не представляется возможным.

Свайный фундамент представляет собой вертикальные опоры из железобетона, погруженные в грунт [1].

Целью данной работы является исследование методов определения сплошности свайных фундаментов при реконструкции эксплуатируемых зданий и сооружений.

В настоящее время существует несколько методов определения сплошности свай, это:

- отбор кернов;
- ультразвуковой контроль;
- термометрический метод;
- сейсмоакустическая дефектоскопия.

Метод кернов. Главным преимуществом данного метода является полноценная картина структуры бетона участка, где происходит выбуривание образца.

На конструкции выбираются участки с наименьшей прочностью, определяется положение арматурных стержней, закрепляется установка, выбуривается керн. Далее образцы выдерживают и испытывают. В дальнейшем, полученный керн распиливают на образцы, выдерживают и испытывают на прессе. Метод кернов осуществим только в новом строительстве.

Ультразвуковой метод определения сплошности бетона свай базируется на регистрации параметров ультразвуковых волн, которые распространяются между установленными в составе арматурного каркаса трубами, с целью получения результатов о сплошности свай. Наличие в свае инородных включений приводит к локальному снижению скорости распространения ультразвуковых волн. Так как в данном методе необходима предустановка трубок, его осуществление возможно только в новом строительстве.

Термометрическая дефектоскопия – активно развивающееся направление неразрушающего контроля сплошности свайных фундаментов нового

строительства. В основе метода лежит измерение температуры бетона в свае в процессе твердения бетона. Наличие дефектов приводит к уменьшению количества тепла, выделяемого на исследуемом участке. Необходим доступ к свае, из-за чего проведение метода невозможно в эксплуатируемых зданиях.

Сейсмоакустическая дефектоскопия является одним из самых современных методов испытаний свай. Основывается на теории распространения звуковых волн в твердом теле. Сейсмоакустический метод неразрушающего контроля сплошности бетона и длины свай позволяет производить комплексную экспертную оценку состояния свай и рассчитать несущую способность конструкции в грунте. В отличие от предыдущих методов сейсмоакустический способ позволяет проводить исследования свай фундаментов уже существующих зданий и сооружений.

В результате удара специального молотка по оголовку сваи, параллельно оси сваи, происходит возбуждение акустической волны. От подошвы сваи и дефектов, имеющих в ней, в стволе возникает отраженная волна, распространяющаяся в обратном направлении к источнику исходной волны.

Отраженные волны регистрируются датчиком и передаются на компьютер для дальнейшей обработки и визуализации в виде набора рефлектограмм с указанием длины элемента, сплошности, наличия повреждения и их местоположения.

Неразрушающий контроль сплошности свай методом сейсмоакустической дефектоскопии базируется на аппаратной регистрации отклика исследуемой сваи на внешнее ударное воздействие с заданными параметрами импульса. Зарегистрированные датчиком и накопленные сигналы в приборе позволяют распознать расположение дефектов и повреждений в стволе сваи. В результате определяется сплошность материала, длина, местоположение нарушений сплошности сваи в виде трещин, пустот и инородных включений [2-4].

Рассматриваемая методика основана на теории акустической дефектоскопии, т.е. производится анализ прохождения и отражения в исследуемых конструкциях создаваемой акустической волны.

Преимущества сейсмоакустической дефектоскопии:

- возможность исследования свай эксплуатируемых зданий;
- возможность обработать любую доступную сваю одним оператором;
- возможность определения длины свай;
- быстрота и экономичность метода.

Акустические свойства бетона сильно отличаются от акустических свойств дисперсных грунтов. В более прочном материале скорость звука выше. На границах разделов сред (бетон-инородное включение, бетон-грунт) создаваемая звуковая волна отражается. От неоднородностей в свае волна частично отражается назад, частично проходит вперед [5-7,9].

Получаемые рефлектограммы на реальных объектах значительно отличаются от идеализированных графиков, которые указываются в различ-

ных научных и нормативных источниках. Одной из причин искажения сигнала является неоднородность грунта. В некоторых случаях искаженный сигнал от каменистого грунта можно принять за многочисленные дефекты в створе свай.

Метод требует достаточно большого времени и знаний для последующей обработки данных, чтобы исключить ошибочные выводы. Для того чтобы исключить искажения, получаемые от различных слоев грунта, необходимо изучить проектную и рабочую документацию и при обработке сигналов ориентироваться на геологические исследования. Для того чтобы исключить ложные пики программные комплексы по обработке результатов позволяют ставить фильтры, срезающие высокочастотный сигнал, тем самым облегчая обработку данных [8].

Основные затруднения: метод косвенный и имеет погрешность измерений в 5-10%. Без геологического разреза будет достаточно сложно предсказать сплошность конструкции, так как неоднородность грунта может выдавать ложные пики на рефлектограммах.

Сейсмоакустический метод в России применяется достаточно редко, т.к. отсутствует нормативная и исследовательская база, на основе которой строительные организации могли использовать её и предоставлять результаты испытаний службам строительного контроля. Как правило, сейсмоакустическая дефектоскопия, используется в комплексе с другими методами [6].

Библиографический список

1. ASTM D5882-16. Standard Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundation.
2. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
3. НТП РК 07-02.2-2011 «Разработка тестирования свай на сплошность»
4. СТО ЭГЕОС 1–1.2–001–2017. Применение неразрушающего контроля сплошности свай сейсмоакустическим методом. – М., 2017.
5. Procedure for conducting tests by acoustic flaw detection (Integrity testing of piles). Profound BV. CB Waddinxveen. 2006.
6. Evgeniy Degaev and Vladimir I Rimshin. Checking the integrity of piles by seismoacoustic defectoscopy. J. Phys.: Conf. Ser. 1425 012153 (2019). DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012153>.
7. ISC.468119.003 RE-LU. Method of measuring the length of piles using the device IDS-1.
8. Technological regulations on the use of nondestructive Express control of pile continuity by "Sonic" method. JSC TSNIIS. 2002.
9. Pile Echo Tester. PET (PileTest) User Manual.

ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКСНОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА УХТА

*Житенева М.А., студентка 2-го курса 6 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Касьянов В.Ф., проф., д.т.н.*

На современном этапе общественного развития одним из результативных средств реализации конституционного права граждан на благоприятную, комфортную окружающую среду является благоустройство территории города, включающее в себя мероприятия по обеспечению ее безопасности, доступности, эстетичности и приспособленности к комфортабельной эксплуатации в соответствии с функциональным назначением. Вторым важным обстоятельством является особая социальная роль двора в качестве преобразованного природного окружения каждого из домов. Сегодня двор приобретает бесспорный приоритет обеспечения комфорта жилища, поскольку составляет логическое продолжение жилого пространства [1].

Формирование комфортной среды и благоустройство города в целом – нелегкая задача, т.к. касается многих сторон человеческой жизни. Комфортное перемещение на территории района и в городе, места отдыха и прогулок, площадки для занятий спортом и детские площадки, парковочные места для автомобилей – это небольшая часть вопросов, которая интересует жителей. Данные вопросы очень острые и затрагивают нужды многих жителей города [2].

Целью исследования является разработка принципов формирования комплексного благоустройства территорий городской жилой застройки для повышения его качества.

Отечественный опыт

Для исследования комплексного благоустройства мною был выбран город Ухта в Республике Коми. В следствии чего при рассмотрении отечественного опыта были выбраны города Северо-Западного федерального округа.

В городе Архангельск реализуется национальный проект «Формирование комфортной городской среды». Запланировано асфальтирование тротуаров, предусмотрено выполнение работ по ремонту дворовых проездов, обустройству тротуаров, устройству детских площадок, озеленению и освещению. Все проекты проходят этапы обсуждения, внесения предложений и голосования. Без учёта мнения жителей проекты не утверждаются. Одним из самых успешных примеров благоустройства двора можно считать двор дома № 173 по Новгородскому проспекту. В нём реализуется продуманный комплексный проект: детская площадка, тротуарная плитка, экопарковка. Одним из значимых объектов является будущий парк за кинотеатром «Русь». По проекту здесь будут посажены спиреи, акации, жимолость, ря-

бины и береза. Площадь газонов составит 1 700 квадратных метров. Велодорожка длиной 1,5 км зимой будет становиться лыжной трассой [3].

В городе Санкт-Петербург в 2015-2016 годах по программам «Газпрома» благоустроены центральные улицы. Были проведены работы по замощению тротуаров, установлены новые светильники, светофоры, оборудованы парковки и многое другое. С помощью АО «ПО «Возрождение» отремонтированы тротуары. Бетонная плитка заменена на гранит. Параллельно сделана гидроизоляция фундаментов зданий, устроены гранитные стоки и въезды во дворы, установлены гранитные пандусы для инвалидов, пешеходные ограждения, вазоны и скамейки. Восстановлены газоны. Установлены опоры наружного освещения и светильники [4].

Международный опыт применения стандартов для разработки проектов благоустройства

Дворовые территории в различных странах не сравнимы из-за множества базовых различий – экономических, политических, а также несхожести менталитетов, традиций и обычаев – всех элементов, лежащих в основу обустройства среды обитания человека. Однако, желания одинаковы – создать полноценную и безопасную среду, совершенствующую условия жизни [5].

В Европе, на примере Дании, Голландии и Германии, независимо от размера двора основным параметром, обуславливающим уровень благоустройства, является экономика. Максимально используются потенциальные возможности участков любого размера. Дворы закрыты от машин. Основой планировочной структуры двора являются пешеходные дорожки и газоны. При распределении бюджета на благоустройство в первую очередь предусматривается создание мощеных дорожек, после газонов. На оставшиеся средства устанавливаются опоры наружного освещения, скамьи, устраивается детская площадка и в последнюю очередь высаживаются деревья и кустарники. Все стремятся сделать максимально хорошо, для этого используются высококачественные материалы. За содержание и обслуживание дворового пространства платят сами жители, для которых дополнительная прибавка к квартплате зачастую становится невозможна. В следствие чего обслуживание двора необходимо сводить к минимуму. Облик двора имеет большое значение, потому что имеет влияние на стоимость арендной платы жилья. Даже за самые умеренные средства благоустройство дворовой территории реализуется уникально, с использованием всевозможных ландшафтно-композиционных приемов. Детские площадки во дворах многоэтажных домов зачастую строят за счет средств жильцов, в связи с чем, в целях экономии делается одна детская площадка на несколько домов. Площадки зачастую размещаются в парках, скверах, на свободных участках или на территориях школ.

В Канаде принципы и подходы к усовершенствованию города в целом, и благоустройству уличных и общественных пространств в частности, вы-

сказаны во многих документах и положениях. Базовым документом является Официальный план Торонто (Toronto Official Plan), принятый в 2010 году. Руководство «Принципы городского дизайна» (Urban Design Guidelines) переносит общие рекомендации, содержащиеся в Официальном плане Торонто, на следующий уровень, конкретизируя цели плана. В руководстве представлены две категории руководящих принципов: относящиеся ко всему городу и относящиеся к конкретным районам. За процесс развития города и его облик отвечает Департамент планирования города, совместно с общественностью и иными департаментами он определяет актуальные цели и городскую политику Торонто. Руководство по уличному ландшафту (Urban Design Streetscape Manual), посвященное дизайну улиц, является справочным онлайн-ресурсом, открытым для всех внешних пользователей. Специалисты и потенциальные девелоперы могут реализовывать проекты согласно содержащимся в системе рекомендациям, требованиям и вариантам обустройства конкретных улиц [6].

Принципы комплексного благоустройства городской застройки

Основные принципы:

Принцип 1. Общественное участие.

1. Общественные комиссии согласуют отчеты и принимают работы;
2. Обязательное общественное обсуждение и утверждение региональных и муниципальных программ, концепций и дизайн-проектов объектов;
3. Обязательное общественное обсуждение местных правил благоустройства;
4. Свободное право предложения объектов для включения в программы формирования городской среды;
5. Подробное информирование обо всех этапах программ.

Принцип 2. Системный подход к городской среде.

1. Региональная программа;
2. Муниципальная программа;
3. Утверждение современных правил благоустройства;
4. Образовательная программа;
5. Комплексное видение.

Принцип 3. Все начинается с дворов.

1. Федеральные субсидии направляются на благоустройство дворов;
2. При благоустройстве двора обязательно учитывать принципы безбарьерности для маломобильных групп;
3. Двор включается в программу только по инициативе жителей;
4. Регион утверждает минимальный и дополнительный перечень работ с примерами и стоимостью, форматом участия жителей.

Принцип 4. Современные общественные зоны.

1. Создание общественного пространства по выбору горожан;
2. План благоустройства всех неухоженных общественных зон;
3. Поощрение ярких проектов;

Принцип 5. Личная ответственность.

1. За программу отвечает глава субъекта;
2. У любой недвижимости есть хозяин.

Комплексное благоустройство города Ухта

Основными потребностями в комплексном благоустройстве городской застройки северных городов, таких как город Ухта является асфальтирование дорог, расширение и асфальтирование тротуаров, используя технологии, благодаря которым покрытие будет восприимчиво к резким перепадам температуры и долго служить. Необходимо увеличить освещенность улиц в связи с коротким световым днём, для комфорта и безопасности горожан.

Важным фактором является дворовое и городское озеленение (деревья, кустарники, цветы), учитывающее климатические условия. Рекомендуется использовать газон, по которому можно ходить, что является дополнительной территорией для отдыха и прогулок. Детские площадки, учитывая датский опыт желательно делать из натуральных материалов, устойчивых к низким температурам, что является более экологичным и безопасным для людей и окружающей среды. В парковых и зеленых зонах города можно устроить велодорожки, которые летом будут выполнять свою прямую функцию, а зимой трансформироваться в лыжню для горожан. Инженерные сети рекомендуется сделать подземными, учитывая глубину промерзания грунта, что облагородит внешний вид города.

Библиографический список

1. Шепелев Н. и Шумилов М. Реконструкция городской застройки. М.: Высшая школа, 2000. – 271 с.
2. Семенов В. Н. Благоустройство городов. Предисловие Белоусова В.Н. – 2-е изд., стереотипное, 1912, 2003.
3. <http://dvinanews.ru/-9eh56b4p>.
4. <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/blago/regionalnyj-prioritetnyj-proekt-formirovanie-komfortnoj-gorodskoj-sred/blagoustrojstvo-sankt-peterburga/>.
5. Владимиров ВВ. и др. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий. – М.: Архитектура - С, 2004. – 240 с.
6. Благоустройство в реновации. Подходы и проблемы. Т.Н. Гук, Ю.В. Фролова, Е.В. Семенкова, Е.В. Арсеньева, Д.В. Садков, М.Р. Морина, О.Л. Жибуртович, П.В. Климов, И.И. Янычева, Е.Г. Шонина, А.С. Кулаков, А.А. Одинцов, О.И. Сидоренко, А.В. Стребков, 2018 г. – 268 стр.

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Зудова А.С., студентка 3 курса 10 группы ИСА
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

В практике современного строительства, реконструкции и капитально-го ремонта в России всё чаще прибегают к устройству или восстановлению подземной гидроизоляции зданий и сооружений с учётом стесненных условий существующей городской застройки. Только за последние десятилетия процент устройства подземной гидроизоляции в указанных условиях возрос более, чем в 4 раза [1].

Проблема создания долговечной гидроизоляции зданий является актуальной, так как она способствует сохранению самого здания от разрушения, что увеличивает его срок службы, обеспечивая проектный жизненный цикл. Применение эффективных материалов и технологий, особенно в существующих эксплуатируемых зданиях, сократит затраты на ремонтно-восстановительные работы.

Гидроизоляционные материалы классифицируются: по назначению (антифильтрационная, противонапорная), по составу исходных материалов (минеральные, органические и комбинированные), по технологии укладки (оклеечные, окрасочные, обмазочные, инъекционные, литые, штукатурные, засыпные, монтируемые), по принципу действия (покрывные, проникающие, инъекционные). Как видно, что существуют материалы разных видов [2].

Рассмотрим подробнее гидроизоляцию проникающего действия, которая работает за счет образования труднорастворимых соединений, представляющих собой кристаллогидраты игольчатой и пластинчатой формы, разделяющие поры и пустоты на более мелкие, уплотняя структуру бетона и блокируя проникновение воды [3].

Глубина проникновения активных химических компонентов и время роста кристаллов на 1 м^2 зависят от свойств бетона (пористости и плотности) и окружающей среды (влажности и температуры).

Частыми ошибками в применении проникающей гидроизоляции служат некие ограничения использования данного типа покрытия [4].

К примеру, нанесение изоляции на предыдущее полимерное покрытие приводит к снижению адгезии, препятствует доступу кольмативирующих добавок в капилляры бетона. В случае нанесения на малоувлажненную поверхность адгезия также уменьшается, бетон не содержит воды в капиллярах, следовательно, соединения в нем не образуются. Также нанесение проникающего материала на рыхлый бетон не целесообразно, так как сам бетон потерял свою монолитность, а значит изоляция работать не будет. Применяя в старых бетонах, у которых произошла коррозия 1 вида, т.е. коррозия выщелачивания, гидроизоляционные свойства не проявятся.

Этапы действия проникающей гидроизоляции:



Рис. 1. Проникновение воды



Рис. 2. Постепенное проникновение кристаллов Пенетрона



Рис. 3. Бетон после гидроизоляции

Анализируя свойства и условия эксплуатации проникающей гидроизоляции сформулированы следующие преимущества и недостатки. К преимуществам относятся: увеличение физико-механических свойств бетона (водонепроницаемости, морозостойкости, прочности); устойчивость к механическому износу, так как гидроизоляционными свойствами обладает сам бетон; использование проникающих составов эффективно как с внутренней стороны конструкции, так и с внешней; не подвергается воздействию радиации; при ремонте конструкции не требует выполнения земляных работ. К недостаткам относятся: паропроницаемость, невозможность применения для каменных и кирпичных конструкций, в сейсмически активных районах и для старых разрушающихся бетонных конструкций, устройство данного вида изоляции необходимо выполнять при положительной температуре в течении трех дней после нанесения, а отделочные работы можно производить не раньше, чем через 28 суток после нанесения покрытия.

Сравним наиболее применяемые виды гидроизоляции фундаментов зданий: окрасочную (битумную), обмазочную (мастику), проникающую (Пенетрон). Данные представим в виде табл. 1 [5].

Таблица 1

Физико-технические свойства гидроизоляции

Виды гидроизоляции	Окрасочная (битумная)	Обмазочная (мастики)	Проникающая (Пенетрон)
Долговечность	5-6 лет	5-6 лет	Весь срок службы бетона
Прочность сцепления с бетоном (адгезия)	0,8 МПа	1,5 МПа	Придает прочность самому бетону
Применение на влажном основании	нет	нет	да
Применение при постоянном гидростатическом давлении воды	нет	нет	высокая

По таблице видно, что показатель адгезии проникающей гидроизоляции выше первых двух материалов, так как этот вид изоляции повышает водонепроницаемые свойства самого бетона, проникая в его тело, заполняет поры и капилляры, создавая единое целое с конструкцией.

Также стоит учесть, что окрасочная и обмазочная виды гидроизоляции дешевле проникающей. Однако здания возводятся не на 5-6 лет, а как минимум на 150 лет. Следовательно, битумные, мастичные гидроизоляции необходимо будет восстанавливать около 30 раз за весь срок службы здания. Поэтому в долгосрочной перспективе экономически целесообразно использовать проникающую гидроизоляцию [6].

Основываясь на приведенной выше таблице, сделан вывод, что проникающая гидроизоляция является наиболее эффективной как при ремонте существующих, так и при возведении новых подземных конструкций [7-8]. При этом не требует земляных работ, что решает проблему по устройству гидроизоляции в условиях стеснённой застройки. Сохраняет свои свойства на протяжении всего срока службы конструкции, не подвергается гидростатическому давлению, применяется на влажном основании.

Библиографический список

1. СНиП I-V.25–66. Кровельные, гидроизоляционные и пароизоляционные материалы на органических вяжущих.
2. Фадеев А.Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений: учебное пособие для студентов строительных специальностей / СПб. гос. архит.-строит. ун-т. – СПб.: 2007. – 53с.
3. Сокова, С.Д. Основы технологии и организации строительно-монтажных работ : учебник / С.Д. Сокова. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 208 с.
4. Ившина Л.И., Плеханова Т.А., Хамидуллин Р.Р., Пермякова М.С. Проблемы восстановления гидроизоляции в процессе реконструкции зданий //Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. № 71. С. 206-209.
5. Калашникова А.С., Пушкарская О.Ю. Гидроизоляция строительного назначения – мировой и отечественный опыт // Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства материалы IV Международной научно-технической конференции . 2013. С. 204-206.
6. Пушкарская А.А., Акчурин Т.К. Гидроизоляции строительных конструкций в различных условиях агрессивного воздействия внешней среды – актуальная задача повышения долговечности сооружений // Малоэтажное строительство в рамках Национального проекта "Доступное и комфортное жилье гражданам России: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области" материалы Международной научно-практической конференции. 2009. С. 91-92.

7. Щепаник Л.С. Особенности гидроизоляции строительных конструкций // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры Материалы Всероссийской научно-методической конференции . 2014. С. 856-859.

8. Вальцифер И.В., Астафьева С.А., Вальцифер В.А., Сизенева И.П., Саенко Е.В. Эффективность применения составов проникающей гидроизоляции бетонных конструкций // Материалы I Международной научно-практической конференции "Проблемы строительного производства и управления недвижимостью" 2010. С. 209-212.

ВЛИЯНИЕ РЕНОВАЦИИ НА БЛАГОУСТРОЙСТВО БАБУШКИНСКОГО РАЙОНА ГОРОДА МОСКВЫ

*Лепихина А.И., студент 3 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Румянцев И.М., ст. преп.*

Под термином «реновация жилья» подразумевается поэтапный процесс сноса старых пятиэтажных домов в Москве, а также переселения всех жильцов аварийных домов в новые современные дома. Программа замены почти всех пятиэтажек Москвы на новостройки претендует на статус крупнейшего градостроительного проекта постсоветской России и может сравниться по своим масштабам с 1-м периодом индустриального домостроения в 60-е годы прошлого века. В ближайшие годы в столице планируется снести около 7,9 млн домов общей площадью 25 млн кв. м - по словам столичного градоначальника, «некомфортного, по большому счету, ветхого жилья», в котором проживает 1,6 млн человек, и построить, предположительно, 35,14 млн кв. м нового жилья. Предварительная оценка стоимости программы -3-3,5 трлн руб [1].

Данная программа, согласно Федеральному Закону от 1 июля 2017 года № 141-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «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», рассчитанная на 20 лет, но жителям обещают ее окончание через 15 лет [2].

Моей целью является оценить влияние первых этапов реновации, тем более столь стремительной, на благоустройство Бабушкинского района города Москвы.

Реновация территорий представляет собой трансформацию или развитие объекта недвижимости с ограничениями по срокам, содержанию и ресурсам, а также необходимостью привлечения больших по объему инвестиций. Это демонстрирует многосторонность процесса реновации и дает общее представление о масштабе значимости результатов [3].

Но та реновация, которая представлена сейчас, местами не оправдывает ожиданий не только жителей, которые были против ее проведения, но и тех, кто были за нее. Итак, рассмотрим некоторые проблемы, с которыми мы столкнулись при исследовании районов реновации.

Одной из проблем является высокая этажность здания. В книге «Благоустройство в реновации. Подходы и проблемы» ГБУ «Главное архитектурно-планировочное управление Москомархитектуры», 2018 года выпуска микрорайон будет застроен крупными жилыми группами 9–16-этажных зданий. Хотя изначально речь шла о домах 6-12-этажной застройки. В результате с каждым проектом этажность растет. Например, 22-этажное здание в Люблино, 20-этажные секции почти в каждом доме в Свиблово, а в Бутырском районе переселять будут в 40-этажный дом [4].

Следующая проблема, которая волнует жителей г. Москвы – это парковочные места. В связи с тем, что дома застраиваются с высокой этажностью, а также в достаточно стесненных условиях, то на такое количество квартир не хватает парковочных мест при и так плотной городской застройке.

Во время реновации происходят значительные изменения городской среды. Для застройки новых домов вырубается значительная часть парковых территорий, взамен вокруг детских и спортивных площадок высаживаются несколько деревьев. Разве это заменит парк?

При сносе домов, которые вошли в программу уменьшается количество библиотек, магазинов, музыкальных школ, которые располагались ранее на первых этажах пятиэтажек. Муниципальные учреждения переносятся по другим более отдаленным адресам, а малые предприниматели остаются на самотёк. Инфраструктура реновационных районов сильно меняется, что вызывает немалую критику не только участников реновации, но и жителей тех домов, которые в ней не принимают участие [5].

Для более точной оценки влияния реновации на благоустройство я рассмотрела бабушкинский район, а также реновационный дом первой волны по улице Коминтерна, 12, который введен в эксплуатацию в 2019 году (рис. 1, а).



Рис. 1. а) Дом по улице Коминтерна, 12;
б) Детская и спортивная площадки дома по улице Коминтерна, 12

Итак, 17-этажный 3-х подъездный дом, построенный по индивидуальному проекту на 128 квартир. Рядом 17 парковочных мест, 2 из них для инвалидов. Во дворе установлены детская и спортивная площадки (рис. 1, б), высажены деревья.

Рядом с домом расположены две школы, в 6 минутах ходьбы станция Лосиноостровская, до станции метро Бабушкинская 18 минут пешком. Ранее по улице Коминтерна, 6 на 1 этаже располагалась библиотека, но из-за включения этого дома в программу реновации библиотека переехала по другому адресу.

Рядом находятся 6 жилых домов, входящих в планы по сносу ветхого жилого фонда. При их сносе ближайшим магазином к дому Коминтерна, 12 станет магазин «Дикси» в 5 минутах ходьбы, сейчас же они находятся на 1-х этажах сносимых домов. Также при сносе пятиэтажных «хрущевок» кинотеатр Вымпел, к счастью, останется нетронутым.

Ремонт квартир оправдал ожидания жителей, выполнен в соответствии с выставочной экспозицией представленная на ВДНХ. Средняя площадь квартир составила 65 кв.м, что соответствует СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные согласно табл. 5.1. Площадь квартир даже больше нормы, т.к. значительную часть составляют именно 2-х комнатные квартиры.

Но при моем обследовании района выявились некоторые негативные моменты. Во-первых, в близлежащих домах, которые уже расселяются, начали делать текущий ремонт подъездов и мест общего пользования. Этот дом (рис. 2.) подлежит сносу, также в некоторых квартирах уже не было остекления, что свидетельствует о частичном расселении на момент проведения ремонтных работ. Нецелесообразная растрата средств на ремонт домов, которые в скором времени будут снесены, является хорошей почвой для нечистых на руку чиновников.



Рис. 2. Дом под снос по улице Коминтерна, 9

Второй вопрос – хватит ли парковочных мест? Средняя площадь квартир 65 кв.м. На 90 кв.м квартир устанавливается 1 машино-мест. На 128 квартир, общей площадью 8320 кв.м., необходимо 90 машино-мест в радиусе 25 м от дома. На данный момент организованы парковочные места в радиусе 15 м на 30 машино-мест, в радиусе 10 м – 15 машино-мест, из которых 2 для инвалидов. Рядом с реновационным домом располагаются 2 16-этажных дома на 111 квартир, на которые потребность в парковочных местах возрастает т.к. в радиусе 35 метров должно располагаться по 80 машино-мест. Из этого сделать вывод, что парковочных мест не хватает. Данный вывод сделан согласно СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений и из Постановления

Правительства Москвы от 1 октября 2015 г. N 945-ПП "Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования города Москвы в области транспорта, автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения " пункт 6.

Что же будет с районом после сноса вокруг реновационного дома пятиэтажек? Для чего такое быстрое развитие этапов реновации без работы над ошибками?

В заключении, хотела бы сказать, что реновация – это прекрасная идея, которая является уникальным проектом как по масштабу, так и по бюджетной стоимости, но выявлены проблемы, с которыми столкнулось Правительство Москвы при ее реализации.

При дальнейших этапах реновации следует опираться на опыт зарубежных стран, например, Франции или США. В Европе основой реновации служат участки бывших промышленных территорий, которые трансформируются в жилые кварталы, включающие, как социальное жилье, так и жилье для среднего класса. Средняя этажность многоквартирных домов 6–7 этажей, что позволяет создавать со масштабные человеку внутриквартальные пространства. А в США действуют Графические стандарты ландшафтной архитектуры, которые позволяют проектировать улицы и парковые территории, таким образом, чтобы это было не только максимально комфортно, но максимально удобно при передвижении в этих зонах.

Благодаря Правительству Москвы появилось множество паровых территории, пешеходных улиц. Москва действительно преобразилась. Но из-за спешки в программе сноса «ветхого» жилья многие районы отстают в благоустройстве, вокруг новых домов будут строительные площадки: пыль, шум, грязь. Нехватка парковочных мест, а также высотная застройка на жителя города Москва.

Разобрав проблемы одного района, можно предположить, что происходит по всей Москве. Поэтому в дальнейшем просто необходимо учиться на ошибках первого этапа.

Библиографический список

1. Благоустройство в реновации. Подходы и проблемы / по заказу Комитета по архитектуре и градостроительству города Москвы — Москва, Изд-во «А-Принт», 2018, 268 с.
2. Кузьмичева К.И., Мозгоев Реновация жилищного фонда города Москвы – Москва, Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление, 2017, 4 с.
3. Щукин А. Пятиэтажкам объявлена война без правил – Эксперт № 10, 2017, 13-18 с.
4. Касьянов В.Ф., Табаков Н.А Опыт зарубежных стран в области реконструкции городской застройки – Москва, Вестник МГСУ, 2011.
5. Касьянов В.Ф. Жилищное строительство: Научно-технический и производственный журнал №7. – 2012, 2-8 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

*Макаров О.В., студент 1 курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

Одной из важнейших задач строительства и ремонта является обеспечение безопасности людей при использовании технических объектов, а также обеспечение технической надежности самих объектов в процессе дальнейшей эксплуатации. Однако в реальности данные задачи выполняются далеко не всегда. Это можно видеть на примере таких защитных сооружений как открытые парапетов крыш.

Для парапетов, как и для многих других строительных объектов должны выполняться определенные правила, позволяющие гарантировать отсутствие несчастных случаев при их использовании или, по крайней мере, минимизацию их количества. Очень важно при использовании парапетов соблюдать строго фиксированные размеры для различных его компонентов, таких как фартук, капельник, а также для таких важных параметров как толщина оцинковки, обеспечивающей покрытие парапетов и шаг несущих костылей. Именно на правилах для данных элементов стоит остановиться подробнее. Пожалуй, самым важным элементов парапета является именно несущий профиль, так как именно за счет него выполняется крепление остальных элементов, таких как парапетные крышки, фартуки кровли, парапетные отливы, то есть те элементы, без которых функционирование парапета фактически бессмысленно. В современном строительстве используется такой тип несущих профилей как Н-образный, (рис 1) который имеет четкие параметры для нормального функционирования, а именно, шаг установки костылей не более 600-700 мм, минимальный вынос самого профиля не менее 20 мм [1].

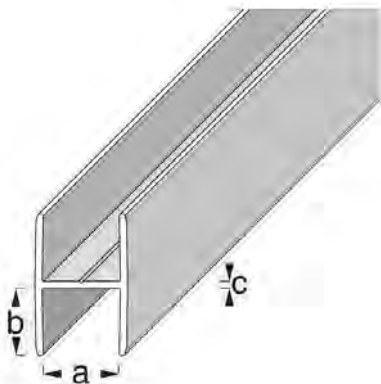


Рис. 1. Несущий профиль Н-1

Также очень важна высота самих парапетов, от нее зависит каким образом будет производиться покрытие. Так, для парапетов и брандмауэров высотой более 0,5 метра выполняется покрытие металлическими картинами с кромками, шириной 10 см. загнутыми на вертикальную часть стены, если же парапеты более низкие, картины на них соединяют с фартуками-для защиты стен здания. Ширина парапетных профилей, наряду с высотой является важной характеристикой, так как, зная их ширину, можно определить, способ стыковки данных элементов между собой [2].

Внахлест-самый дешевый и простой способ, однако сильно уступающий другим в надежности и герметичности и применяющийся при условии обязательного вентилирования основания и ширины профиля до 300 мм. В одинарный фальц-требует ширины профилей не более 450 мм. Во внешнюю или внутреннюю планку-применяется при ширине профиля до 600 мм. В двойной вертикальный фальц-рекомендуется при ширине парапетного профиля от 600 мм.

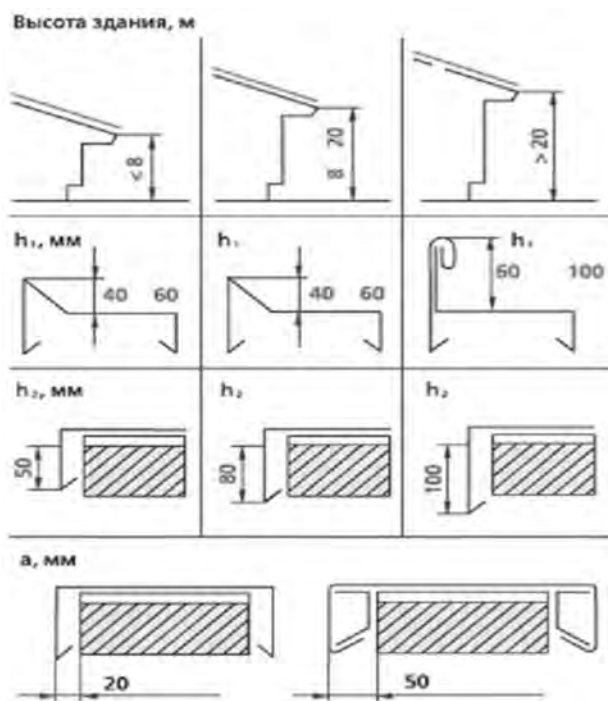


Рис. 2. Размеры выносов отливов парапета на фронтальную стену в зависимости от высоты здания

На данном изображении видно, как с изменением высоты самого здания меняется размер фронтальной стороны (h_1 , h_2), и допустимого выноса отливов (a) [3].

Еще одним техническим аспектом, который просто необходимо учитывать при установке парапетов являются ветровые нагрузки. Учитывая данную нагрузку, вспомогательные конструкции требуется закрепить максимально надежно, используя только те крепежи, которые могут противостоять коррозии. Однако, к сожалению, нормы механического определения прочности соединения оцинкованного отлива с Н-образным костылем не прописаны ни в одном техническом регламенте, Своде Правил или любом другом методическом документе, в связи с чем можно сделать вывод о том, что исключается какая бы то ни было качественная проверка соединений, кроме как определение «на глаз». Проблема заключается не только в отсутствии необходимой документации, но и в устаревании старой [4].

Согласно имеющимся строительным климатическим нормативам (СП 20.13330.2011) Москва относится к 1 району, средняя скорость ветра составляет 3,8 м/с, а максимальная 4,9 м/с. В действительности, такую скорость ветра можно зафиксировать крайне редко и далеко не во всех районах. Реальная же скорость ветра зачастую находится в пределах 12-18 м/с, что, разумеется, значительно превышает ветровую нагрузку, на которую рассчитаны защитные сооружения, выполненные по старым стандартам, и вместе с элементами конструкции, установленными на недопустимом расстоянии и неправильно скрепленными, что увеличивает вероятность механического повреждения конструкций, вплоть до отрыва элементов покрытия, таких как фартук или кровельное покрытие. Последнее как раз и произошло несколько лет назад в Москве по адресу ул. Соколово-Мещерская дом 2. В чем же причина произошедшего. Если говорить о самом главном-Н-образном профиле, то, и сходя из исследований видно, что его шаг колебался от 510 до 1000 мм, тогда как максимально разрешенный шаг составляет не более 700 мм. Далее, значение выноса несущего профиля должно составлять минимум 20 мм, вынос профиля по данному адресу также колебался от 10 до 35 мм, в связи с чем покрытие из оцинкованной стали не имело достаточного зацепления за костыль, то есть площадь сцепления с несущим профилем являлась заниженной. По данным метеобюро порыв ветра в данные дни достигал 12-18 метров, то есть превышал максимально допустимый в 2,45-3,67 раз, что с большой вероятностью послужило причиной отрыва листов покрытия [5].

Подводя итог, можно сделать вывод, что на сегодняшний день нет методик, определяющих механическую прочность закрепления оцинкованного покрытия парапетов ни при приемке работ после их монтажа, ни в правилах эксплуатации конструктивных элементов крыши.

При эксплуатации покрытие парапетов оценивается только визуально: наличие вмятин, коробления, негерметичности соединения листов. Результаты визуального осмотра парапетного покрытия не могут дать представления о прочности их соединения с несущим Н-образным костылем. Факт того, что при срыве покрытия костыли остались на месте говорит о его качественном соединении с парапетом, а также о том, что данный случай не может быть примером плохой эксплуатации крыши. Однако это не отменя-

ет того факта, что необходимо вводить новые технические нормы для проверок качества соединения элементов парапета, а также обновить документацию, освещающую климатологические условия эксплуатации зданий.

Библиографический список

1. Теличенко В.И., Касьянов В.Ф., Доможиллов Ю.Н., Сокова С.Д. «Кровля. Современные материалы и технологии», изд-во АСВ, 815 с. 2012.
2. Сокова С.Д. «Применение инновационных технологий при ремонте зданий», МГСУ, 263 с., 2011 г.
3. Касьянов В.Ф., Сокова С.Д., Калинин В.М. «Ранжирование дефектов гидроизоляции крыш» // Научное обозрение №7, апрель 2015, стр. 119-123.
4. Сокова С.Д. «Основы технологии и организации строительно-монтажных работ» М., «Инфра-М», стр.208, 2017
5. Сокова С.Д. «Повышение безопасности конструкций зданий». журнал «Все о ЖКХ», № 2 (10), 2011 г., стр. 20-23.
6. Король Е.А., Котова Л.О. Инновационные технологии капитального ремонта многоквартирных жилых домов, В сборнике: ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации. Электронный ресурс. 2018. С. 301-305.
7. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкции от коррозии.
8. СП 1713330-2017 «Кровли».

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАРУЖНЫХ СТЕН УТЕПЛЯЮЩИМИ КРАСКАМИ

*Мартынов М.А., студент 3-го курса 10 группы ИСА
Научный руководитель – Сокова С.Д. доц., к.т.н.*

Проблема утепления жилища существовала у людей с давних времен, когда строительство только начинало зарождаться. Была необходимость защититься от морозов и люди придумывали различные варианты утепления. В древности люди знали, что, покрыв дом слоем рыхлой земли, можно сделать его теплее. В наши дни, с развитием науки стали появляться новые материалы, которые позволяют не только эффективно утеплить здание, но обеспечить комфортные условия для проживания. Некоторые материалы активно используются и заслужили доверие профессионалов, а самые современные еще только входят в индустрию, проходят проверку временем, испытываются на удобство строителями и людьми, которые будут проживать в новых домах [1].

Большая часть тепла теряется через стены дома. Поэтому утепление здания не только создает комфортные условия для проживания, но также экономит деньги на обогрев здания, дополнительное укрепление конструкций здания, увеличение вариантов внешней отделке здания, за счет различных материалов. Поэтому, конечно, на первом месте при решении вопроса о подборе утеплителя, является его эффективность сохранения тепла [2].

Важным аспектом при выборе материала утеплителя является не только низкая теплопроводность, но и экономическая составляющая проведения строительных работ, как было уже сказано ранее. Правильный подбор утеплителя может привести к большой экономии финансовых средств на последующее обслуживание здания [3].

Кроме сопротивления теплопроводности и экономичности, утеплитель должен обладать еще некоторыми важными характеристиками, которые также влияют на выбор того или иного утеплителя: гидрофобность, огнестойкость, долговечность, химическая стойкость, экологичность, а также звукоизоляция [4].

Целью моей работы было провести сравнительный анализ существующих утеплителей и выявить наиболее эффективный материал.

Перед собой я ставил следующие задачи:

1. Выделить актуальные теплоизоляционные материалы;
2. Провести анализ выбранных материалов и выявить преимущества каждого;
3. На основании полученных данных выбрать наиболее эффективный теплоизоляционный материал.

В зависимости от характеристик материала утеплителей их можно поделить на следующие типы:

1. Сыпучие (керамзит, шлак);
2. Рулонные (стекловата, минеральная вата);

3. Плитные (полистирол, пенопласт);
4. Пенообразные (пенополиуретан);
5. Материалы на основе ячеистого бетона (пенобетон, газосиликатные блоки);
6. Жидкие (утепляющие краски).

Сыпучие материалы засыпают в специально подготовленные пустоты в строительных конструкциях. Пустоты между мелкими кусочками и гранулами и создают нужное сопротивление теплопередаче. Этот материал является дешевым, но недолговечным, зачастую гидрофильным (поглощает влагу), поэтому их применение ограничено [6].

Для рулонных материалов характерна высокое сопротивление теплопередаче, но из-за того, что они состоят либо из ваты неорганического происхождения, либо из органического материала, то характеристика огнестойкость/гидрофобность изменяется в зависимости от происхождения.

Материалы на основе ячеистого бетона отличаются высокой прочностью, поэтому они также используются в качестве конструкционного материала, а сильная подверженность влиянию влаги, позволяет использовать их только при совместном утеплении другим материалом.

Жидкая теплоизоляция — это современный теплоизоляционный материал на акриловой или водной основе с низкой теплопроводностью и высокой степенью гидроизоляции, который постепенно вытесняет привычные материалы за счет удобства в использовании, а также, благодаря высоким показателям качества. Постепенно она становится широко применяемой при выполнении работ по теплоизоляции и гидроизоляции инженерных конструкций и сооружений гражданских зданий.

Жидкий утеплитель используют в строительном-монтажных работах для различных целей [7], таких как:

1. Утепления несущих и ограждающих конструкций здания;
2. Защита фасада от неблагоприятного внешнего воздействия атмосферных осадков;
3. Гидроизоляции полов в помещениях с повышенной влажностью (ванные, автомойки, бассейны и т.д.);
4. Теплоизоляции инженерных коммуникаций (трубопроводы водоснабжения и отопления);
5. Герметизация швов между панелями в многоэтажных панельных зданиях.

Жидкая теплоизоляция является относительно новым отделочным материалом на рынке, еще довольно мало специалистов знают и используют все преимущества и достоинства, благодаря которым, данный утеплитель может использоваться взамен старых материалов, практически во всех сферах гражданского строительства.

Самыми используемыми утеплителями являются плиты пенополистирольные, плиты из минеральной ваты, поэтому сравнительный анализ будем проводить именно с ними. Данные утеплители пользуются популярностью по разным причинам, например, пенополистирольные лучший по

мнению потребителей, это обусловлено низкой стоимостью материала, но большим недостатком является низкая механическая устойчивость, что требует дополнительной защиты. С другой стороны, минеральная вата обладает самыми эффективными характеристиками теплопроводности. Однако, она устойчива к воздействию влаги низкая.

Чтобы убедиться в эффективности и экономичности применения утепляющих красок, проведем теплотехнический расчет для ограждающих конструкций жилого здания с традиционным вида утеплителя и, непосредственно, жидкой теплоизоляцией.

Исходные данные расчета:

1. Тип здания – жилое.
2. Район строительства – г. Москва.
3. Влажностный режим эксплуатации здания – нормальный.

Расчет традиционного утеплителя.

Состав ограждающей конструкции (рис.1):

1. Ж/б несущие конструкции толщиной $\delta = 0,5$ м, $\lambda = 2,04$ Вт/(м⁰С);
2. Утеплитель – плиты жесткие минераловатные из каменного волокна $\delta = X$ м, $\lambda = 0,05$ Вт/(м⁰С);
3. Штукатурный облицовочный слой $\delta = 0,02$ м, $\lambda = 0,7$ Вт/(м⁰С).

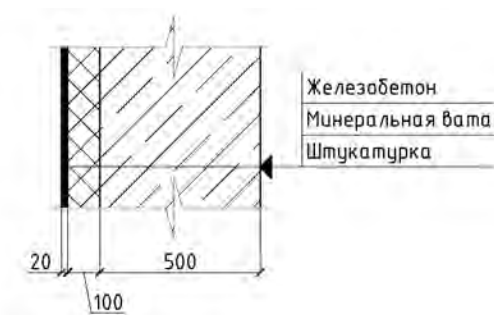


Рис. 1. Состав ограждающей конструкции [5]

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемого значения $R_{\text{req}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, определяемого в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$.

По формуле:

$$R_{\text{req}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут} / \text{год}$; a, b – коэффициенты для соответствующих групп зданий (для стен жилых зданий с нормальным и сухим режимами) принимаем: $a=0,00035$, $b=1,4$.

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) Z_{\text{ht}} = (20 + 2,2) \cdot 205 = 4551 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год},$$

где t_{ht} , Z_{ht} – средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по табл. 3.1, СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», для периода среднесуточной температуры наружного воздуха не более $8 \text{ } ^\circ\text{C}$; t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$,

Определяем нормативное сопротивление теплопередаче покрытия:

$$R_{\text{req}} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0.00035 \cdot 4551 + 1.4 = 2.99 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения определяем по формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{yt}} + 1/\alpha_{\text{н}},$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (табл. 4, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»); $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ОК, $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (табл. 6, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»);

$$R_{\text{yt}} = \delta/\lambda.$$

Из условия $R_0 \geq R_{\text{req}}$ следует:

$$R_0 = 1/8,7 + \delta/0,039 + 0,5/2,04 + 0,02/0,7 + 1/23 \geq 2,99 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Находим необходимую толщину утеплителя в стены:

$$\delta = (2,99 - 1/8,7 - 0,5/2,04 - 0,02/0,7 - 1/23) \cdot 0,039 = 0,099 \text{ м}.$$

Следовательно, утеплитель толщиной $\delta = 100 \text{ мм}$.

Расчет жидкой теплокраски:

Состав ограждающей конструкции (рис.2):

1. Ж/б несущие конструкции толщиной $\delta = 0,5 \text{ м}$, $\lambda = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
2. Утеплитель – утепляющая краска фирмы «Астратек» $\delta = X \text{ м}$, $\lambda = 0,0012 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения определяем по формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{yt}} + 1/\alpha_{\text{н}},$$

$$R_{\text{yt}} = \delta/\lambda.$$

Из условия $R_0 \geq R_{\text{req}}$ следует:

$$R_0 = 1/8,7 + \delta/0,0012 + 0,5/2,04 + 1/23 \geq 2,99 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Находим необходимую толщину утеплителя в стены:

$$\delta = (2,99 - 1/8,7 - 0,5/2,04 - 1/23) \cdot 0,0012 = 0,003 \text{ м.}$$

Следовательно, утеплитель толщиной $\delta = 3 \text{ мм}$.

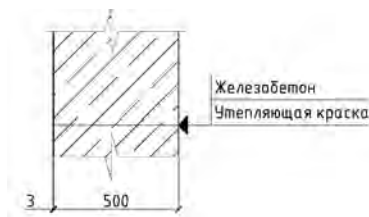


Рис. 2. Состав ограждающей конструкции [5].

В таблице ниже приведены некоторые основные характеристики из ГОСТ 15588-2014 «Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия» для плиты пенополистирола марки ПП15Ф, из ГОСТ 9573-2012 «Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия» для плиты минераловаты ПП80 и для жидкого теплоизоляционного покрытия Астратек с официального сайта производителя.

Как видно из данных таблицы, краски обладают меньшей теплопроводностью, по сравнению с остальными материалами. А на основании расчета можно сделать вывод, что при одинаковых условиях использования толщина утеплителя сокращается более, чем в 30 раз, это позволяет увеличить полезную площадь помещения и снизить нагрузку на фундамент и другие несущие конструкции. Также они наиболее эффективны с точки зрения пожарной безопасности, что очевидно, положительно сказывается на отношении потребителей к данному материалу теплоизоляции. Поскольку толщина изолирующей краски для обеспечения необходимого уровня теплоизоляции составляет, как видно из расчета, несколько миллиметров, одного ее литра хватит на покрытие большой площади конструкции.

Для того, чтобы правильно нанести теплокраску, вовсе не нужно обладать специальными навыками и умениями. Главное, что перед нанесением необходимо подготовить обрабатываемую поверхность для нанесения материала, а основной процесс нанесения не вызывает проблем у неподготовленного человека.

Назначение всех теплоизолирующих красок у различных производителей одинаковое, однако могут различаться такие их особенности, как усло-

вия хранения, способы применения, выбор материала и многое другое. Поэтому расход краски и ее стоимость будет зависеть от выбранного вами бренда.

Таблица 1

Сравнение выбранных теплоизоляционных материалов

Физико-механические показатели	Размеры	Теплопроводность, С, Вт/(м ² К)	Сплошность покрытия	Средняя стоимость на рынке
Плиты пенополистирольные марки ППС15Ф	1000x500x100 мм - 1шт	0,034	Образование «мостиков холода» в местах стыка	Порядка 1500р за м ³
Плиты минераловатные марки ПШ80	1000x500x100 мм - 1шт	0,039		Порядка 2000р за м ³
Жидкие теплоизоляционные полимерные покрытия Астратек	Толщина рабочего слоя 1-3мм	0,0012	Обеспечивает сплошное покрытие объекта с ликвидацией «мостиков холода»	Порядка 500р за м ³

На сегодняшний день жидкий утеплитель завоевывает доверие потребителей. Сложно реализовать утепление минеральной ватой, например, под подоконником, или в других труднодоступных местах. А жидкая теплоизоляционная краска с подобной задачей легко справляется, при этом не оставляя ни швов, ни изгибов. Именно поэтому сходятся мнения многих экспертов в том, что альтернативы жидкой керамики в некоторых случаях нет.

Библиографический список

1. Журнал про ремонт своими руками «Remontami.ru» <https://remontami.ru/zhidkaya-teploizolyaciya/#i-2>.
2. Сайт «Uteplix.com – Портал про утепление» <https://uteplix.com/materialy/kraska-teploizoliruyushhaya/teploizolyatsionnaya-kraska.html>.
3. Сайт «Все об отделке стен от А до Я» <https://otdelkasten.com/pokraska-sten/zamenjaet-li-teploizoljacionnaja-kraska-uteplitel#>.
4. Сайт «Студопедия» https://studopedia.ru/2_63076_teplovaya-izolyatsiya-zdaniy-i-sooruzheniy.html.
5. Сайт «Яндекс.Картинки» <https://yandex.ru/images/>.

6. ГОСТ 15588-2014 «Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия».
7. ГОСТ 9573-2012 «Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия».
8. Сокова С.Д. Применением инновационных технологий при ремонте зданий, Монография, МГСУ, 263с., 2011.
9. СП 50 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
10. Егорова А.Д., Мамедова С.Д., Перфилова Е.А., Сокова С.Д. Повышение теплозащиты зданий антивандальными утепляющими красками Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции (г. Москва, 25–26 октября 2018 г.) <http://euis.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/EUIS/>.
11. Vladimir Kalinin, Serafima Sokova Simulation of the System of Repairsof Apartment Buildings XXII International Scientific Conference “Construction the Formation of Living Environment” (FORM-2019) E3S Web of Conferences, Volume 97 (2019) <https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/23/>.
12. Информация о вариантах наружной облицовки стен дома - 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sait-pro-dachu.ru/naruzhnaya-oblicovka-sten-doma/>, свободный.
13. Король Е.А. Анализ конструктивных решений наружных стен для повышения теплозащиты при строительстве и реконструкции инфраструктуры производственных предприятий, Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 2 (368). С. 124-130.
14. Король Е.А., Харьков Ю.А. Технология возведения многослойных монолитных наружных стен теплоизоляционным слоем из бетона низкой теплопроводности, Жилищное строительство, 2014. № 7. С. 32-35.

ВЫБОР НАДЕЖНОГО СПОСОБА УКЛАДКИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПЛОСКИХ КРЫШ

*Сибгатуллина А.И., студент 2-го курса 6 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

Целью данной работы является выбор надежного способа укладки кровельных материалов на плоских крышах. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: рассмотрение существующих способов укладки кровли и сравнение их по надежности и безопасности при эксплуатации зданий.

Кровля является одной из ограждающих частей здания и играет важную роль в сохранении долговечности самого здания, защите нижележащих конструкций и внутренних помещений от неблагоприятного влияния окружающей среды в виде атмосферных осадков, ветровых нагрузок, солнечной радиации, озона и температур (а также их перепадам), и в обеспечении энергетической эффективности здания [1].

Поэтому для стабильной эксплуатации зданий и продления их долговечности большое значение имеют выбор гидроизоляционных материалов и их способов укладки.

Рулонные гидроизоляционные материалы подразделяются на три основные группы: битумные и битумно-полимерные; эластомерные, термопластичные. Способы укладки этих материалов следующие: приклеиваемые (наплавляемые), балластные и механического крепления. Для того, чтобы сохранить безопасность при эксплуатации, т.е. обеспечить надежное соединение с основанием, желательно применять способы механического крепления. Ежегодно в России производится ремонт около 20 млн. м² кровель. Чтобы ремонтные работы производились как можно реже, следует выбирать эффективный способ устройства кровли и долговечный материал.

При выборе битумных и битумно-полимерных материалов, следует обращать внимание на их недолговечность, срок их службы 15-25 лет. У эластомерных материалов срок службы более длительный 30-35 лет. Самыми долговечными являются кровли из термопластичных материалов 50-60 лет. На сегодняшний день на жилых зданиях в основном применяют битумно-полимерные материалы, как самые дешевые. Они требуют и очень простого оборудования для наплавления: горелку и баллон с пропаном или бутаном. Два последних класса могут укладываться тремя способами-на клею, с балластом в виде гальки или гравия или механическим креплением через рейки или шайбы с саморезами [2]. Вид укладки кровли выбирается в зависимости от назначения здания, его конструктивных особенностей, нормативности срока службы, этажности, назначения крыши, климатических факторов, финансовых возможностей и других параметров.

Устройство кровли наплавляемыми рулонными материалами выполняется по нескольким технологиям: путем разогрева газовыми горелками, разогревом при помощи инфракрасного облучения и растворением утол-

щенного слоя мастичного материала. укладывая кровлю путем подплавления или растворения мастичного слоя необходимо соблюдать условие соответствия этого слоя размерам неровностей основания крыши. Приклеивку рулонного материала производят в процессе оплавления нижней стороны рулона пламенем горелки с одновременным подогревом поверхности основания, постепенно разворачивая рулон и прижимая его к основанию. Движения горелкой выполняют плавно таким образом, чтобы обеспечивался равномерный нагрев материала, в местах нахлеста материала выполняют дополнительный нагрев для лучшего сцепления. Одним из факторов, влияющих на долговечность кровель из битумных и битумно-полимерных материалов, является влага подкровельного ковра. Ни один битумный или битумно-полимерный материал, уложенный на влажное основание, не обеспечит прогнозируемую долговечность кровли.

Любое количество воды, оказавшееся в подкровельном слое, будет насыщать влажным паром воздушное пространство, и проникать в открытые поры материала до их полного насыщения влажным паром. При повышенных температурах давление воздуха и влажного пара превысит атмосферного давления и увеличит способность воздуха адсорбировать влагу, в результате чего давление пара превысит допустимое. Если не будет обеспечен выход пара, может произойти вспучивание гидроизоляции. Если воздух и влага вместе оказываются в ловушке, влага будет поддерживать стопроцентный уровень насыщенности воздуха влажным паром и повышенное давление пара станет причиной дополнительного расширения. Когда температура поднимается до 800 С, повышенное паро-воздушное давление расширит углубление и рост объема «кармана» до 140 %. Если бы температура поднялась только до 400 С, объем увеличился бы на 23 %. Как видим, прочность сцепления с основанием будет всегда ослабевать.

При балластном методе укладки эластомеры раскатывают на основание и склеивают их между собой, швы в местах нахлестки герметизируют. Затем на свободно уложенный на основание однослойный гидроизоляционный ковер монтируют распределительный (прокладочный) слой из геотекстильного полотна плотностью 400-600 г/м². Удерживаться полотну помогает балласт, в виде пригрузочного гравийного слоя, равномерно распределенного по всей крыше, вес которого должен составлять не менее 50 кгс/м² [3]. Прежде чем остановить свой выбор на этом способе, надо оценить несущую способность конструкции кровли. Следует убедиться в том, что здание обладает достаточным запасом прочности, чтобы выдержать нагрузку, которая при применении балласта может составлять до 700 Па. Этот метод подходит для плоских крыш, или если уклон кровли не превышает 15%, а высота здания не более 23 м. К недостаткам данного способа можно отнести также труднодоступность гидроизоляционного слоя, в случае если будет необходима также в срочном ремонт кровли. Данная технология особенно востребована в случае, если крыша подвергается частым механическим нагрузкам и есть резерв несущей способности фундаментов и стен, чтобы воспринять повышенную нагрузку от гравия.

Укладку кровли из эластомеров методом наклейки выполняют на заранее огрунтованное основание. Рулонный материал раскатывают вдоль линии водораздела и перегибают его по длине посередине без заломов. Затем на основание и загнутую часть материала наносят клей и выдерживают до отлипа от сухого пальца, после этого отогнутую половину разворачивают заломом на основание и осуществляют прокатку катком массой 2-5 кг с мягкой обкладкой. Аналогичным способом приклеивают вторую половину, в местах нахлестки клеящий состав наносят на предварительно обезжиренные растворителем кромки стыкуемых полотнищ и после выдержки клея до "отлипа" соединяют их с последующей прокаткой мест нахлестки поперек шва роликом массой 2-5 кг. Места нахлесток материала должны быть дополнительно герметизированы. Такой способ устройства кровли используется для крыш со сложной конструкцией, а также в районах, подверженных сильному ветру [3]. С появлением полимерных мембран в строительную практику вошло механическое крепление рулонных ковров. При этом методе раскатывают несколько рулонов кровельного материала с нахлестом в 100 мм, кромки полотнищ, смежных с полотнищем, уложенным вдоль линии водораздела перегибают (на ширину не менее 100 мм) по длинной стороне, а полотнище, уложенное вдоль линии водораздела закрепляют шайбами с саморезами. Количество крепежных элементов зависит от ветровой нагрузки, действующей на кровлю, но не может быть больше 500 мм. Кромки закрепленного полотнища на ширину нахлестки и отогнутые кромки смежных полотнищ на такую же ширину обезжиривают растворителем, затем смазывают клеем и после того, как клей перестанет прилипать при прикосновении сухим пальцем, соединяют стыкуемые кромки, места нахлестки прокатывают поперек шва роликом масса которого 2 - 5 кг, а также дополнительно герметизируют [4]. Механический способ применяют преимущественно тогда, когда не допускается дополнительная нагрузка на несущую конструкцию. Вышеописанный метод наибольшим образом подходит для крыш, имеющих большой уклон. К главным достоинствам этого метода относят надежную фиксацию покрытия при соблюдении технологии монтажа, высокую герметичность швов, возможность проведения ремонта при необходимости [5-6].

Каждый из вышеописанных методов имеет разную надежность крепления (или сцепления) к основанию. Прочность сцепления битумно-полимерных кровель с бетоном несущего основания 0,26 МПа, а при механическом креплении максимальное сопротивление выдергиванию более 4,5 кН. Отсюда можно сделать вывод, что механическое крепление долговечных эластомерных и термопластичных материалов является наиболее перспективным и надежным, обеспечивающим безопасность эксплуатации здания или сооружения.

Библиографический список

1. Самойлов, В.С. Крыши и кровли / В.С. Самойлов. – М.: Аделант, 2011. – 320 с.

2. Теличенко В.И., Касьянов В.Ф., Сокова С.Д., Доможилов Ю.Н. Кровля. Современные материалы и технологии. Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2012. – 815 с.

3. Абрамян С.Г, Ахмедов А.М., Чередниченко Т.Ф. Современные кровельные материалы и технологии: учеб. пособие. Волгоград.: ВолгГАСУ, 2013. – 135 с.

4. М. В. Кафтаева, И.А. Дегтев, О.М. Донченко, Л.А. Пашкова, Н.И. Литовкин, Современные кровли и технологии их устройства. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 136 с.

5. Стыценок А.А., Ахмедгораева А.Р., Галимзянова Р.Ю., Хакимуллин Ю.Н. Виды рулонных кровельных материалов, объем российского рынка и экологическое состояние // Полимеры в строительстве: научный интернет-журнал. 2017, № 1(7). 73-82.

6. Современные кровли: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://goldkryshi.ru/282-sovremennye-krovelnye-materialy.html>.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА В СТРУКТУРЕ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

*Скрипникова В.С., студентка 2-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

По данным экспертов одновременно в Москве на дороги выезжает более 700 тысяч машин, а для движения без пробок, количество автотранспорта не должно превышать отметки в 400 тысяч автомобилей [1]. Но кроме пробок есть другая проблема – парковки, то есть места для хранения личного автотранспорта.

В последнее время традиционные способы размещения автомобилей не удовлетворяют современным требованиям. 70%–80% площади дворов заняты автомобилями, так как по возможности все жители многоквартирных домов паркуют автомобили в пешей доступности от дома. В результате сокращается пространство для жизни. Дворы являются самыми привлекательными местами для парковки в жилом районе. Если места во дворах не хватает, то личный автотранспорт паркуют в зонах районных улиц, пустырей и зон отчуждения железных дорог, ЛЭП и автомагистралей. Сегодня это социально острая и актуальная тема не только для автомобилистов, но и для пешеходов.

Автомобили очень быстро начали заполнять города начала XX века. Не было принято никаких мер для того, чтобы избежать возникших проблем по размещению автотранспорта. Центр любого города был достаточно плотно застроен как жилыми домами, так и местами деловой активности, привлекавшими автомобилистов, но мест для парковок нигде не было. Эта проблема возникла примерно в одно и то же время в разных городах и странах.

Позже в разных частях мира стали появляться паркинги. В США проблема с парковкой возникла достаточно поздно, так как города строились совершенно по-другому, чем в других странах, и в Европе в том числе. Мест было достаточно долгое время для всех автомобилистов. Сегодня американцы, для которых автомобиль перестал быть «роскошью, а только – средством передвижения» [2] столкнулись с новыми проблемами. Лояльность по отношению к автовладельцам привела к тому, что сейчас во многих городах США огромные территории превратились в пустыри-парковки. В любом городском пространстве, которое притягивает горожан, всегда не хватает места под стоянку автомобилей.

За последнее десятилетие многоэтажная уплотнительная застройка зачастую шла с множеством нарушений. Имевшиеся на тот момент нормативы по машино-местам застройки не выполняли. На сегодняшний день вопрос размещения транспорта во дворах мало урегулирован законодательством, но даже существующие нормы расположения парковок во дворах многоквартирных домов не всегда соблюдаются. Так, согласно СП 42.133330.2011, обеспеченность машино-местами должна составлять 350 на

1000 человек. При этом не менее 10% мест должны отводиться автомобилистам с инвалидностью [3].

В Москве с 2012 года происходит внедрение интеллектуальной транспортной системы, которая заключается в создании комплексной схемы организации дорожного движения, а также организации парковочного пространства. Были внедрены платные парковки, что позволило существенно улучшить ситуацию на столичных дорогах: исчезли хаотично брошенные машины, в три раза выросла оборачиваемость мест, а время прибытия экстренных служб сократилось вдвое. Платные парковки расположены сегодня в наиболее загруженных точках Москвы [4].

Любая транспортная система имеет три составляющие: сами транспортные средства (автомобили), пути сообщения (дороги) и терминалы (парковки). Отличие автомобильного транспорта от всех других (железнодорожного, авиа-, водного) в том, что ему нужно очень много места для терминалов. Кроме парковки у дома нужна еще одна – у офиса, и еще одна – у торгового центра, ресторана и т.д. Площадь каждого парковочного места составляет примерно 30-35 кв м [2].

В условиях плотной застройки проектирование парковок является очень сложной темой. Проектировщикам приходится экспериментировать. В целом сейчас идет тенденция в сторону технологий по механизации паркирования. Основной задачей остается компактное размещение машиномест в непосредственной близости от жилой застройки.

Каждое парковочное место – часть всей транспортной системы. На этапе планирования создания и проектирования парковок необходимо обеспечить:

- выделение элементов парковок на сети дорог
- удобный доступ с парковок в жилые, коммерческие и производственные здания;
- возможность содержания парковок;
- безопасность размещения парковок;
- обеспечение парковок информационными указателями [5].

В каждом конкретном случае вариант размещения парковок на сети дорог выбирается с учетом транспортных, эксплуатационных и градостроительных особенностей данной территории.

Для выбора типа гаража - стоянки, целесообразно проведение маркетингового анализа потребности в местах хранения, покупательной способности жителей и характеристики имеющегося в наличии парка индивидуальных легковых автомобилей.

Парковки для легковых автомобилей, принадлежащих гражданам, классифицируются по [6]:

- по расположению в городе;
- по времени хранения;
- по размещению относительно других объектов;
- по размещению относительно уровня земли;
- по количеству этажей;

- по способу перемещения между этажами;
- по организации хранения;
- по конструктивным признакам;
- по условиям хранения.

В городской застройке парковки легковых автомобилей, принадлежащих гражданам, могут быть размещены во многих зонах: общественных, культурных, спортивных, торговых; в зонах вокзалов, аэропортов; в коммунально-складских, производственных и других нежилых зонах; в жилых районах; в зонах городского транспорта.

Очевидно, что необходимо оптимизировать парковочные пространства городов, учитывая темпы современного роста автомобилизации, для повышения комфортности жизненного пространства современного человечества.

Актуальной является разработка системных концепций в основе которого лежит моделирование дорожного движения, определение граничных условий для смены вида передвижений, определение спроса на парковки, дифференциация функционирования парковок в зависимости от прогнозной деятельности парковки [7]. При этом нельзя позволять, чтобы парковочные потребности делали города хуже.

Сегодня существует новая парадигма транспортной системы: в приоритете должен быть сначала пешеход, затем – велосипедист, потом – общественный транспорт, бизнес-транспорт (доставка), далее – движущийся автомобиль и только потом – автомобиль стоящий.

Библиографический список

1. Владимиров С.Н. Транспортные заторы в условиях мегаполиса // «Известия МГТУ «МАМИ» № 1(19), 2014, т. 3.
2. Негде постоять. Москва обсуждает парковочную проблему [Электронный ресурс] режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/14579>.
3. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Поправкой, с Изменением N 1), 2011.
4. ГКУ ЦОДД [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.gucodd.ru/>.
5. Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. Формирование единого парковочного пространства в городах Российской Федерации, 2018.
6. Гаражи-стоянки для легковых автомобилей, принадлежащих гражданам : пособие для проектирования. – М.: АО ЦНИИпромзданий, 1998. – 134 с.
7. Науменко Е. Ю. Организация парковочного пространства в общей системе дорожного движения в городах: Автореф. ... дис. канд. техн. наук. [Текст] / Е.Ю. Науменко. – Волгоград., 2012. – 16 с.

БЛАГОУСТРОЙСТВО ДВОРОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ

*Спасибин П.М., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Касьянов В.Ф., проф., д.т.н.*

Комплексное благоустройство дворовых территорий – одна из важных задач градостроительства для комфортного и безопасного проживания людей в условиях городской среды.

Дворовые территории – это ограниченные участки земли, поэтому главной проблемой благоустройства по сей день остается нехватка свободного пространства. Особенно этот факт прослеживается в центре города, в старой застройке. Чтобы упорядочить многообразие дворовых пространств и разработать определенные стратегии по их комплексному благоустройству было принято решение о классификации дворовых территорий. (табл. 1.) [1]:

Таблица 1

Типы дворов в г. Москва

Тип застройки	Размер квартала	Год строительства	Плотность застройки
Историческая застройка	2-5 ГА	18 век – начало 20 века	10-24 тыс м ² /га (1-4 этажа)
Низкоэтажная застройка	2-6 ГА	1920 – 1930-е гг.	2-10 тыс м ² /га (2-5 этажа)
Среднеэтажная застройка	5-15 ГА	1930 – 1950-е гг.	7-10 тыс м ² /га (3-6 этажа)
Среднеэтажная микрорайонная застройка	10-30 ГА	1950 – 1980-е гг.	7-15 тыс м ² /га (5-9 этажей)
Высокоэтажная микрорайонная застройка	15-80 ГА	1970 – 1900-е гг.	10-18 тыс м ² /га (9-18 этажей)
Современная высокоэтажная застройка	10-20 ГА	2000-е – настоящее время	15-25 тыс м ² /га (9-25 этажей)

Другой способ классификации основывается на размерах придворовых территорий: малый, средний, большой, крупный, а также по наличию по наличию сквозного проезда: замкнутый и незамкнутый. Замкнутые дворы в свою очередь требуют обязательного обустройства разворотной площадки для автомобилей, размерами не менее двенадцати квадратных метров.

Для города Москвы существует перечень объектов, которые должны обязательно присутствовать на дворовой территории: детская площадка, парковочные места, контейнерная площадка для сбора бытовых отходов, элементы озеленения, уличное освещение, а также информационный стенд.

Дворовая территория должна учитывать психофизиологические потребности всех возрастов населения. Однако особенно важно учитывать потребности детей и пенсионеров, так как для них двор – это пространство повседневного отдыха и социального взаимодействия с другими людьми [2].

При обустройстве детской площадки на первый план выходит безопасность. Элементы, которые могут нанести вред, в том числе открытые металлические детали, не допускаются к использованию. Покрытие детской площадки делается из резиновой крошки, благодаря которой снижается уровень вероятности получения травмы. Также данный вид покрытия препятствует скоплению влаги, а зимой – образованию наледи, что делает детскую площадку доступной для комфортного использования в любое время года.

В темное время суток придворовая территория должна быть хорошо освещена. Это необходимо для предотвращения дорожно-транспортных происшествий, а также для снижения криминогенной обстановки во дворах. Площадка у входа в подъезд требует не менее 6 люксов, а пешеходные дорожки не менее 4 люксов [3].

Для обеспечения нормативов устанавливается фонарь под козырьком над подъездной дверью, а также дополнительный осветительный прибор на стене здания над каждой входной группой на высоте порядка 9 метров. При расположении фонарей под углом в 25 градусов достигается освещение не только площадки перед подъездом, но и части дороги. Часто для этих целей используют светодиодные и энергосберегающие элементы. На детских и спортивных площадках устанавливают фонари торшерного типа. Такое комбинированное освещение подходит для комфортного перемещения людей и автомобилей, полностью покрывая всю дворовую зону [4].

Достаточно остро стоит вопрос о нехватке парковочных мест. Москва занимает второе место в мире по автомобилизации населения. Число машин составляет 380 штук на тысячу человек и продолжает расти с каждым годом. Ранее запроектированные парковки не справляются с таким количеством автомобилей, вследствие чего двор и тротуары превращаются в парковочные места. В новостройках активно ведется освоение подземных пространств, что позволяет разгружать дворовые территории. Парковочные места во дворах были частично разгружены установкой шлагбаумов, контролирующих несанкционированный въезд на территорию, а также возможностью оформлению резидентного разрешения для размещения своего автомобиля в зонах платного паркинга на улицах Москвы [5].

В условиях крупного мегаполиса отдельное внимание уделяется озеленению территории вокруг дома. Зеленые насаждения очищают воздух от вредных веществ, а также позволяют почувствовать людям близость к природе.

Существует два вида озеленения – стационарное и мобильное. При стационарном озеленении растения высаживаются в открытый грунт. Самой распространённой формой ландшафтного дизайна такого вида остаются газоны и отдельно посаженные деревья и кустарники. (рис. 1)



Рис. 1. Стационарное озеленение

Мобильное озеленение включает в себя клумбы, вазоны, контейнеры, которые легко переносятся с одного места на другое. (рис.2) Они заполняют свободное пространство и способствуют приданию законченности работ по облагораживанию придворовой территории.



Рис. 2. Мобильное озеленение

В последнее время в условиях плотной городской застройки стали использовать поверхности фасадов и крыш домов. В Москве такая практика пока не получила признания, однако в странах Европы и США широко используется такой приём [6].

Количество зеленых насаждений должно быть максимально возможным на данной территории. В частности, деревья в комплексе с кустарниками, расположенными в подкрановом пространстве, защищают дворовые пространства от шума и ветра, а также очищают воздух от вредных веществ, что жизненно необходимо для комфортного проживания в городе.

В 2019 году было высажено шесть тысяч новых деревьев и более двухсот тысяч кустарников. Самыми широко распространёнными видами для посадки остаются лиственные деревья, такие как липы и клёны. Они более неприхотливы и лучше переносят серьезные загрязнения воздуха. Что же касается клумб, город постепенно переходит на высадку двулетних и мно-

голетних растений. Данные действия позволяют сэкономить бюджет, поскольку в отличие от однолетних растений, такие посадки не надо обновлять несколько раз в год, достаточен лишь минимальный уход за насаждениями.

Благоустройство дворовых территорий в Москве осуществляется с 2011 года и продолжается по настоящее время. Особое внимание уделяется контролю над уже облагороженными территориями, и своевременной заменой устаревших или сломанных малых архитектурных форм [7]. Улучшая состояние придворовых территорий, город способен улучшить качество жизни населения в целом.

Библиографический список

1. Благоустройство в реновации. Подходы и проблемы / по заказу Комитета по архитектуре и градостроительству города Москвы – М. : Изд-во «А-Принт», 2018. – 268 с.
2. Барсукова, Н.И. Современные концепции формирования городской среды. / Проблемы, инновационные подходы и перспективы развития индустрии туризма / Н.И. Барсукова - Матер. IX Межд. научно-практ. конф. г. Сочи СГУТиКД 25-27 июня 2009 г. Сочи, СГУТиКД, 2009. с. 77-81.
3. Крашениников, А.В. Жилые кварталы. Учебное пособие для архит. И строит. спец вузов / А.В. Крашениников ; под общ. ред. Н.Н.Миловидова, Б.Я.Орловского, А.Н.Белкина – М.: Высшая школа, 1988.
4. Воскресенская, А.И. Комплексное благоустройство дворовых территорий жилой застройки на примере города Москвы / А.И. Воскресенская - Автореф. дисс. ... канд. арх. М.: 2008.
5. Кругляк В.В. Урбоэкология и мониторинг среды: В.В. Кругляк, Н.П. Карташова. - Воронеж: ВГЛТА, 2004. – 72 с.
6. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75.
7. Болтрушко, В. Организация мероприятий по охране окружающей среды и осуществление экологического контроля // Городское управление.- 2004. – № 6. – С. 85.

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ СТЕН

*Червякова А.В., студентка 3 курса 21 группы ИСА
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

Целью работы является выбор наиболее оптимального решения усиления кирпичной кладки. В процессе эксплуатации кирпичного здания или сооружения вследствие многочисленных факторов в кирпичной кладке возникают деформации, снижающие несущую способность. Устранить дефекты и восстановить надёжности конструкции можно различными способами. Самыми распространёнными методами усиления являются: перекладка кладки; усиление с помощью металлических обойм; инъектирование.

Перекладка кирпичной кладки (рис. 1).

Суть способа проста: заключается в разборе деформированного участка с последующим полным восстановлением.

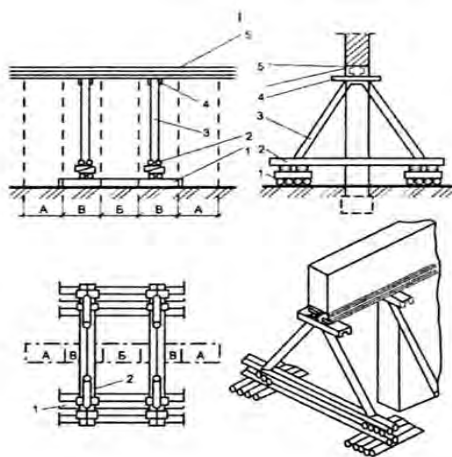


Рис. 1. Конструкции креплений при перекладке больших участков стены: 1 – лежни; 2 – затяжка; 3 – стойки; 4 – подкладка под стойки (швеллер или деревянный брус); 5 – металлические балки; А, Б, В – зоны различных нагрузок при трансформации стены

Демонтажные работы достаточно трудоемки, т.к. при их выполнении необходимо принять меры по обеспечению сохранности и стабильности вышележащих участков стены и опирающихся на них конструкций. Поэтому к разборке старой кладки приступают только после установки временных креплений, которые сохраняются на весь период производства работ. [1-3].

Неудобства также возникают в связи с климатическими условиями - перекладку кирпичных стен рекомендуется выполнять при положительных температурах.

К неоспоримым преимуществам этого метода относится возможность полностью восстановить прочностные характеристики стены и ее внешний вид.

Усиление стальными обоймами (рис. 2)

Сущность данного метода заключается в изготовлении сетки из металлопроката, сопряженной со стеной. Для восстановления кирпичной кладки в зависимости от возможных нагрузок применяют различные виды обойм:

- **Для сдерживания поперечных деформаций.** Несущая способность стены увеличивается за счёт формирования конструкцией объемно напряженного состояния в стене.

- **Для перераспределения усилий, действующих на укрепляемый элемент.** Укрепление происходит за счет увеличения площади поперечного сечения или посредством повышения надежности стен за счет введения в них высокопрочных материалов.

- **Комбинированные.** Обоймы этого типа сочетают в себе конструктивные особенности первого и второго вариантов.

Укрепление нагруженных элементов таким способом дает возможность продлить эксплуатационный срок объекта и, при условии правильного выполнения, повысить его прочность до 50%.

Основной недостаток стальных обойм - опасность появления мостиков холода при установке их на наружных стенах. Чтобы избежать это, необходимо принять дополнительные меры по теплоизоляции.

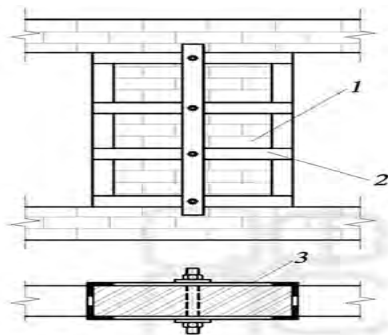


Рис. 2. Усиление кирпичного простенка металлической обоймой:

1 – кирпичная кладка; 2 – металлическая планка; 3 – уголок

Инъектирование (рис. 3). Суть инъектирования заключается в следующем – через пробуренные отверстия в тело кирпичной кладки под давлением закачиваются специальные ремонтные составы (микроцементы, растворы на эпоксидной, полиуретановой или эпоксидной основе). Состав,

закаченный в конструкцию, заполняет все пустоты и укрепляет трещины, предотвращая разрушение кирпичной стены и обеспечивая надежную гидроизоляцию. Помимо восстановления целостности и устранения пустот в стенах, благодаря долговечности заливаемых в пустоты составов, инъецирование позволяет продлить срок службы и увеличивает прочность на 15-20 % как минимум.

К однозначным преимуществам данного метода относят:

- независимость от климатических условий;
- возможность укрепления труднодоступных конструкций и ликвидации аварийных протечек;
- усиление несущих и водоотталкивающих характеристик;
- экономичность трудовых ресурсов (в сравнении с установкой стальных обойм и полной перекладкой кладки требует намного меньше сил и времени).

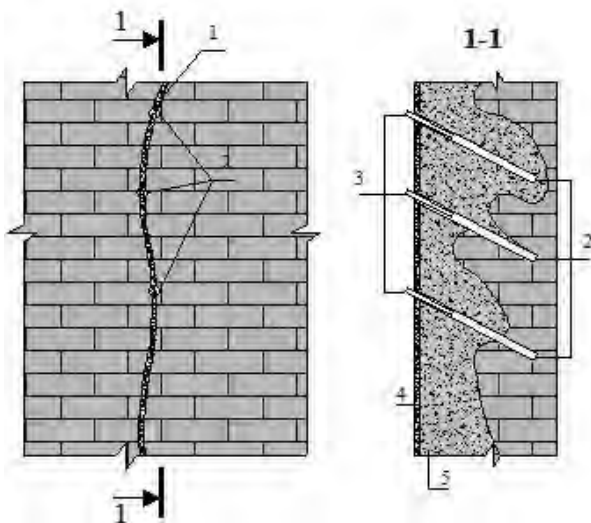


Рис. 3. Схема цементации:

- 1 – трещина; 2 – инъеционные шпур; 3 – патрубки; 4 – раствор цемента;
5 – раствор скрепляющий

Однако инъецирование достаточно дорогой способ по причине дороговизны материалов и необходимости выполнения работ профессионалами. Проведение самостоятельных работ может привести к необратимым последствиям: начиная от перерасхода материала и заканчивая разрушением конструкции еще на этапе бурения отверстий. Но, несмотря на затратность, технология признана эффективной, цена демонтажа и капитальной реконструкции неизменно выше в сравнении с инъецированием трещин и отдельных проблемных зон. [4-5].

Усиление кирпичных стен стальными обоями

Состав работ:

1. Пробивка гнезд, борозд, отверстий.
2. Заготовка и установка металлических элементов, резка и сварка.
3. Заделка гнезд и борозд.

Расценка работ включает в себя расходы на трудозатраты, эксплуатацию машин и механизмов, на расход материалов.

Расчет расхода материалов представлен в соответствии с нормативами ГЭСН-2001 в табл. 1.

Таблица 1

Расход материалов при усилении стен обоями

№	Наименование	Ед. Изм.	Расход	Ст-сть ед. Руб.	Всего Руб.
1	Кислород технический газообразный	м ³	1,83	46,56	85,20
2	Электроды диаметром 6 мм Э42	т	0,006	70538,64	425,66
3	Болты с гайками и шайбами строительные	т	0,006	67664,47	405,99
4	Сталь полосовая, марка стали Ст0 шириной 70 мм толщиной 4-5 мм	т	0,047	41624,08	1937,67
5	Сталь угловая равнополочная, марка стали 18 кп, шириной полок 35-56 мм	т	0,122	38442,96	4705,95
6	Пропан-бутан, смесь техническая	кг	0,15	45,58	6,84
7	Трубы стальные сварные водопроводные с резьбой черные обыкновенные(неоцинкованные), диаметр условного прохода 25 мм, толщина стенки 3,2 мм	м	0,80	145,21	115,68
8	Щиты из досок толщиной 25 мм	м ²	1,0	265,94	265,94
9	Горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса А-III, диаметром 12 мм	т	0,007	44535,75	307,14
10	Раствор готовый отделочный тяжелый, цементный 1:3	м ³	0,005	3720,04	19,24
Итого Руб.					8275,31

Трудозатраты (табл. 2)

Часовая ставка рабочего 4 разряда: 174,34 руб. в час (**30 684**) руб. в месяц.

Таблица 2

Расчет затрат труда при усилении обоями

№	Наименование	Ед. Изм.	Трудозатраты
1	Затраты труда рабочих-строителей Разряд 4	чел.-ч	33,73

Оплата труда рабочих = 33,73 x 174,34	Руб.	5880,49
--	-------------	----------------

Перекладка кирпичной кладки

Состав работ:

1. Демонтаж кирпичной стены
2. Усиление несущей кирпичной стены с помощью швеллера
3. Кладочные работы

Расчет расхода материалов представлен в соответствии с нормативами ГЭСН-2001 на 1м³ стен в табл. 3.

Таблица 3

Расход материалов при перекладке стены

№	Наименование	Ед. Изм.	Расход	Ст-сть ед. Руб.	Всего Руб.
1	Раствор готовый кладочный цементно-известковый марки 50	м ³	0,253	3890,7	984,35
2	Кирпич керамический одинарный, размером 250x120x65 мм, марка 100	1000 шт.	0,402	13118,21	5 273,52
3	Вода	м3	0,044	18,26	0,80
Итого Руб.					6 258,67

Трудозатраты

Часовая ставка рабочего 4 разряда: 174,34 руб. в час (**30 684**) руб. в месяц.

Расчет затрат труда при перекладке стен

№	Наименование	Ед. Изм.	Трудоза- траты
1	Затраты труда рабочих-строителей Разряд 4	чел.-ч	35,39
Оплата труда рабочих = 35,39 x 174,34		Руб.	6169,90

Инъектирование

Состав работ:

1. Бурение шпуров и очистка отверстий от цементной пыли, грязи и посторонних элементов.

2. Установка пакеров и заполнение рабочим составом.

3. Удаление пакера и зачеканка шпура.

Стоимость работ приведена с учетом трудозатрат с актуальными расценками, взятыми с сайта официального партнера «STORY LOGISTICS».

Стоимость работ при инъектировании

№	Наименование	Ед. Изм.	Стоимость,руб.
1	Бурение шпуров в шахматном порядке с шагом 150 мм	м ²	3680
2	Нагнетание инъекционного состава MasterEmaco A640	м ²	2540
3	Зачеканка отверстий ремонтным раствором	м.п.	1260
Итого		Руб.	7480

На величину расценок может повлиять состояние кирпичной поверхности, вид используемого инъекционного раствора, удобство доступа к точкам сверления и другие факторы.

Вывод

Исходя из экономических подсчетов, наиболее экономичными являются стандартные методы усиления кирпичной кладки. Тем не менее наибольшей эффективности можно добиться при помощи комплексных работ. Например, объединив, усиление при помощи обойм с инъектированием трещин.

Библиографический список

1. С.Д. Сокова Технология ремонтно-строительных работ, учебное пособие, МГСУ, 2010.
2. Сокова С.Д. «Применение инновационных технологий при ремонте зданий», МГСУ, 263 с., 2011 г.

3. Сокова С.Д. «Основы технологии и организации строительного-монтажных работ» М., «Инфра-М», стр. 208, 2017.
4. Калинин В.М., Сокова С.Д., Топилин А.Н. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений, Учебник, Инфра-М, 2010.
5. Технологические процессы в строительстве: учебник / М.Н. Ершов, А. А. Лapidус, В. И. Теличенко. - Москва : АСВ, 2016. Кн.9: Технологические процессы реконструкции зданий и сооружений. - Москва : АСВ, 2016. – 159.

КОМПЛЕКСНОЕ БЛАГОУСТРОЙСТВО ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Эльдарова Л.Д.А.К., студент 4 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.*

В ходе реализации концепции по улучшению качества жизни в городе Москве в 2018 году возникла идея программы «Мой район» совместными усилиями Департамента жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства, Департамента градостроительной политики, Департамента строительства, при содействии Аппарата мэра Москвы. В 2019 году был дан старт программе, с учётом пожеланий жителей были разработаны варианты проектов благоустройства 125 районов столицы и 21 поселения ТАО и НАО. «Мой район» пошла дальше своей предшественницы программы «Моя улица», теперь акцент делается не только на становлении центра города, но и на местах за его пределами. Также она дополняет Программу реновации.

Целями проекта являются благоустройство и усовершенствование московских территорий, обеспечение доступа к образовательной среде, здравоохранению, учреждениям культуры и спортивным объектам, а также к транспортной структуре. Поставлена задача комплексного развития районов, которые должны объединиться в единый образ столицы.

Для успешной реализации программы, можно выделить следующие критерии, которых стоит придерживаться и учитывать:

- Доступность;
- Комфортность;
- Безопасность;
- Социальность.

Доступность. Проектные решения по благоустройству придомовых территорий должны учитывать условия обеспечения беспрепятственной, физической, пространственной и информационной доступности к социальным, рекреационным и транспортно-коммуникационным объектам для людей с различными видами инвалидности и маломобильных групп населения [1].

В России примерно 58 миллионов граждан, относящихся к вышеуказанной категории. Это 41 % от населения страны. Из них:

- 10,3 % - инвалиды различных групп;
- 0,4 % - дети инвалиды;
- 16,3 % - люди пожилого возраста;
- 7,7 % - дети дошкольного возраста;
- 6,2 % - другие маломобильные группы;

Организация доступной среды различается для жителей с нарушениями опорно-двигательного аппарата и сенсорных функций или относящихся к маломобильной группе.

Необходима разветвлённая внутриквартальная пешеходная инфраструктура обустроенная:

- Достаточной шириной для проезда или в условиях сложившейся застройки «карманами» - зонами для разезда, плавным изменением высоты с помощью правильно устроенного пандуса или продольного уклона для лиц на креслах-колясках или с детскими колясками;

- Поручнями при изменениях высоты и местами отдыха, для лиц передвигающихся при помощи опорных мобильных средств реабилитации для ходьбы;

- Предупредительными мощениями рядом с МАФ, зелеными насаждениями и другими препятствиями в форме квадрата или круга, тактильными указателями, звуковыми колонками или табличками с информацией для лиц с нарушениями здоровья по зрению;

- Информационные щиты, электронное табло, указатели, цветные, графические, предупреждающие знаки, световые индикаторы для лиц с нарушениями слуха.

На территорию необходим, как минимум один вход, обустроенный для людей с ограниченными возможностями, приближенный к остановочному пункту общественного транспорта, парковке со специальными местами, а также связанный с сетью пешеходных путей, как придомовой территории, так и городской инфраструктуры. Он должен быть обозначен знаком доступности и оснащен информацией в визуальной, звуковой, тактильных формах, доступной в физическом смысле для всех категорий населения [2, 3].

Комфортность. Архитектурно-планировочные решения по благоустройству территории муниципального образования должны быть направлены на обеспечение и повышение комфортных условий для проживания жителей. Для этого стоит начать с улучшения и поддержания эстетического состояния участка и функционального зонирования – разделения пространства на связанные пешеходными коммуникациями участки с определенным целевым назначением.

Первые три зоны обустраиваются малыми архитектурными формами.

- Зона тихого отдыха:

Подразумевает под собой площадки с низким шумовым фоном, например, лесопарк или сад.

- Зона активного отдыха:

Площадки с высокими характеристиками шума: спортивные и детские площадки, площадки для выгула и дрессировки собак.

- Хозяйственная зона:

Контейнерные площадки и площадки для складирования ТБО и ТКО.

- Зона парковки автомобилей:

Необходимое количество машиномест для постоянного и гостевого хранения автотранспортных средств постоянно проживающих граждан и посетителей жилой зоны.

- Входная зона:

Небольшая часть территории, включающая конструктивные элементы и МАФ, предназначенные для удобной организации входа в жилой дом [4-6].

Безопасность. Проект благоустройства должен соответствовать нормативным и правовым требованиям [7]:

- Пожарной безопасности: наличие свободного проезда для пожарной службы, системы противопожарной защиты.

- Экологической безопасности: озеленение, а также ввозимые и существующие элементы, материалы и объекты облагораживания, не должны вредить здоровью человека и окружающей среды.

- Социальной безопасности: отсутствие слепых зон и наличие освещения, средств коммуникационной связи с аварийными службами.

- Травмобезопасности: все материалы и устройства покрытий дворовой территории должны быть нетравмоопасными.

Социальность. Для успешного комплексного развития придомовых территорий необходима совместная работа таких государственных программ, как «Мой район», «Доступная среда», «Реновация жилья». Большинство дворовых территорий на данный момент не соответствуют необходимому минимуму. Нужно четкое обозначение правовых и организационных основ реализации деятельности. Организация контроля специально созданным органом за надлежащим исполнением требований и осуществления. А также повышение уровня ответственности физических и юридических лиц за регулярное соблюдение чистоты и порядка, норм и правил по содержанию территории [1].

Рациональным решением может стать идея переселения людей с ограниченными физическими возможностями на первые этажи многоквартирных домов, что значительно повысит возможности проживания данной категории населения. А применение экопарковок или вынес стоянки за пределы придомовой территории выправит экологическую составляющую и сделает двор безопаснее.

Библиографический список

1. Федеральный закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» от 24.11.1995 № 181-ФЗ.

2. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

3. СП 59.13300.2016. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения.

4. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий.

5. СП 137.13330.2012. Жилая среда с планировочными элементами, доступными инвалидам. Правила проектирования.

6. СП 136.13330.2012. Здания и сооружения. Общие положения проектирования с учетом доступности для маломобильных групп населения.

7. Дегаев Е.Н. Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений" – SWOT анализ. В книге: Сборник докладов Научно-технической конференции Института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости МГСУ по итогам научно-исследовательских работ студентов за 2009-2010 учебный год ГОУ ВПО Московский государственный строительный университет. 2010. С. 121-123.

СЕКЦИЯ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ В ЖИЛИЩНО-
КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

ВЫБОР ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕМОНТА КРОВЕЛЬ

*Блинова О.С., студентка 3 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

Целью данной работы является выбор максимально долговечного и совместимого герметика для ремонта кровли. Для нахождения совместимого герметика с основным материалом кровли проведен сравнительный анализ коэффициентов линейного термического расширения (КЛТР) и выполнены экономические расчеты ремонта кровель.

На протяжении почти всего жизненного цикла здания часто приходится сталкиваться с таким материалом, как строительные герметики. Герметики – это композитные вещества в основе которых лежат полимеры или высокомолекулярные соединения олигомеры. В основном это полисульфидные или жидкие кремнийорганические каучуки для придания герметичности различным соединениям. Благодаря им достигается необходимый уровень эластичности, который способен воспринимать усадочные или растягивающие деформации соединений и стыков при перепаде температуры [6]. Важным фактором увеличения срока службы здания является соблюдение нормативных сроков проведения плано-предупредительных ремонтов (текущих и капитальных), направленных на поддержание или восстановление первоначальных проектных эксплуатационных качеств конструкций и технического оборудования [5].

Существуют разнообразные герметики, для каждого из которых есть свое назначения, но в данной статье рассмотрим герметики, которые используются при протечке кровли. Кровля, изоляционный ограждающий конструктивный элемент здания, сохраняет все здание от преждевременного износа. Самым распространенным дефектом во время эксплуатации являются протечки. Эффективная система защиты от увлажнения может быть определена только после выявления источника увлажнения, установления характера взаимодействия конструкции с окружающей средой и степени сохранности конструкционного и отделочного материалов [7].

Протечки могут быть сплошными и мерцающими. Причинами возникновения протечек могут являться повреждения кровли механического характера при несоблюдении правил эксплуатации, при несанкционированном хождении на крыше, деформированное основание кровли, брак, который был допущен при укладке кровли, смещенные и поврежденные отдельные элементы, ослабление крепления элементов кровель к обрешетке. Чтобы устранить данный дефект, необходимо устройство заплаток в местах повреждений, которые перекроют дефектные места на 15 см. в каждую сторону, или герметизация стыков при малых пробоинах.

Проведем сравнительный анализ ремонта кровель из металлочерепицы и термопласткомпозитной черепицы различными герметиками.

Сложность выбора герметика для ремонта дефектных мест кровли состоит в том, что коэффициент линейного теплового расширения (Клтр) большей части кровельных материалов весьма отличается от коэффициента линейного теплового расширения большинства герметизирующих материалов. Наибольший перепад температур и влияние солнечных лучей приходится на кровлю [1]. Металлические крыши подвержены максимальному удлинению (расширению) и при неграмотной герметизации, начинают через 2-3 года протекать, что вынуждает обслуживающую компанию проводить ремонт, в то время как срок службы стальной кровли 30 лет, а металлочерепицы 40-50 лет. При выборе материала для ремонта кровли необходимо учитывать физико-механические показатели материала кровли и герметизирующего материала. Такие металлы, как медь, алюминий, сталь, цинк-титан, обладают высокими показателями линейного расширения [3].

В табл. 1 сведены некоторые герметизирующие и кровельные материалы.

Таблица 1

Коэффициенты линейного термического расширения материалов (Клтр)

Материал	Клтр
Битум	$600 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Герметик на основе каучука	$77 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Сталь	$13 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Алюминий	$22,8 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Медь	$17 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Термопласт	$73,8 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что максимально близким к кровельным материалам относительно линейного термического расширения является герметик на основе каучука. У термопласткомпозитной же черепицы значение коэффициента теплового расширения максимально совпадает с герметиком на основе каучука, из-за чего данная система эксплуатируется значительно дольше без проведения ремонтов. У термопласткомпозитной черепицы высокое шумопоглощение и низкая теплопроводность, что выгодно отличает ее от металлочерепицы. Образование конденсата в десять раз меньше, чем у металлочерепицы, а стойкость к действию солнечных лучей обусловлена наличием кварцевого наполнителя, что защищает нижние слои полимера от выгорания, термопласткомпозитная черепица легко разрезается и монтируется.

Рассмотрим экономическую сторону сравнением итоговой стоимости за 1 м^2 в течение 50 лет, расчет сведен в табл. 2.

**Сравнение герметизации термопласткомпозитной черепицы
и металлочерепицы**

Вид кровли	Расход герметика на 1 м при толщине слоя 5 мм	Расходы за 1 м ² Руб.	Расчеты	Срок службы год	Итого за 30 лет. Руб/м ²
Герметик на Основе каучука	60г	55	При толщине одного слоя в 5 мм картридж герметика в 310 мл закончится через 10-12 м, удельный вес 1800кг/м ³	2	55·25+350·2=2075
Металло-Черепица	-	350	-	30	
Герметик на основе каучука	60г	55	При толщине одного слоя в 5 мм картридж герметика в 310 мл закончится через 10-12 м, удельный вес 1800кг/м ³	2	55·25+300=1675
Термопл. череп.	-	300	-	50	

Уклон кровли может составлять 15°, вместо привычного 25° и более [3].

Решающими достоинствами использования выбранного герметика для ремонта кровли являются хорошая адгезия и максимальная совместимость по термическому удлинению с данной черепицей.

Таким образом, и экономически, и по своим эксплуатационным свойствам наилучшим выбором является кровля из термопласткомпозитной черепицы с использованием герметика на основе каучука.

Библиографический список

1. Основные свойства строительных материалов М.Б. Каддо С-17. 2015.
2. [Электронный ресурс] URL: [http://www.stroymart.com.ua/ru/publications/4843/.](http://www.stroymart.com.ua/ru/publications/4843/)

3. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76.
4. СП 71.13330.2017 "Изоляционные и отделочные покрытия".
5. Эксплуатация и реконструкция сооружений И.С. Гучкин С-10.2016.
6. [Электронный ресурс] URL: <http://kbumb.ru/nezhilye-promescheniya/kak-pravilno-podobra-vidy-germetikov-i/>.
7. Сокова С.Д. Основы технологии и организации строительномонтажных работ, Учебник, Инфра-М, с-163,.2017.
8. Хакимуллин Ю.Н., Куркин А.И., Валеев Р.Р., Петлин И.А. Новая альтернатива жидкому тиоколу в герметиках гражданского назначения, Клеи. герметики. технологии, 2016. № 5. с. 2-5.
9. Имамутдинов И.В., Галимзянова Р.Ю., Хакимуллин Ю.Н. Герметики на основе эластомеров, Вестник технологического университета. 2015. т. 18. № 6. с. 69-74.
10. Петлин И.А., Минсафина А.Г., Еганов В.Ф., Хакимуллин Ю.Н. Изучение возможности использования полимер-полиолов в герметиках на основе силантерминированных полиуретанов, в книге: Материалы IX международной научно-практической конференции. 2016. с. 81.
11. Минкин В.С., Хакимуллин Ю.Н., Миракова Т.Ю., Старостина Т.Ю., Шагимуллин Р.Х. Защитные покрытия на основе битумсодержащих олигомеров, Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 12. С. 19-22.

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН

*Вепржицкий И.Ю., студент 4-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

На сегодняшний день бетон является одним из наиболее используемых и долговечных строительных материалов. С течением времени он только увеличивает свою прочность. Однако под действием внешних факторов и нагрузок в теле бетона образуются трещины.

Трещины, в свою очередь, являются местами проникновения влаги, которые после нескольких циклов замерзания и оттаивания раскрываются шире, что приводит к потере прочности и разрушению материала.

Также при взаимодействии влаги с арматурой в железобетоне, начинается процесс коррозии, что тоже приводит к потере прочности и разрушению.

Существуют методы устранения трещин и усиления, потерявшей прочность, конструкции, но, как правило, все эти методы являются ресурсоемкими и дорогостоящими процессами, а отсутствие возможности своевременно проверить и устранить все проблемные места усугубляет положение.

Поиски способа предотвратить появление и дальнейшее раскрытие трещин интересует не одного человека, связанного со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений. Поэтому я считаю это очень актуальной проблемой на сегодняшний день.

Иновационным материалом, призванным решить эти проблемы, стал самовосстанавливающийся бетон, который самостоятельно устранил повреждения и восстановит прочность.

Основным отличием самовосстанавливающегося бетона от «классического» является добавление в его состав грибов и спор бактерий, которые будут вырабатывать вещества, необходимые для восстановления прочности поврежденной конструкции. Биобетон готовится как обычный, но с добавлением «исцеляющего агента», который до момента взаимодействия с водой никак себя не проявляет. Поиск бактерий, способных выжить в течение долгих лет в высоко щелочной и очень сухой среде бетона, стал главной задачей ученых [1].

Изучив множество материалов, я пришел к выводу, что наибольшего результата достигли Хэнк Йонкерс и Эрик Шлангер - ученые-микробиологи из Нидерландов.

«Этот материал очень сухой, как камень или скала», заявил микробиолог. Команде ученых потребовалось три года на его создание.

Бактериями, способными выжить в среде бетона, стали палочковидные бактерии рода *Vacillus*. Оказалось, что для осуществления этой идеи требовалось решить еще ряд вопросов, таких как: питание микроорганизмов и контроль их численности.

Изначально в качестве питательного вещества попробовали использовать сахар, но при добавлении сахара в смесь, бетон получался мягким и

терял прочностные свойства. В итоге в качестве питательного вещества была выбрана кальциевая соль молочной кислоты – лактат кальция ($2C_3H_5O_2Ca$) – порошок белого цвета, который хорошо растворяется в теплой воде.

Для того, чтобы сохранить жизнеспособность и быть уверенными, что «исцеляющий агент» начнет действовать в нужный момент, бактерии с лактатом кальция были помещены в биоразлагаемые капсулы, в которых погрузились в «сон». После того как образовывается трещина и в нее попадает влага, капсула растворяется, бактерии «просыпаются» и начинают потреблять лактат кальция, образуя при этом кальцит (известковое вещество), который заполняет полость образовавшейся трещины и стягивает ее края [2].

Расположение капсул и механизм действия схематично представлен на рис. 1.

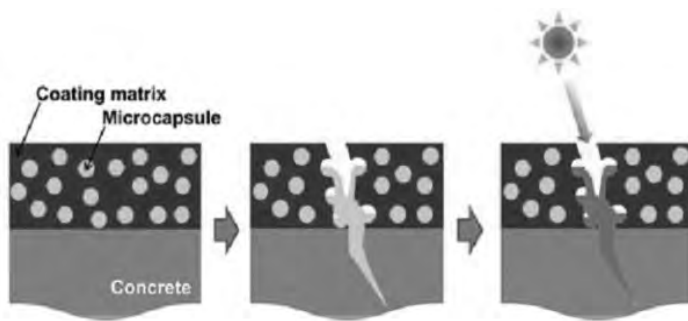


Рис. 1. Расположение капсул с бактериями и механизм действия при попадании влаги

В лабораторных условиях была доказана эффективность этого материала с трещинами с шириной раскрытия не более 0,5 мм. Результат действия бактерий представлен на рис. 2.

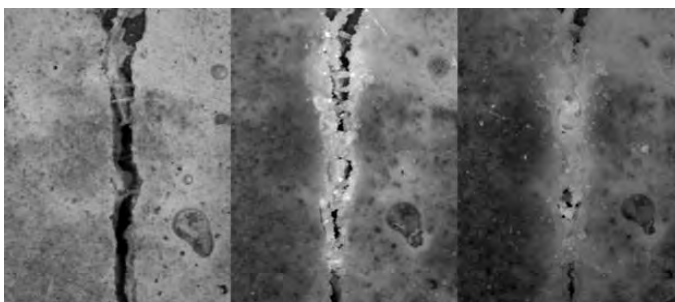


Рис. 2. Результат действия бактерий *Bacillus*

Сами бактерии безвредны для человека или животного даже при попадании в организм.

Впервые самовосстанавливающийся бетон был применен при возведении спасательной станции на озере в Нидерландах. Тест на прототипе дал положительный результат.

Но не только Хэнк Йонкерс занимался изучением и разработкой самовосстанавливающегося бетона. Так, Аль Дулайми в своем автореферате «Самовосстанавливающиеся бетоны, модифицированные микробиологической добавкой» предоставил экспериментальные данные о биобетоне.

Он установил, что для этих функций подходят несколько видов бактерий *Sporosarcina*, *Clostridium* и *Desulfotomaculum* и *Bacillus*. А также в экспериментах в качестве защитной оболочки использовались пемза и цеолит.

Для анализа проводили испытания прочности на сжатие и испытания на изгиб.

Испытания на сжатие образцов бетонов, модифицированных микробиологической добавкой, показали, что прочность выше при концентрации бактерий всех видов на уровне 10^6 кл/мл.

Результаты представлены на рис. 3.

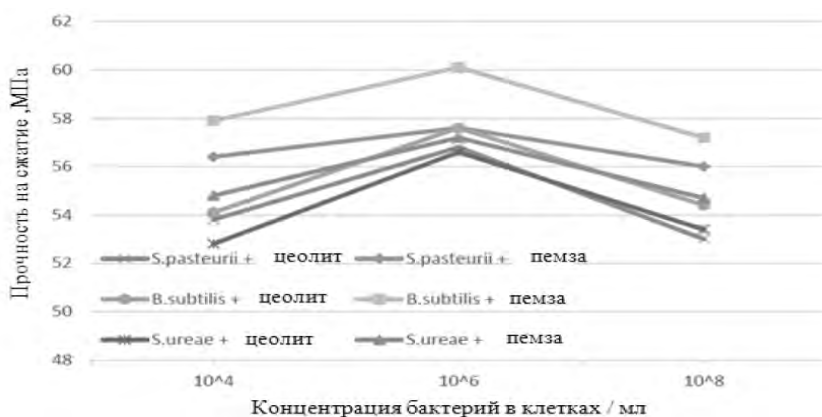


Рис. 3. Прочность на сжатие 28-дневных образцов из цементного раствора с различной концентрацией бактерий

Выяснив наиболее оптимальную концентрацию компонентов бетонов, модифицированных микробиологической добавкой, лучшие результаты использовали во всех последующих экспериментах по самовосстановлению [3].

Результаты процесса «заживления» трещин после четырех месяцев восстановления, представлены на рис. 4.

На фотографиях видно, что некоторые из более широких трещин частично заполнены, а некоторые – полностью заполнены. В то же время, в контрольном образце заживление трещин не наблюдается.

Методом энергетической дисперсной спектроскопии (EDS) подтверждено, что осадок, образовавшийся в трещинах состоит одинаковых активных элементов: С, О и CO_2 , таким образом основой минеральных осадков является CaCO_3 .

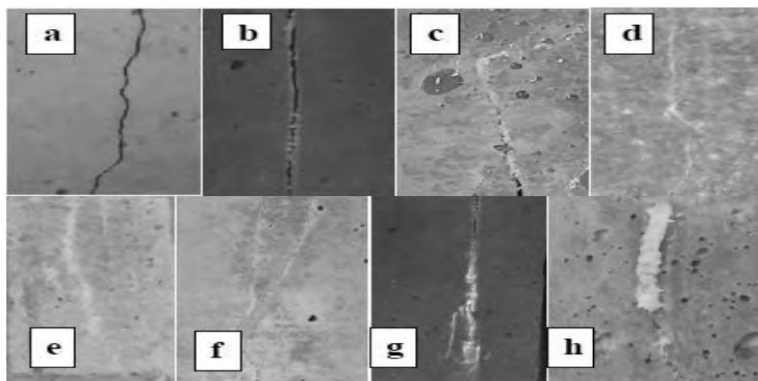


Рис. 4. Фотоснимки процесса затягивания трещин в бетоне с добавлением бактерий и контрольном образце:

(а) – контрольный образец; (b) – образец без бактерий, но с добавлением питательных веществ; (с) и (d) – образцы, с бактериями *Bacillus subtilis*; (е) и (f) – образцы, с бактериями *Sporosarcina ureae*

Эффективность восстановления подтверждена на различных образцах, в которых было создано множество узких трещин. Бактерии видов *Spasteurii* и *Bacillus* оказались наиболее идеальным решением для самовосстановления бетонов. Исследования методом SEM подтвердили, что трещины шириной до 0,16 мм полностью восстанавливались и заполнялись кристаллами CaCO_3 .

Результаты испытаний на изгиб показали, что материал частично смог возобновить свою прочность после частичного разрушения.

Образцы без бактерий восстановили приблизительно 20-23% от первоначальной прочности через 8 месяцев после повреждения. В то время как образцы, содержащие бактерии, восстанавливали 41-48% своей прочности через 4 месяца и около 49-59% - через 8 месяцев после повреждения. Это свидетельствует о превосходном самовосстановлении образцов, с бактериями, по сравнению с контрольными образцами.

В настоящее время основной проблемой в использовании этого материала является стоимость его производства, которая, в среднем, на 50% выше, чем у «классического» бетона. В любом случае цена самовосстанавливающегося бетона будет выше, но эта разница будет окупаться за счет долговечной эксплуатации зданий и сооружений без вмешательства человека [4].

Рассмотрим ситуацию, которая очень часто встречается в настоящее время.

Осенью в жилом многоквартирном доме разрушилась гидроизоляция подвала, из-за чего стены подвала намокли. После окончания зимы трещины стали шире, и стены намокли снова. Длительное намокание бетона пагубно влияет на его прочностные характеристики, а при наличии трещин влияние только усиливается. В итоге после нескольких таких циклов замораживания-оттаивания необходимо восстанавливать и усиливать стены. Для этого необходимо выполнить ряд трудоемких и длительных процессов, таких как: высушивание помещения и стен, подвергшихся намоканию, заделка трещин, восстановление гидроизоляции и усиление стен [5].

Я считаю, что эту проблему можно было бы устранить гораздо быстрее и проще просто применив самовосстанавливающийся бетон. Достаточно было бы восстановить гидроизоляцию и нанести, путем распыления, раствор биобетона на стену. Намокшие стены – идеальная среда для жизни и питания бактерий, соответственно процесс восстановления начался бы быстро. Раствор не просто затянул бы трещины, а увеличил бы прочность всей стены.

Также я предлагаю использовать раствор биобетона как при непосредственном ремонте фасадов здания, так и для профилактики и предупреждения появления трещин. Достаточно просто распылить раствор на фасад и намочить его водой [6, 7].

Исходя из вышесказанного, я считаю, что самовосстанавливающийся бетон будет очень полезен при эксплуатации зданий и сооружений, а также сильно продлит их срок безопасной эксплуатации.

Для нового строительства биобетон тоже будет очень полезным, так, например, используя самовосстанавливающийся бетон, можно избежать усадочных трещин, ведь бактерии просто не дадут трещине образоваться! На основании результатов, полученных при испытании самовосстанавливающегося бетона на изгиб и на сжатие, он идеально подойдет для строительства мостов и всех дорожных конструкций, на которых из-за постоянного воздействия нагрузок и вибраций образуется множество мелких трещин.

Библиографический список

1. Статья «Самовосстанавливающийся эластичный бетон» Струкова Е.А., ассистент кафедры спизн, Гилязидинова Н.В, к.т.н., доцент Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева г. Кемерово.
2. Автореферат диссертации на соискание ученой степени Кандидата технических наук. «Самовосстанавливающиеся бетоны, модифицированные микробиологической добавкой». АЛЬ ДУЛАЙМИ САЛМАН ДАВУД САЛМАН 2019 г.
3. Erofeev V.T, Maksimova I.N, Makridin N.I and Salman Dawood Salman AL-Dulaimi, 2019. Investigation of the crack resistance of cement stone and rocks. International Journal of Civil Engineering & Technology (IJCIET) – Scopus Indexed. Volume:10, Issue: 4, Pages: 1300 –1311.

4. Статья из открытого источника:
<https://1beton.info/vidy/samovosstanavlivayushhijsya-beton-samozalechivayushhijsya-elasticnyj-gibkij#i>.

5. Осипов, А.И. Техническая эксплуатация зданий и сооружений : электронное учеб. пособие / А.И. Осипов, Э.Р. Ефименко. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015. – 154 с.

6. Основы технологии и организации строительно-монтажных работ: учебник / С.Д. Сокова. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 208 с. – (Среднее профессиональное образование)

7. Дементьева М.Е., Гарайханов Т.Р., Леонтьев В.Е. Технологические решения по усилению несущих конструкций зданий исторической застройки // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2019. № 5 (1017). С. 15-17.

ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКОВ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Гусарь О.А., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМм
Творогов А.В., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Берлинов М.В., проф., д.т.н.*

Под известным названием - ячеистый бетон - подразумевается целый класс строительных материалов. В зависимости от технологии изготовления, различают пено- и газобетон. Оба материала обладают идентичными свойствами. Общим признаком для всех видов является пористая структура, значительно снижающая как вес строительного блока, так и плотность материала, повышая при этом гигроскопичность. В профессиональной среде такие блоки имеют название - ячеистые – из-за их необычной структуры, когда в искусственном камне равномерно распределено определенное количество пор, заполненных воздухом. Диаметр пор варьируется от одного до трех миллиметров. Благодаря межпоровым стенкам и обеспечивается относительная прочность всей структуры.

На рынке строительных материалов лидируют газобетонные блоки, являясь самым экономичным, удобным и перспективным вариантом для строительства. Газобетонные блоки являются экологичным строительным материалом высокого качества. Учитывая эксплуатационную влажность, которой обладает газоблок, и расчётную теплопроводность всего в 0,1 Вт/м, он в пять раз теплее, чем шлакоблок, в шесть раз теплее, чем керамический кирпич, и практически в два раза теплее, чем ракушняк. Получается, что газобетонные блоки являются одним из самых теплых однородных материалов, известных на данный момент.

Ячеистый бетон относит к конструкционно-теплоизоляционным ячеистым материалам. Своими прочными характеристиками этот материал обязан ячеистой структуре и обработке при помощи автоклава при высоком давлении. Так, обладая сравнительно невысокой плотностью, до 500 кг/куб.м, этот материал обладает чрезвычайно высокой степенью прочности, от двух до четырех мПа [1]. Такой прочности вполне достаточно для сооружения из газобетона несущих стен высотой до пяти этажей. Очень высокая точность, благодаря чему можно возводить практически идеально ровные стены домов, существенно при этом облегчая труды строителей [2]. Блоки легко поддаются всяческим видам обработки: их можно распиливать, строгать или сверлить. В этот материал легко можно забить скобы либо гвозди [3].

Во времени этот материал имеет свойство набирать прочность, что увеличивает срок эксплуатации зданий. Газобетонные блоки можно использовать сроком, превышающим сто лет [4].

Такой превосходный материал, как блоки из ячеистого бетона, используется в совершенно различных сферах строительства. Он просто превосходно подходит для однослойных стен, при этом толщина газобетонных

блоков для этих целей составляют примерно 30 см. Блоки из ячеистого бетона можно использовать и для возведения двух- и трехслойных стен. Ширина блоков при этом должна быть не менее 20 см. Блоки из ячеистого бетона из U-образных блоков используются для выполнения несъемной опалубки для сборно-монолитных перемычек (рис. 1).



Рис. 1. Применение блоков из ячеистых бетонов.

Блоки из ячеистого бетона могут использоваться для создания различных перегородок и для ограждающих стеновых конструкций. Все дело в том, что он намного легче, чем обыкновенный кирпич. Это свойство является необычайно важным при производстве таких конструкций. Вес газоблока составляет примерно 20-25 кг, именно поэтому его с легкостью можно использовать в качестве специальных лотковых блоков для их дальнейшего армирования либо же наполнения бетоном, в том числе можно использовать и для производства фундамента [5, 6].

Несомненными преимуществами являются:

1. *Стоимость возведения зданий из ячеистых бетонов.* Она необычайно низкая и является достаточно выгодной по сравнению со стоимостью других материалов. Благодаря определенным особенностям, а именно таким как форма, вес и размер изделий, произведенных из газобетона, можно значительно экономить на различного рода расходных материалах. Благодаря необычайной легкости таких материалов значительно уменьшается производимая нагрузка на фундамент, что непременно дает возможность экономить еще на стадии закладывания фундамента.

2. *Высокие теплоизоляционные показатели.* Благодаря тому, что такие изделия практически на 90% состоят из обыкновенного воздуха и имеют превосходную теплоизоляционную способность, они превосходно удерживают тепло внутри дома. Используя такой материал, можно полностью отказаться от использования другого какого-либо вспомогательного материала для теплоизоляции и при этом очень сильно сэкономить на отоплении.

3. *Звукоизоляционные показатели.* Великолепные звукоизоляционные характеристики дают возможность использовать блоки из ячеистого бетона в больших городах для строительства высоток.

4. *По огнестойкости* газобетонные блоки являются несомненным лидером среди всех строительных материалов. Они являются негорючим материалом и при этом препятствуют распространению огня.

5. *Экологичность и паропроницаемость.* Изделия из ячеистого бетона подобно дереву имеют свойства пропускать воздух, что препятствует скоплениям пара и влаги внутри дома. Более того, в отличие от дерева блоки из ячеистого бетона не подвержены процессу гниения, что является дополнительным преимуществом.

Несмотря на то, что существуют определенные преимущества использования блоков из ячеистого бетона, есть и некоторые недостатки, на которые непременно стоит обратить внимание.

1. *Низкая прочность.* Основным недостатком является относительно не высокая прочность на сжатие, что существенно ограничивает применение блоков из ячеистого бетона в строительстве многоэтажных зданий. Однако этот существенный недостаток не касается типов зданий с поэтажным опиранием стен.

2. *Высокая водопоглощаемость.* Такая особенность данного материала может существенно осложнить выполнение последующих отделочных работ. Чтобы значительно снизить водопоглощаемость на поверхности стен, необходимо тщательно покрыть её любой грунтовкой, желательно сделать это несколько раз. График зависимости прочности газобетона от его влажности представлен на рис. 2.

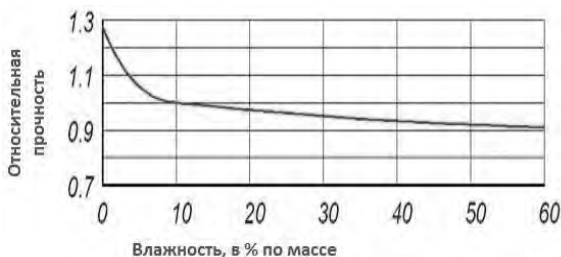


Рис. 2. График зависимости прочности газобетона от его влажности.

3. *Высокая хрупкость.* Особенно это заметно в местах, в которых допускается небольшое отклонение при строительстве, именно там появляются небольшие трещины. При монтаже дверных и оконных блоков необходимо для повышения прочности использовать монтажную пену, потому что саморезы закручиваются и держатся в стене достаточно плохо и не прочно.

Несмотря на указанные недостатки блоки из ячеистого бетона автоклавного твердения широко применяются в нашей стране. Многолетние испытания показывают, что здания, для возведения которых использова-

лись блоки из ячеистого бетона, обладают гораздо лучшей степенью устойчивости во время различных природных катастроф типа землетрясения. Благодаря малому весу строительного материала и относительно высокой его прочности, значительно снижается нагрузка, производимая на здание.

В настоящее время при возведении высотных зданий применяются различные системы защитно-отделочных покрытий фасада в виде навесных вентилируемых систем, которые очень эффективны в сочетании с конструктивным исполнением наружных стен из ячеистого бетона. Действительно, такие системы с вентилируемым продухом способствуют интенсивному удалению излишней влаги из ограждающих конструкций [7]. В этих условиях обеспечена равновесная усредненная влажность материала по всей толщине ячеистобетонных конструкций [8].

На современном этапе высотного строительства применение ячеистых бетонов экономически обосновано и не имеет разумной альтернативы при сравнении с другими вариантами ограждения [9].

Библиографический список

1. ГОСТ 31359-2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия. М., 2008. 31 с.
2. Федин А.А. Научно-технические основы производства и применения силикатного ячеистого бетона. М. : ГАСИС, 2002. 21 с.
3. Баранов А.Т., Макаричев В.В. Вопросы технологии ячеистых бетонов и конструкций из них. М. : Стройиздат, 2001. 37 с.
4. Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов. М. : ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 1995. 14 с.
5. Баранов А.Т., Макаричев В.В. Ячеистые бетоны с пониженной объемной массой. М. : Стройиздат, 2006. 19 с.
6. Лаповская С.Д., Волошина Т.Н., Гаврилюк В.П. Ячеистый бетон автоклавного твердения с улучшенными физико-техническими характеристиками. М. : Бетон и Железобетон, 2012. 9 с.
7. Король Е.А., Берлинова М.Н. Оценка прочности многослойных плит покрытий и перекрытий общественных зданий // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2017. С. 839-842.
8. ГОСТ 5742-76. Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные. М., 2015. 22 с.
9. ГОСТ 21520-89. Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия. М., 2003. 29 с.
10. Грановский А.В. К оценке анкерных креплений фасадных конструкций к стенам из ячеистобетонных блоков. Журнал «Технологии строительства». 2008. №5. 24 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ОБЗОР РЫНКА КЕРАМИЧЕСКИХ БЛОКОВ

*Ермолаева А.А., студентка 4 курса 22 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Сокова С.Д., доц., к.т.н.*

В последнее время возросла популярность деревянного/каркасного и монолитного домостроения, но не стоит забывать, что у различных блоков по-прежнему масса преимуществ. Они востребованы при малоэтажном строительстве, ввиду больших габаритов, применение которых позволяет ускорить кладочные процессы, и впечатляющих характеристик. Плюс большое разнообразие позволяет подобрать материал, полностью соответствующий потребностям и дизайнерской идеи [1].

Применение блоков позволяет повысить скорость кладочных процессов и уменьшить количество мостиков холода за счет меньшего количества швов. Их меньше не только благодаря габаритов блоков и наличию пазовой системы фиксации.

Раствор необходим только для фиксации рядов по горизонтали, тогда как между собой блоки соединяются в шип-паз на сухую [2-3].

Из-за щелевой структуры блоков, при кладке возможно западание раствора, что нежелательно из-за увеличения теплопроводности стены. Поэтому укладка требует кропотливости и профессионализма каменщика. Рассмотренные в статье операции (монтаж и демонтаж) следует осуществлять в соответствии с технологической картой, учитывая специфику данной конструкции, а также внедрять новые технологии и инструменты [4].

В современном строительстве все чаще заменяют пустотелый кирпич на керамические блоки. Потому что их теплопроводность выше за счет пористой структуры (многопустотность). К тому же керамоблоки больше по размерам, поэтому время, затраченное на укладку стен кирпичного дома, снижаются в 2–4 раза.

Часто встречаются другие наименования керамоблока, например, крупноформатный камень, поризованная или тепловая керамика. По сырью, лежащему в основе, и другим проектным параметрам керамический блок похож на красный пустотелый кирпич, но по размеру блок габаритнее аналога примерно в 2,1 раза.

Конфигурация этого керамического строительного материала сложная - с технологией «паз-гребень».

Применяемая система позволяет с ложковых и тычковых сторон сократить количество сквозных швов в кладке, что существенно сокращает коэффициент теплопроводности всей стены.

При сравнение дома, возведенного из обычного кирпича, и здания из керамических блоков, становится ясно, что дома из керамоблоков заведомо теплее.

Для того чтобы разрезать материал, требуется применять электропилу. Это затрудняет механизм кладки. При этом каменщик обязан владеть уме-

нием пользоваться инструментом и укладывать сам камень. Учитывая его рифленые бока, соединение стыка «паз-гребень» производится аккуратно, чтобы конечная конструкция не получила мостики холода.

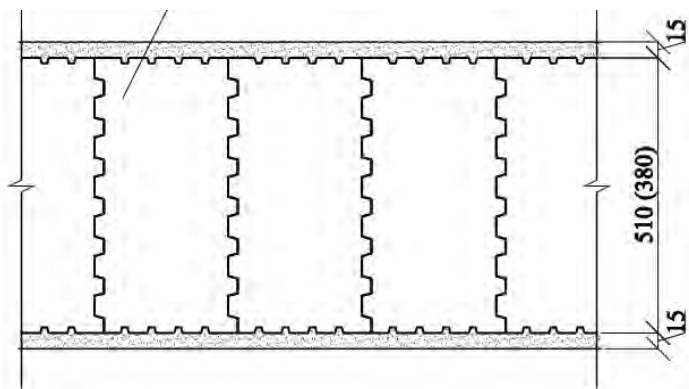


Рис. 1. Разрез стены из керамических блоков

Методика изготовления керамических блоков схожа с технологией производства пустотелого кирпича.

Поначалу необожжённую глиняную массу формуют и внутрь добавляют поризаторы, а после форму обрабатывают в сушилке и печи. Фабричный цикл приготовления искусственного камня длится несколько суток. Применяя этот материал, потребитель может быть уверен, что товар качественный и соответствует ГОСТ 530-2012. На производствах строго следуют прописанным требованиям [5-11].

В качестве поризатора применяется:

- Торф;
- Солома;
- Опилки древесины;
- Шелуха семечек, риса и т.п.

Поризаторы - материалы натурального происхождения, сгораемые при обжиге сырья. Их роль в технологическом процессе – истлеть при обработке керамического камня в печи. Далее, после выгорания частиц, в толще блока остаются лишь множество пустот, придающие ему повышенные теплотехнические характеристики.

Преимущества блоков из керамики:

- Низкая теплопроводность – раствором заполняются только горизонтальные швы;
- Упрощенность укладки увеличенных блоков – скорость строительства зданий из керамического камня в 2,5 раза превосходит строения из стандартного кирпича;
- Экологичность – натуральное сырье (глина);

- Легкость строительного материала – за счет большого количества пустот, чем у пустотелого красного кирпича (25–40% объема). У блока этот показатель составляет 70 %.

- Низкое водопоглощение и высокая паропроницаемость;
- Повышенная звукоизоляция и негорючесть (группа «НГ») пористой керамики;

- Легкость материала позволяет возводить менее массивный фундамент, под планируемой постройкой.

Недостатки блоков из керамики:

- Высокая стоимость строительного материала;
- Хрупкость – опасны динамические нагрузки;
- Малое количество компетентных каменщиков;
- Высокое водопоглощение – запрет на хранение в условиях повышенной влажности.

Керамика изготавливается по требованиям ГОСТ 530-2012, где блоки называются «камень керамический».

Согласно ГОСТ размеры керамического камня:

- В длину – 250, 380, 398 или 510 мм;
- В ширину – 180, 250 или 255 мм;
- В высоту – 140, 188 или 219 мм.

Минимальный размер блока из керамики – 250x120x140 (т.е. 2,1 в сравнение со стандартным кирпичом 250x120x65). В нормативах имеется 14 типовых размеров, но есть производители, выпускающие блоки с уникальными габаритами.

Применять лучше всего именно изделия, изготовленные согласно ГОСТу. Такие блоки облегчают расчет толщины стены и позволяют применять стандартные кирпичи рядом в кладке без лишних проблем.

Более крупный аналог стандартного кирпича также делится на рядовые и лицевые изделия.

Рядовые блоки применяются при сооружении межкомнатных перегородок и наружных стен, которые впоследствии закроются отделкой фасада.

Лицевые блоки имеют гладкий бок и отведены для укладки только внешних стен здания. Такие блоки не нуждаются в дополнительном декорировании сверху.

На российском рынке представлено около 20 различных наименований керамических блоков. Для сравнения в таблице 1 приведены 5 лучших образцов.

На территории нашей страны производятся керамические блоки 4-х поколений:

Первое и второе поколения широкоформатных керамических блоков изобретено в Германии в 80-х и 90-х годах XX века. Особенность блоков в форме полостей прямоугольной и ромбовидной формы соответственно. Данные блоки часто использовались при возведении жилых домов в Германии до конца XX века.

**Сравнительный анализ керамических блоков,
представленных на российском рынке**

№ в рейтинге	Название товара	Поколение керамоблока	Коэффициент теплопроводности λ_a , Вт/м*С	Цена с доставкой в Подмоскowie	Термическое сопротивление внешней стены $m^2 \cdot C / Bt$
1	Kaiman30	4	0,094	104,00	3,7344
2	Kaiman 38	4	0,103	133,00	4,2222
3	Rauf38 Therme	3	0,105	133,00	4,1534
4	PoroTherm38 Thermo	3	0,119	120,00	3,7361
5	Термоблок44	1	0,150	98,00	3,4814

• Большая часть отечественных производителей керамических блоков в настоящее время смогли освоить и реализуют только эту – не инновационную технологию. Теплотехнические характеристики таких блоков соответствуют СП "Тепловая защита зданий" при толщине 440 мм (блоки с ромбовидной геометрией пустот) и при толщине 510 мм (блоки с прямоугольной геометрией пустот).



Рис. 2. Образец 1-го и 2-го поколений керамического камня

• Третье поколение крупноформатных керамических блоков появилось в 2 000-х годах также в Германии. Уникальность технологии заключалась в сужение внутренней стенки блока. Соответственно, чем тоньше дорожка для движения теплового потока, тем меньше тепла уйдёт из конструкции за равный промежуток время. Также была подкорректирована геометрия керамической дорожки. Прямоугольная траектория движения теплового по-

тока заменена на движение по треугольной траектории. Благодаря приведенным инновациям, требования СП "Тепловая защита зданий" стало вероятным выполнить при толщине 380 мм, а в более теплых регионах России при 300 мм. Так керамические блоки превосходили по показателю потери тепла газосиликатные блоки. В России первооткрывателем этой технологии стал Самарский комбинат керамических материалов, и 10 лет производил блоки линейки СуперТермо.



Рис. 3. Образец 3-го поколения керамического камня

- Появление четвёртого поколения крупноформатных керамических блоков стало следствием усовершенствования конструкции замка, который являлся самым слабым местом в конструкции блока (прямой мостик холода). Возникли блоки с пиловидной геометрией замка, создающей удлиненный путь для выхода теплового потока. В России пока только один Самарский комбинат керамических материалов освоил эту технологию. Известно, что с 2017 года налажена технология производства теплоэффективных керамических блоков линейки Кайман вместо устаревшей технологии СуперТермо.

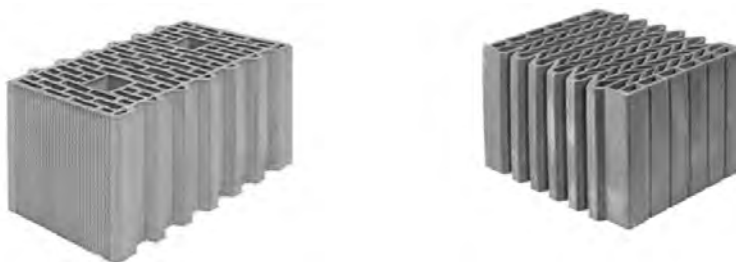


Рис. 4. Образец 4-го поколения керамического камня

По итогам исследования была изучена технология производства керамических блоков, разновидность линейного ряда, представленная на российском рынке строительных материалов, и история развития, путем совершенствования теплотехнических характеристик.

Почему применение керамического камня не так распространено в России, как в Европе? Скорее всего это следствие высокой цены, сравнительно с пустотелым кирпичом, и нехватка квалифицированных мастеров для проведения работ по укладке камня. Но ускоренные темпы строительства, выдающиеся характеристики по теплоизоляции и прочности, и отменная шумоизоляция керамоблоков должны с лихвой компенсировать все недостатки.

За 20 лет развития на российском строительном рынке крупноформатные керамические блоки возглавили рейтинг материалов для возведения внешних стен. На сегодняшний день керамоблоки самый востребованный и перспективный стеновой материал в малоэтажном загородном строительстве. В ближайшее время наблюдается тенденция на применение керамического камня для возведения стен при высотном строительстве.

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.
2. ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия.
3. ЦНИИСК им. Кучеренко. Рекомендации по применению и проектированию стен зданий из керамического поризованного камня с пустотами ООО «Винербергер Кирпич» 2009.
4. Сокова, С.Д. Основы технологии и организации строительно-монтажных работ: учебник / С.Д. Сокова. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 208 с. – (Среднее профессиональное образование). Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/943592>.
5. Шубин И.Л., Ананьев А.И. Теплозащитные свойства и воздухопроницаемость керамических блоков изотерекс в кладке стены, Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 3. С. 57-59.
5. Андреев В.О., Тиняков С.Е. Моделирование температурно-влажностных процессов в объеме керамических блоков, Технико-технологические проблемы сервиса. 2012. № 4 (22). С. 38-41.
6. Старухин Д.О., Салов А.С. Особенности монтажа конструкций из керамических крупноформатных поризованных блоков, В сборнике: Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук. Материалы Международной научно-технической конференции. 2017. С. 358-361.
7. Абу-Хасан М.С., Куправа Л.Р., Лопухов В.Ю. Значимость кладочных швов в показателях сопротивление теплопередаче стен из керамических блоков, В сборнике: Инновационные технологии в строительстве и геоэкологии // Материалы конференции. 2018. С. 58-61.
8. Wienerderger. Стеновые решения.
9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=38116498>.
10. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26297073>.
11. <http://kerakam.ru/>.

12. <https://kaiman30.ru/>.

13. <https://porotherm-wienerberger.ru/catalog/keramicheskie-bloki/porotherm-38-thermo-keramicheskiy-porizovannyi-blok-wienerberger/>.

14. <https://www.wienerberger.ru/catalog/wall/keramicheskiye-bloki/porotherm-44.html>.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ МАЛОЭТАЖНОГО И МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Журавлева А.А., аспирантка 4-го курса, кафедра ЖКК, институт ИИЭСМ
Научный руководитель – Король Е.А., проф., д.т.н.*

Малоэтажное домостроение в последние годы становится перспективным направлением развития жилищного строительства в Российской Федерации. Переориентация на данный сегмент строительства подкреплена активной государственной политикой, ориентированной на решение важнейшей социально-экономической задачи, связанной с обеспечением населения доступным и комфортным жильем [1]. В результате реализации ряда государственных программ и подпрограмм [2,3] планируется формирование нового уровня состояния жилищной сферы на основе принципов создания безопасной и комфортной среды проживания [4]. Такой подход станет достойной альтернативой многоэтажному строительству.

В современном жилищном домостроении применяются различные технологии и строительные материалы. В малоэтажном строительстве по преобладающим материалам стен наиболее распространенными являются кирпичные, деревянные и блочные (керамзитобетонные, пенобетонные, газосиликатные и т.п.), т.к. на их долю приходится около 77,7% (рис. 1, а) от общей площади вводимого в эксплуатацию малоэтажного жилья [5, 6]. В настоящее время самыми распространенными технологиями многоэтажного строительства являются кирпично-монолитная и монолитная технологии возведения (рис. 1, б).



Рис. 1. Применение технологий в малоэтажном (а) и многоэтажном (б) жилищном строительстве

В общем жизненном цикле здания стадия возведения является достаточно энергоемкой, несмотря на то, что занимает сравнительно небольшой период времени. Различия в структуре энергозатрат характеризуются спецификой выбранных на этапе планирования объемно-планировочных, конструктивных решений и соответствующих им технологий строительства. Отличительными особенностями возведения малоэтажных зданий в сравнении с многоэтажными являются преобладание ручного труда, небольшие сроки строительства, возможность применения малогабаритной и мало-мощной строительной техники. Указанная специфика определяет низкое энергопотребление в период возведения малоэтажных зданий.

При производстве строительного-монтажных работ энергозатраты для каждой применяемой технологии строительства могут существенно отличаться. При этом, в индивидуальной малоэтажной застройке не требуется организация бытового городка и строительной площадки, что исключает необходимость в дополнительном потреблении топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) данными энергопотребителями. В этой связи строительная техника и оборудование являются наиболее значимыми потребителями энергоресурсов строительной площадки, а в отдельных случаях (например, применение индустриальных технологий строительства) – основными [7].

Состав, количество комплектов машин и механизмов с определенными техническими характеристиками назначается в зависимости от выбранных конструктивно-планировочных решений возводимых зданий, объемов работ, особенностей технологических процессов, сроков строительства, а также условий производства работ: время года, географическое расположение, стесненность строительной площадки и прочее.

Важно отметить, что применяемые машины, механизмы и оборудование характеризуются различными видами потребления энергоресурсов (электричество, жидкое топливо). Поэтому для приведения энергозатрат к одной единице измерения их целесообразно измерять в условном топливе – кг у.т. [8]. Согласно ГОСТ Р 51750-2001 перерасчет потребляемой электроэнергии и различных видов топлива производится с применением следующих коэффициентов:

1 кВт*ч=0,3445 кг у.т.

1 кг. дизельного топлива=1,45 кг у.т.

1 кг. бензинового топлива=1,49 кг у.т.

С целью проведения исследования были определены следующие технологии малоэтажного строительства: из кирпича (вариант №1), керамзитобетонных блоков (вариант №2), из блоков несъемной опалубки (вариант №3) и SIP-панелей (Вариант №4). В качестве объекта исследования выбран проект малоэтажного жилого здания общей площадью 190 м² прямоугольной формы, который может быть возведен по любой из рассматриваемых технологий малоэтажного домостроения. Для производства механизированных работ по каждой технологии были назначены строительные машины, технологическое оборудование и инструмент. Параметры их мощностей определялись из соответствующих технических паспортов. Калькуля-

ция затрат труда и машинного времени осуществлялась согласно нормам, установленным в сборниках ЕНиР и ГЭСН.

В исследовании для рассматриваемых технологий малоэтажного строительства задавались граничные условия: одинаковый природно-климатический регион и начало производства работ (в мае). Полученные результаты потребления энергоресурсов машинами и механизмами по каждой технологии приведены в табл. 1.

Таблица 1

Потребление ТЭР машинами, оборудованием и инструментом для технологий малоэтажного строительства

Вариант №1	кг у.т.	Вариант №2	кг у.т.
Бульдозер	24,0	Бульдозер	24,0
Экскаватор	18,0	Экскаватор	9,0
Компрессор передвижной с трамбовкой	9,0	Компрессор передвижной с трамбовкой	7,0
Бетономеситель	6,0	Бетономеситель	4,2
Растворомеситель	2,0	Растворомеситель	2,0
Растворонасос	12,0	Растворонасос	12,0
Вибратор поверхностный	1,0	Вибратор поверхностный	0,8
Кран на гусеничном ходу	153,0	Кран на гусеничном ходу	99,0
Пила бензиновая	1,5	Пила бензиновая	1,5
Перфоратор	0,5	Перфоратор	0,5
$\Sigma=$	227,0	$\Sigma=$	160,0
Вариант №3	кг у.т.	Вариант №4	кг у.т.
Бульдозер	24,0	Бульдозер	24,0
Экскаватор	9,0	Мини-сваебойная установка	15,0
Компрессор передвижной трамбовкой	5,0	Агрегат сварочный	7,0
Автобетононасос	175,0	Сварочный инвертор	10,5
Вибратор глубинный	9,0	Вибратор глубинный	0,5
Бетономеситель	1,5	Кран автомобильный	261,0
Вибратор поверхностный	0,5	Растворомеситель	0,5
Насосная станция с прессом	6,0	Компрессор передвижной с агрегатом окрасочным	13,0
Кран на гусеничном ходу	136,0	Краскотерка	0,5
Растворомеситель	2,0	Перфоратор	0,5
Растворонасос	14,5	Пила бензиновая	1,5
Компрессор с аппаратом пескоструйным	4,0	-	-
Пила бензиновая	1,5	-	-
$\Sigma=$	388,0	$\Sigma=$	334,0

Полученные результаты характеризуют различную структуру энергопотребления при производстве механизированных работ по рассматриваемым технологиям малоэтажного домостроения (рис. 2).

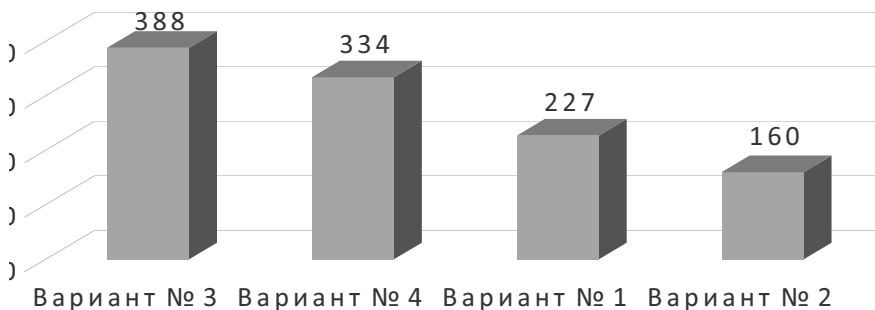


Рис. 2. Структура энергопотребления при выполнении механизированных работ по технологиям малоэтажного строительства (в кг у.т.).

На основе полученных данных наиболее энергозатратными потребителями для всех рассматриваемых технологий малоэтажного строительства являются грузоподъемная техника и строительные машины технологического назначения: 67 % (153 кг у.т.), 62 % (99 кг у.т) и 78 % (261 кг у.т.) расходов ТЭР приходится на работу грузоподъемного крана при возведении зданий из кирпича, керамзитобетонных блоков и SIP-панелей, а при строительстве здания из несъемной опалубки 35 % (136 кг у.т) энергозатрат приходится на грузоподъемный кран и 45 % (175 кг у.т.) на автобетононасос. При этом, самой затратной сточки зрения потребления ТЭР является технология с применением блоков несъемной опалубки. Это объясняется необходимостью применения энергоемких потребителей – технологических машин (автобетоносмеситель) и грузоподъемной техники (кран грузоподъемный).

Рассчитанные данные энергопотребления позволяют сравнить расходы ТЭР при возведении многоэтажного здания. В публикации [9] расходы энергоресурсов на производство механизированных работ по возведению монолитного многоэтажного здания общей площадью 820 м² составляют 167 448 кг у.т., что в переводе в удельные единицы на 1 м² составляет 204 кг у.т./м². Целесообразно привести к удельным энергозатратам также рассчитанные показатели расходов ТЭР для технологий малоэтажного домостроения: здание из керамзитобетонных блоков - 0,8 кг у.т., здание и кирпича - 1,2 кг у.т., здание из SIP-панелей - 1,8 кг у.т. и здание из блоков несъемной опалубки - 2 кг у.т. Таким образом, полученные значения удельных энергозатрат при производстве механизированных работ по возведению жилых зданий по технологиям малоэтажного домостроения значительно ниже в сравнении с удельными энергозатратами в многоэтажном жилищном строительстве.

Библиографический список

1. Феофанов С.В. Актуальные проблемы развития малоэтажного строительства в условиях современного спроса на рынке недвижимости // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2013. №2 (34). С.104–111.
2. О федеральной целевой программе «Жилище» на 2015 - 2020 годы: Постановление Правительства РФ от 17.12. 2010 № 1050 // Собрание законодательства РФ. 2011. №5.
3. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации»: Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 323 // Собрание законодательства РФ. 2014. №18.
4. Черницова Т.В., Учинина Т.В. Анализ развития малоэтажного строительства в районах Пензенской области // Современные проблемы науки и образования. 2015. №1-1. С.457.
5. Сайфуллина С.Ф., Логиновская И.Д. Перспективы развития малоэтажного строительства в России // Управление экономическими системами: электронный журнал. 2015. №5 (77). С. 4.
6. Бережная О.Г., Цветков Н.А. Анализа малоэтажного в субъектах РФ за период 2011-2014 годы // Избранные доклады 62-ой университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Секция 19: Энергоресурсосберегающие технологии в инженерных системах зданий. 2011. С. 1231-1234.
7. Король Е.А., Журавлева А.А. Анализ структуры энергозатрат при строительстве малоэтажных жилых зданий // БСТ. 2020. №3. С. 62-64.
8. Лозовский А.А., Земляков Г.В. Нормирование расхода ТЭР в строительном производстве // Строительная наука и техника. 2011. №5 (38). С.12-17.
9. Король О.А., Грабовый К.П. Анализ потребления энергоресурсов на строительной площадке и резервов их сокращения // Естественные и технические науки. 2014. № 11-12 (78). С. 399-401.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОННЕЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

*Зуенко И.Н., студент 2-го курса магистратуры 6 группы ИИЭСММ
Научный руководитель – Дементьева М.Е., доц., к.т.н.*

Современные мегаполисы невозможно представить без развитой системы метрополитена, способствующей эффективному распределению постоянно растущего пассажиропотока. Одной из основных задач при эксплуатации такого сложного инженерного объекта является поддержание параметров внутреннего микроклимата на станциях и в тоннеле, при большом тепlopоступлении от различных источников [1].

Для удаления избытков теплоты от поездов, пассажиров, освещения, тягово-понижительных подстанций, от окружающего грунтового массива на станциях метрополитена предусмотрена автоматическая система вентиляции, которая должна обеспечивать нормируемые показатели микроклимата, такие как: "температура внутреннего воздуха, относительная влажность, подвижность воздуха в пассажирских помещениях и в путевом отсеке" [2, 3]. Данные параметры различны для каждого периода года. Также необходимо учесть, что большое влияние на параметры тоннельной вентиляции оказывают поезда, которые перемещают воздух по тоннелю. Данное явление называется "поршневой эффект" [4]. В табл. 1 представлены обобщенные нормируемые параметры микроклимата в метрополитене для различного периода года.

Таблица 1

Параметры микроклимата в метрополитене

Объект эксплуатации	Период эксплуатации	Параметр микроклимата		
		Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Станция	теплый	18-28	15-75	0.5-2
	холодный	10-16		0.1-1.0
Тоннель	теплый	Не более 33(35)		0.5-2.0

На сегодняшний день в России насчитывается большая доля метрополитенов мелкого заложения, которая постоянно увеличивается. Надобность в метрополитенах глубокого заложения отсутствует, так как новое строительство концентрируется за пределами старой части города. Кроме того, для строительства станций глубокого заложения требуется большой объем ресурсов, что в том числе негативно влияет на экологическую обстановку в городе [5], поэтому разумнее проектировать станции мелкого заложения с

учетом строительства новых районов и дорог. Необходимо учесть, что системы вентиляции станций глубокого заложения и мелкого заложения различны [6]. Это связано с тем, что на станциях мелкого заложения теплопоступления не задерживаются вследствие их близкого расположения к поверхности. Практика эксплуатации системы вентиляции в холодный период года на станциях мелкого заложения показывает, что высока опасность переохлаждения, поэтому вентиляция в холодный период года осуществляется поршневым действием поездов и тоннельную вентиляцию отключают [7].

Исследование температурного режима осуществляется путем установки датчиков и фиксации температуры воздуха в тоннеле, а также на поверхности обделки тоннеля и грунта. Как правило, погрешность измерений составляет 0,2-0,6°C. Рассмотрим пример замеров в перегоне между станциями метрополитена «Павелецкая» до станции «Автозаводская» (рис. 1). Первый замер производился вблизи входа вентиляционного канала тоннельной вентиляции в тоннель, а второй через 300 м по ходу движения поезда [8, 9]. Такое расположение датчиков позволило отследить изменение температуры исходя от длины и глубины тоннеля.

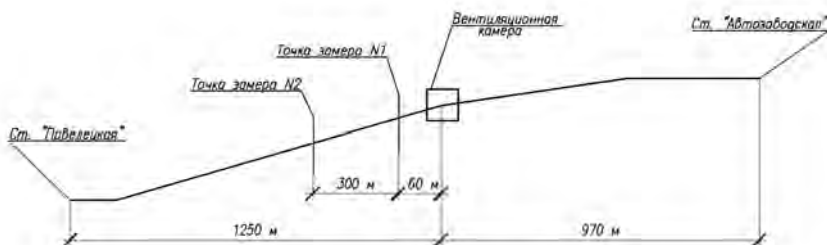


Рис. 1. Профиль перегона между ст. «Автозаводская» и ст. «Павелецкая»

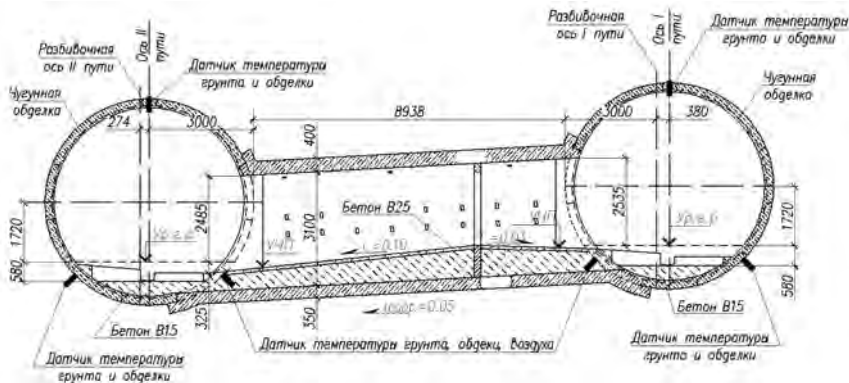


Рис. 2. Схема расположения датчиков температуры в сечении перегона

Анализ данных показывает, что наибольшая температура над тоннелем зафиксирована в зимний период, в ноябре и декабре и составляет $15,5^{\circ}\text{C}$. Это связано с тем, что "в теплый период года грунт аккумулирует теплоту, набранную от теплового потока солнечной радиации, не успев еще охладиться и нагревается за счет теплопоступлений от системы отопления. Так как плотность теплого воздуха меньше плотности холодного, то он поднимается вверх. Подогретый воздух нагревает свод тоннеля, верхнюю обделку и грунт. В то время, как верхний слой грунта еще не промерз на достаточную глубину и не может существенно повлиять на температуру в окрестностях верхних тубингов тоннеля" [8, 9]. Наименьшая температура зафиксирована в весенний период, в мае показания составили 13°C , что связано с проникновением влаги из-за оттаивания грунта. замерзший. Таким образом, колебания температуры грунта над верхним сводом тоннеля находятся в пределах $2,5^{\circ}\text{C}$. Показания датчиков внизу тоннеля более стабильны и колебания температуры составляют $1,3-1,5^{\circ}\text{C}$, что можно объяснить теплоотдачей тоннелей на массив грунта. На рис. 3 приведен график изменения температуры грунта.

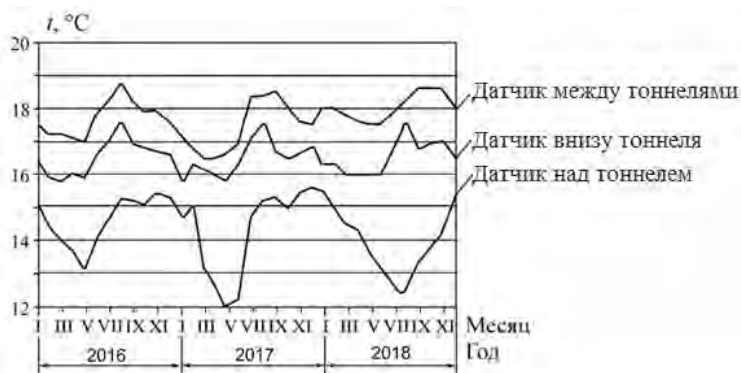


Рис. 3. Изменение температуры грунта и обделки тоннеля

В заключение можно сделать следующие выводы. Основное влияние на теплопотери в тоннеле мелкого заложения оказывает движущийся поезд, а именно "поршневой эффект". Грунт и тоннельная вентиляция оказывают незначительное влияние на поддержание теплового баланса. Следует иметь в виду, что с увеличением срока эксплуатации метрополитена потребность в отоплении снижается вследствие повышения интенсивности движения поездов и постепенного прогрева грунта, окружающего тоннель. Такой прогрев увеличивает температурные напряжения в обделке тоннеля, что со временем приводит к разрушению. Для того, чтобы избежать разрушения, необходимо поддерживать температуру в тоннеле на требуемом уровне, регулируя работу тоннельной вентиляции, с учетом постепенного прогревания грунта, вследствие тепловыделений и поступающего в тоннель на-

ружного воздуха. Таким образом, мониторинг температуры в тоннеле может позволить избежать лишних затрат на эксплуатацию тоннельной вентиляции и разрушений тоннеля.

Библиографический список

1. Дементьева М.Е., Уткин Р.М. Обзор особенностей эксплуатации подземных сооружений в условиях Крайнего Севера // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании сборник материалов международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2017. С. 814–817.
2. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Минстрой России, 2016.
3. СП 120.13330.2012. Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003. М.: Минрегион России, 2012.
4. Красюк А.М., Лугин И.В., Павлов С.А., Чигишев А.Н. Использование поршневого эффекта для вентиляции станций метрополитенов мелкого заложения // Метро и тоннели. 2012. № 4. С. 14–16.
5. Дементьева М.Е. Оценка экологической опасности городской среды // Жилищное строительство. 2005. №1. С. 12–13.
6. Попов Н.А., Красюк А.М., Лугин И.В., Павлов С.А., Зедгенизов Д.В. Совершенствование методических основ разработки систем тоннельной вентиляции метрополитенов мелкого заложения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2014. № 5. С. 175–186.
7. Куликова О.А., Лугин И.В. Теплотери в протяженных тоннелях при движении поездов в холодный период года // В сборнике: Наука. Технологии. Инновации: сборник научных трудов в 10 частях. 2017. С. 22–26.
8. Красюк А.М., Лугин И.В., Куликова О.А. Исследование термодинамических процессов в теплообменнике при использовании турбореактивного двигателя для подогрева воздуха в железнодорожных тоннелях // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018. Т. 5. С. 91–95.
9. Красюк А.М., Лугин И.В. Экспериментальное исследование температуры обделок тоннеля и массива окружающего грунта в метрополитене мелкого заложения // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2008. № S5. С. 124–129.

КУЛЬТУРА СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

*Карабашева А.М., студентка 2-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дегаев Е.Н., доц., к.т.н.*

В современном мире капитальный ремонт является основным фактором сохранения жилищного фонда, а также повышения его качества. Результатом успешно выполненного капитального ремонта является не только улучшение жилищных условий граждан, но и предотвращение старения зданий. Работы по капитальному ремонту будут эффективны только тогда, когда идет грамотно организованное взаимодействие всех участников процесса. Точное выполнение алгоритма строительных работ при капитальном ремонте позволит достичь высоких положительных результатов, укрепит доверие собственников и позволит провести качественный ремонт в сроки.

Капитальный ремонт играет важную роль в процессе жизненного цикла зданий и сооружений. В больших городах России место для создания новых жилищных комплексов имеется, но что делать малым городам, где места на новые постройки нет? В таком случае нужно активно поддерживать капитальный ремонт, это позволит сохранить и улучшить жилищный фонд.

Текущий ремонт общего имущества МКД, согласно действующим законодательным актам, должен проводиться по решению общего собрания владельцев квартир. Собственники квартиры, при наличии основания проведения капитального ремонта имущества, на общем собрании принимают решение о подготовке и проведении капитального ремонта имущества [1,2].

Контроль за правильным выполнением ремонтных работ и соответствием их рекомендациям Паспорта, проектной документации, действующим нормам и правилам должны осуществлять службы технадзора Заказчика.

Подрядные организации для выполнения капитального ремонта многоквартирных домов определяются на конкурсной основе, посредством тендеров. Здесь главную роль играет низкая цена, что может привести к некачественному исполнению своих обязанностей подрядчиками для получения хоть какой-либо прибыли.

Эксплуатационные параметры МКД напрямую зависят от квалификации подрядных организаций. Неудовлетворительному качеству в большей степени способствует низкий уровень проектной документации. Нередко подрядчиком делается подмена дорогостоящего материала на его дешевый аналог. Низкое качество работ привлечение к работам организаций, не имеющих специальной подготовки и лицензии на производство строительных работ все это способствует появлению дефектов.

Технический заказчик в большей степени заинтересован объемами и сроками выполнения работ, т.к. на законодательном уровне установлена

пятилетняя гарантия подрядчиком. Однако нет никакой гарантии, что через некоторое время данный подрядчик перестанет существовать. Поэтому необходимо изначально заставить подрядчика выполнить все свои работы качественно.

Заказчик, до начала работ, передает подрядной организации общий и специальные журналы, в которых ведется учет выполнения работ в соответствии с законодательством РФ. Подрядная организация начинает разрабатывать проект производства работ (ППР) согласно требованиям СП 48.13330.2011 «Организация строительства», оформляет журнал входного контроля материалов, журнал техники безопасности исполнительную документацию по проведению капремонта МКД [3, 4].

Подрядная организация до начала производства работ:

- устанавливает информационный щит с информацией о сроках проведения ремонта общего имущества МКД, наименованием заказчика и подрядной организации с указанием телефонов ответственных лиц;
- обеспечивает наличие необходимых складских и санитарно-бытовых помещений, сбор и вывоз строительных отходов в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации;
- принимает меры по обеспечению безопасности граждан при производстве работ, в том числе устройству ограждений опасных зон, галерей безопасности [3].

Для интегрального оценивания ремонтно-строительной организации, выполняющей ремонтные работы необходимо определить группу критериев, влияющих на качество выполняемых работ

Существует оценка качества выполнения требований по капитальному ремонту подрядными организациями. Оценка качества выполнения требований отдельной группы показателей рассчитывается по формуле:

$$K_i = \sum p_i , \quad (1)$$

где, p_i – значение i контролируемого показателя в интервале $[0; 1]$;

Интегральный показатель рейтинговой оценки подрядчиков, учитывающий все группы показателей качества рассчитывается по формуле:

$$K_{\Sigma} = \frac{\sum K_i}{n} \cdot 100 , \quad (2)$$

где, n – количество контролируемых показателей.

Получаем 100 бальную систему оценивания и распределение подрядчиков по трем основным группам:

К первой группе относим ответственные подрядные организации, чья деятельность способствует качественному выполнению ремонтных работ (1 группа – от 80 до 100 баллов)

Ко второй группе отнесём организации средней ответственностью, чья деятельность требует корректирующих мероприятий и дополнительных инспекционных выездов (2 группа – от 50 до 79 баллов).

Подрядчиков же третьей группы рекомендуется устранять от работ с последующей передачей объектов другим подрядчикам наиболее высокой группы (3 группа – от 0 до 49 баллов).

Этот метод оценивание хорош тем, что в нем отсутствует разделение показателей по значимости. Все показатели приняты в стандартном интервале [0 – не выполнено; 1 – выполнено], что позволяет быстро выявлять неперядочные организации и дисциплинировать подрядчиков 2 и 1 группы.

Согласно нормативной и технической документации было определено 8 основных групп критерий контроля:

1. Краткий анализ и оценка проектно-технической и исполнительной документации:

2. Краткий анализ и оценка принятых технических решений по организации производства работ:

3. Краткий анализ и оценка условий складирования, хранения и учета материалов, применяемых на объекте;

4. Краткий анализ и оценка организации контроля качества производства работ по капитальному ремонту от подрядчика:

5. Краткий анализ и оценка проведения подготовительных работ до производства и в период производства капитального ремонта:

6. Контроль за соблюдением технологии подготовки основания конструкций, подлежащих ремонту:

7. Краткий анализ и оценка технологии приготовления на объекте и условий доставки к месту укладки ремонтных составов:

8. Краткий анализ и оценка технологии ухода за свежесуложенными ремонтными составами:

Ниже представлена форма акта (табл. 1) оценки деятельности по культуре строительного производства подрядной организации, выполняющей ремонтные работы.

Таблица 1

Форма акта оценки деятельности по культуре строительного производства подрядной организации, выполняющей ремонтные работы

№ п.п.	Подгруппа критериев по контролю качества	Перечень контролируемых параметров в группе	ИК №1	ИК №2	ИК №3	ИК №4	Средняя оценка за анализируемый период	Оценка за анализируемый период в подгруппе критерия
			Оценка [0/1]					

Сформированные акты подписываются инспектором и представителем подрядной организации. После чего данные заносятся в электронную таблицу для расчета итоговой оценки подрядчика.

Культура строительного производства – это часть общей культуры страны. Для решения проблем отсутствия культуры строительного производства необходимо совместным стремлением содержать свою страну в чистоте и порядке. Нам предстоит очень много работать, в первую очередь, над собственной внутренней культурой каждого из нас [5,6].

Библиографический список

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ.
2. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. СП 48.13330.2011 «Организация строительства».
4. СТП 113-00203648-131-2001 «Оценка состояния культуры производства».
5. Дегаев Е.Н. Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений" – SWOT анализ. В книге: Сборник докладов Научно-технической конференции Института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости МГСУ по итогам научно-исследовательских работ студентов за 2009-2010 учебный год ГОУ ВПО Московский государственный строительный университет. 2010. С. 121-123.
6. Evgeniy Degaev and Reza Barkhi. Integrated assessment of contractor's building production culture during facade repair. J. Phys.: Conf. Ser. 1425 012066 (2019). DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012066>.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

*Митин А.И., студент магистратуры 1-го курса 6 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Давидюк А.А., доц., к.т.н.*

Строительная отрасль пережила огромное количество изменений за все время своей вековой истории. Сегодня в строительстве существует огромное количество научных исследований и инновационных решений, которые во много раз повышают качество работ и надежность процессов конструкций в целом.

Данная статья посвящена инновационному элементу укрепления строительных конструкций и элементов - высокопрочными композиционными материалами и особенностям их применения.

Из-за неизбежного истощения природных ресурсов и увеличение стоимости энергии в мире процесс производства композитных материалов в промышленности становится все более актуальным, важным и популярным, такие как стеклопластик, базальтопластик, карбопластик. Эти композитные материалы обладают достаточными характеристиками по надежности, долговечности, экономичности и что самое главное - экологичности по сравнению с металлическими усиливающими элементами. Важно то, что источник пополнения сырья в современном производстве возможен благодаря переработке вторичного сырья и техногенных отходов.

Опыт использования композитных материалов при усилении строительных конструкций, сравнительный анализ с точки зрения экологии производства и использования материалов и преимущества композитных материалов отражены в этом издании.

Цель данной публикации - показать обоснованность использования композитных материалов для укрепления строительных конструкций с точки зрения надежности, экономичности, а также экологичность по сравнению с другими усиливающими элементами.

Основными особенностями и преимуществами композитов по сравнению с традиционными строительными материалами являются: неподверженность коррозии и гниению; устойчивость к действию агрессивных сред; меньшая плотность; прочность на уровне качественных конструкционных сталей; высокая усталостная прочность; высокая электрическая прочность и диэлектрические свойства; низкая теплоемкость и теплопроводность [1]. Все эти положительные качества обеспечивают следующие преимущества в применении: большие капитальные ремонты конструкций, значительно более низкие затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание, снижение веса продукта, повышение эксплуатационной надежности и долговечности конструкции или продукта, возможность установки и проведения планового технического обслуживания, ремонтные работы без использования специального грузоподъемного оборудования и техники, снижение затрат на транспортировку конструкций и их компонентов к месту установки.

В результате проведенных исследований был проведен сравнительный анализ основных показателей исследованных материалов, подтверждающий обоснованность цели данной публикации.

Рассмотрим сравнительные характеристики металла и стеклопластика в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики металла и стеклопластика

Характеристики	Металлическая арматура А400С	Неметаллическая композитная арматура-стеклопластик ТС 2296-001-12655746-2012
1	2	3
Материал	Сталь 35ГС, 25Г2С и другие.	CRF - стекловолокно диаметром 13-16 мкм в полимерном переплете
Временная прочность на растяжение	360 МПа	1200 МПа
Модуль упругости, МПа	14	2,2
Относительное удлинение, %	Кривая линия с пределом текучести под нагрузкой	Прямая с упругой зависимостью под нагрузкой до разрушения
Характер поведения под нагрузкой (напряженно-деформированное соотношение)	13-15	9-12
Плотность, т / м ³	7	1,9
Коррозионная стойкость к агрессивной среде	Корродирует с выпуском продуктов коррозии	Нержавеющий материал первой группы химической стойкости, в том числе к щелочной реакции
Теплопроводность	Проводит тепло	Не проводит тепло
Электрическая проводимость	Проводник	Непроводящий-диэлектрик
Производимые профили	6-80	4-20
Длина	6-12 м	Любая длина по запросу
Экологичность	Экологичен	Имеется санитарно-эпидемиологическое заключение, не выделяет вредных и токсичных веществ.
Долговечность	Согласно строительным нормам	Прогнозируемый срок службы не менее 80 лет

1	2	3
Замена арматуры по физико-механические свойствам	6 А400С, 10 А400С 12 А400С, 14 А400С 16 А400С, 18 А400С	CRF-4, CRF -6 CRF -8, CRF -10 CRF -12, CRF -14
Параметры равномерно армированного каркаса при нагрузке 25 т / мг.	При использовании арматуры 8А400 размер ячейки составляет 14х14см. Вес 5,5 кг / м2	При использовании арматуры размер ячейки составляет 23х23 см. Вес 0,61 кг / м. Снижение веса в 9 раз
Экономичность	В настоящее время рост стоимости металла за последние 6 месяцев наблюдается в среднем на 67%.	Экономия финансовых средств от замены металлической арматуры такой же прочной композитной арматурой составляет 10-30%. Динамика рост цен составляет 2-4% в год.

Возможность использования стеклопластика для армирования бетонных конструкций обусловлена специфическими свойствами этого материала: стекловолокно обладает высокой временной стойкостью.

Коэффициент температурной деформации стекла незначительно отличается от коэффициента температурной деформации бетона. Один из методов армирования бетона стекловолокном предусматривает его использование в конструкции армирования из высокопрочного стеклопластика.

На основании полученных результатов можно выделить принципиальные аспекты преимуществ использования композиционных материалов при усилении конструкций и строительных элементов. Прежде всего, использование композитной арматуры в армировании изогнутых железобетонных элементов способствует решению следующих стратегических и эксплуатационных задач: эффективное распределение и рациональное использование имеющихся ограниченных ресурсов, сохранение химической и коррозионной стойкости, что гарантирует долговечность конструкции, а также отсутствие возможных трещин и разрушений армированных конструкций из-за внутренних напряжений, которые могут возникнуть во время коррозии и коррозии, как в случае стали армирование. Низкая теплопроводность по сравнению с металлическим армированием более чем в 10 раз, что доказывает, что композитное конструктивное армирование, в отличие от стали, не является холодным мостом в железобетонной конструкции. Важнейшим фактором является возможность исключения порывов армирования, а также растрескивания в бетонном слое под влиянием температурных изменений и действия сверхнизких температур [2].

Экологическая безопасность композиционных материалов и производства без ущерба для природного комплекса подтверждается многочисленными исследованиями, которые подтверждают нетоксичность материалов.

На рис. 1 показан график одинаково сильной замены металла для композитной арматуры.

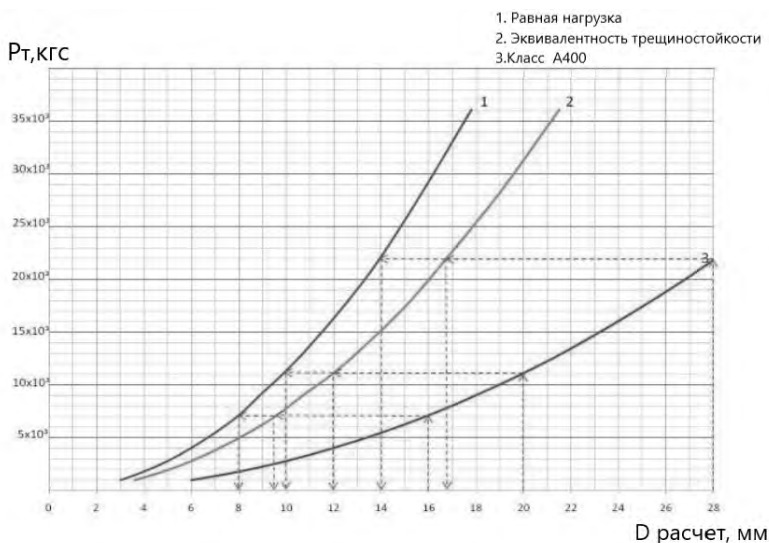


Рис. 1. График эквивалентной замены металла на композитную арматуру

На основе комплексного исследования композиционных материалов и несущей способности изогнутых железобетонных элементов получены надежные характеристики армирующих материалов. В качестве рекомендаций по применению композиционных материалов при армировании конструкций можно выделить: влияние на несущую способность железобетонных элементов, армированных композитными материалами; поведение конструкции под нагрузкой с общим процентом стальной и композитной арматуры, превышающей границу; роль и эффективность работы анкерных устройств для армированных поперечных сечений при изменении типа композиционного материала [3]. Изготовление разработанных рекомендаций позволяет повысить надежность и эффективность армирования гнутых железобетонных элементов с использованием нетрадиционного метода усиления. Можно сделать вывод, что повышение эффективности ремонтно-реставрационных работ в настоящее время невозможно без совершенствования конструктивных решений по усилению конструкций, которые бы обеспечивали их надежность, долговечность, экономичность и экологичность [4]. Эти показатели в равной степени зависят от снижения стоимости и трудоемкости технологических процессов при упрочнении, экономного использования материальных и энергетических ресурсов и использования новых материалов. В связи с этим именно укрепление строительных конструкций с использованием композиционных материалов, которое благодаря

таким качествам, как высокая прочность на разрыв, малый вес, технологичность и устойчивость к агрессивной среде, все шире используется.

Библиографический список

1. Miranda G, Madeira S, Carvalho O, Soares D, Silva F S, Buciumeanu M 2015 Hybrid composites - metallic and ceramic reinforcements influence on mechanical and wear behavior Composites Part B: Engineering.
2. Faruk O, Tjong J, Sain M, Obaid N 2015 Lignin reinforcement in thermoplastic composites Lignin in Polymer Composites.
3. Hivet G, Vidal-Sallé E, Boisse P 2013 Analysis of the stress components in a textile composite reinforcement Journal of Composite Materials.
4. Кузина Е.С. // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. – 2016. - №1.
5. Ekaterina Kuzina, Alina Cherkas and Vladimir Rimshin., «Technical aspects of using composite materials for strengthening constructions» В сборнике IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 365 doi:10.1088/1757-899X/365/3/032053 2018.
6. Неугольников А.П., Дергунов А.А, Хиславский З.Г, Давидюк А.А. Диалоги о мониторинге 2, или нормативы по научно-техническому сопровождению строительства Технологии строительства, №3 2008 [электронный ресурс]/ Режим доступа <http://www.mocent.ru/files/dialogi2/pdf>.

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

*Насимова М.Ф., студентка 3-го курса 21 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Румянцев И.М., ст. преп.*

С каждым годом мы можем наблюдать рост объемов жилищного строительства. Это увеличение остается приоритетным направлением как в социальной сфере, так и в сфере экономики РФ. Но в связи с этим все больше растет количество вопросов, связанные с качеством выполняемых работ. Другими словами, культура строительства сейчас имеет ряд недочетов, но я считаю важным в данный момент обсудить именно ее экологическую сторону.

Ежегодно наблюдается рост значимости экологической безопасности. Причиной является увеличение населения городов, рост масштабов коммерческой и производственной деятельности. Ущерб, причиняемый окружающей среде, и затраты на ее охрану становятся настолько крупными, что это создает угрозу для здоровья людей и ухудшает условия их жизни. То есть, нам следует пересмотреть методы, условия и, может, внести что-то новое в процесс строительства таким образом, чтобы деятельность человека исключала вредное воздействие на окружающую среду и на людей в целом, что по-другому можно назвать экологической безопасностью.

Целью данной темы является формирование экологического мировоззрения, понимание оптимального использования ресурсов и охраны природы, а также методов строительства, обеспечивающих устранение и уменьшение негативного воздействия на природную среду.

Так что же такое экологическая безопасность? Я находила много определений, но самыми точными и более простыми для понимания я выбрала следующие два:

– это совокупность действий, состояний и процессов, прямо или косвенно не приводящих к жизненно важным угрозам, наносимые природной среде, отдельным людям и человечеству;

– это комплекс состояний, явлений и действий, обеспечивающий экологический баланс на Земле и в любых её регионах на уровне, к которому физически, социально-экономически, технологически и политически готово человечество (может без серьезных ущербов адаптироваться).

Что является условием ЭБ и какие существуют требования?

Основные требования обеспечения экологической безопасности в строительстве регулируются нормативными актами, которые принимаются государственными органами. Наиболее важные положения по нашим вопросам предусмотрены в нормах Конституции РФ. Особое место занимают федеральные законы, регулирующие как общие вопросы природопользования и охраны окружающей среды, так и правовой режим природных ресурсов. Однако этого недостаточно, окружающая среда, так или иначе, подвергается ущербу. В связи с этим и проводятся множества исследований, но-

вовведенный, направленные на максимально допустимую сохранность жизни природы.

Большинство исследований основаны на позиции расширенного воспроизводства, ресурсопотребления и экологической защиты традиционными методами. На сегодняшний день актуальность этих вопросов наиболее ощутима в условиях развития *рыночных отношений*, когда решение вопросов экологической безопасности зачастую лежит в плоскости *частных экономических*, а не *общественных* интересов. То есть, большую роль играет финансирование, нежели безопасность. Следовательно, для того, чтобы решить эту проблему, нужно подойти к ней с комплексным подходом, решение которого станет удовлетворительным как в вопросе экологической безопасности, так и в экономической сфере и социальной.

Обеспечение экологической безопасности основывается на нормировании, при этом эффективное функционирование экосистемы города при отсутствии нормативов допустимых экологических нагрузок практически невозможно.

Какие решения предполагает ЭБ?

Для минимизации негативных воздействий, при осуществлении строительного производства, должны постоянно разрабатываться меры ее защиты. На каждую проблему имеется отдельное решение, но самым масштабным и сложным вопросом я считаю атмосферу и земную поверхность. Опираясь на это, я приведу в пример следующие меры:

1. *Использование мобильных фильтровентиляционных агрегатов, использование строительной техники на электроприводе.*

Применяется это в тех случаях, когда вокруг скапливается много пыли, когда в воздухе могут находиться вредные вещества. Целесообразно использовать этот агрегат, чтобы предотвратить дальнейшие проблемы со здоровьем людей (начиная с тех, кто непосредственно осуществляет процесс строительства (рабочая сила), заканчивая людьми, которые приобрели недвижимость и собираются там жить).

Мобильные фильтровентиляционные агрегаты – передвижные устройства, позволяющие отбирать загрязненный воздух, тем самым, не позволяя ему дальше распространяться, и очищать его от примесей (дыма, пыли и т.д.). Вот и весь принцип работы. Результатом будет являться снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха газопылевыми выбросами.

2. *Устройство временных сетей канализации, обеспечение повторного применения воды устройством резервуаров-отстойников.*

Вертикальный отстойник – это устройство, которое погружается в воду на максимальную глубину в 9 м.

Применяются в системах водоснабжения и водоотведения в промышленности и личных хозяйствах, для очистки канализационных стоков, сбросовых отработавших вод в процессе гидромеханизации на карьерах и шахтах, на горно-обогатительных фабриках, для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Другими словами:

- охрана поверхностных водоёмов и земель от загрязнений;
- уменьшение износа оборудования;
- улавливание компонентов;
- гидромеханизация земляных и горных работ.

Результатом является снижение загрязнения подземных вод, снижение уровня потребления водных ресурсов.

3. Строительный мусор

Отходы, что образуются при демонтаже, ремонте или строительстве - это все строительный мусор: бетон, кирпичи, куски металла, но также демонтированные двери и окна, снятый линолеум, старые обои и прочее. К сожалению, есть такие случаи, когда строительный мусор закапывают в землю. Такого допускать нельзя. Меры? Здесь каждый должен начать с себя, понять, что земля – это ограниченный ресурс, и сегодня уже не хватает полигонов, куда можно свозить подобный мусор. Опасность закапывания мусора в землю – образование опасных веществ, которые попадают в грунтовые воды, отравляя окружающую среду. Если организации будут внимательно следить за тем, как организуется вывоз и утилизация строительного мусора, если каждый ответственный за это человек задумается о последствиях такого решения, то проблема решится сама.

Выводы и рекомендации. Рассматриваемые решения переняты из зарубежных стран. Мы многое переняли в свое гражданское строительство, например, окна ПВХ (Германия и Франция), сайдинг (панели на фасаде здания из Южной Америки), солнечные батареи и многое другое. Все это прижилось и у нас, причем с достаточно большим успехом. Поэтому я считаю, что следует испробовать и те приведенные технологии, позволяющие обезопасить человечество и экологию в целом.

Библиографический список

1. Емельяненко К. М. Обеспечение экологической безопасности строительства // Молодой ученый. – 2018. – №5. – С. 20-22.
 2. Милешко Л.П. Общая теория обеспечения экологической безопасности: монография. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016 – 176 с.
 3. Экологический энциклопедический словарь / И.И. Дедю. К.: гл. ред. МСЭ, 1989, 408 с.
 4. Астахов А.С. Парадигма и принципы взаимоотношений человека с природой // Экономика и математические методы. 1991. Т.27. Вып. 6. С. 997-1004.
 5. Плотникова Л.В. Экологическое сопровождение объектов строительства // Экология урбанизированных территорий. №3.
- Правила подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве. Утверждены постановлением Правительства РФ от 27 декабря 1997 г. №1.

УТИЛИЗАЦИЯ И СОРТИРОВКА ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ. ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ

*Плотников А.Д., студент 4 курса 20 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кустикова Ю.О., доц., к.т.н.*

В Российской Федерации продолжается реализация национального проекта «Экология». Количество захоронений отходов достигает невероятных масштабов. ежегодно в каждом регионе России в среднем отчуждается не менее 16 га территории. В сложившейся экономико-экологической обстановке образовался определённый набор проблем которые будут освещены в данной статье.

Экологическая обстановка в России ещё не достигла пиковой ситуации, однако явно наблюдается стремительная динамика к ухудшению ситуации, в частности, по вопросу управлением мусором и промышленными отходами.

Основные положения нацпроекта.

На реализацию национального проекта «Экология» выделены колоссальные средства – 4,041 триллиона рублей, в частности на реализацию запуска программы по управлению твёрдыми отходами выделено 296,2 миллиарда рублей.

К 2024 году должно быть ликвидировано 191 организованная несанкционированная свалка. Здесь стоит уточнить, что подразумевается не те свалки, которые образуются вокруг малых населённых пунктов, а те, которые образуются в результате организованного вывоза мусора из крупных городов [1].

Также к 2024 году должно быть возведено 7 крупных комплексов по переработке мусора I и II классов. Данные отходы составляют 96% от всего объёма твёрдых отходов. На данный момент, согласно отчёту Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации реализация национального проекта «Экология» осуществляется согласно графику. То есть на данный момент отходов I и II классов утилизируется 7% и перерабатывается 12%. К концу 2024 года эти значения должны возрасти в 5 раз – до 36% и 60% соответственно [2].

Таким образом к окончанию реализации национального проекта утилизироваться и перерабатываться отходы будут из всех регионов Российской Федерации. По плану введённые мощности смогут утилизировать 23,1 миллион тонн и подготавливать к повторному использованию в качестве вторичного сырья 37,1 миллион тонн [3].

Если говорить о городе Москве, то отходы мегаполиса планируется отправлять на переработке и утилизацию в Архангельскую и Нижегородскую области по железной дороге[4].

Основные проблемы в сфере управления отходами.

Все проблемы в сфере управления отходами можно разделить на несколько основных групп:

- социальные;
- логистические;
- экономические;
- законодательные;
- организационные.

Социальные проблемы.

Основная социальная проблема – это отсутствие желания у граждан участвовать в сортировке отходов, в виду того, что наблюдаются ситуации, когда отходы из контейнеров для раздельного сбора мусора отправляются в единую ёмкости мусоровоза. В данной проблеме следует отметить тот факт, что с экономической точки зрения начинать раздельный сбор мусора из контейнеров целесообразно только тогда когда в большинстве случаев будет вестись именно раздельный сбор. То есть бессмысленно направлять несколько машин по одним и тем же объектам до тех пор, пока там не сбор мусора не будет производиться раздельно [5].

Логистические проблемы.

Поскольку в национальном проекте «Экология» основной акцент сделан на большие мусороперерабатывающие кластеры, которые будут работать в среднем на 10-15 регионов. Это требует наличия логистической инфраструктуры, так как объёмы поступающих отходов будут колоссальными. Для того, чтобы не нарушать железнодорожный трафик, необходима прокладка железнодорожных линий. Поскольку объёмы перерабатываемого сырья будут явно велики, необходимо наличие перевалочных, транзитных пунктов. Причём эти пункты не должны превращаться в новые свалки, следовательно, стоит рассчитывать поступающие объёмы с пропускной способностью мусороперерабатывающего комбината.

Экономические проблемы.

Согласно Постановлению Правительства от 12 ноября 2016 г. №1156 «Об обращении с твёрдыми коммунальными отходами», вывоз мусора необходимо вывозить в зависимости от наружной температурой воздуха:

- при температуре ниже -5° – не реже одного раза в трое суток;
- при температуре от -5° до $+5^{\circ}$ – не реже одного раза в двое суток;
- при температуре выше $+5^{\circ}$ – не реже одного раза в сутки.

В малых населённых пунктах контейнеры для хранения мусора не успевают за сутки полностью наполниться и муниципальным властям даже в нынешних условиях невыгодно исполнять требования Постановления Правительства. В случае исполнения национального проекта и начала реализации раздельного сбора мусора станет просто разорительным для муниципалитетов.

Кроме этого, многие регион, такие как Республика Тыва, Еврейская АО, Республика Алтай, Республика Ингушетия, Чукотский АО и другие будут иметь большие проблемы с транспортировкой отходов, ввиду нехватки бюджетных средств. А повышение сбора на утилизацию мусора недопустимо, так как это может привести к ухудшению социальной обстановки.

Законодательные проблемы.

Что касается законодательства, то следует отметить тенденцию к снижению водоохранных и лесных зон, что приводит к массовой застройке территорий. Это приводит к образованию несанкционированных свалок, всё по той же экономической причине – невыгодность вывоза мусора согласно Постановлению Правительства и СанПиН 42-128-4690-88 "Санитарные правила содержания территорий населенных мест".

Организационные проблемы.

Кроме всех выше перечисленных проблем, следует отметить проблему человеческого фактора. Известны случаи, когда мусор, который вывозился от мест сбора просто «не доезжал» до мест хранения. Мусор попросту сбрасывался в лесных зонах для экономии времени и как следствие невыполнения план вывоза бытовых отходов.

Возможные решения.

Проблема неактивности жителей можно решать тремя основными способами – разъяснительный, поощрительный и санкционный. То есть, можно проводить профилактические беседы, в которых будет разъясняться жителям необходимость и процесс сортировки мусора. Можно поощрять домовладения, которые перешли на отдельный сбор мусора или штрафовать те, которые этого не сделали. Можно комбинировать эти методы. С точки зрения экономической эффективности со средств, которые соберутся в качестве штрафов, можно было бы выплачивать поощрения другим домовладениям.

Логистические проблемы можно решить только с привлечением средств федерального бюджета и фонда национального благосостояния. Необходимо обустраивать смежную инфраструктуру, сопровождающую заводы по переработке мусора.

Экономические проблемы можно решать двумя способами. Во-первых можно компенсировать из средств федерального бюджета. Однако это потребует поиска источников финансирования. Во-вторых можно ввести дифференцируемый размер сбора за вывоз мусора. сделать это не сложно. для этого необходимо закрепить определённые мусоровозы за определёнными районами. Дело в том, что при разгрузке мусора мусоропоставляющей организации выдаётся расчётная справка о количестве принятого мусора. Таким образом, можно ввести денежный сбор, равномерно распределённый между жителями района, изменяемый в зависимости от количества вывезенного за месяц мусора.

Для решения законодательных проблем необходимо установить мораторий на уменьшение лесных и водоохранных зон.

Организационные проблемы также очень просто решаются путём установки системы ГЛОНАСС в мусоровозы для отслеживания маршрута автомобиля.

Выводы. Очевидно, что решение проблемы управления отходами не ограничивается реализацией национального проекта «Экология». Необходимо принятие смежных государственных программ по строительству ин-

фраструктуры, организации транспортного сообщения, а также изменение законодательных и нормативных норм.

Библиографический список

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

2. Львович С.В. Правовое регулирование обращения с отходами производства и потребления: Автореф. Дисс. ... канд. юрид. наук. Саратов, 2000. 20 с.

3. Трофимец С.С. Правовое регулирование обращения с отходами производства и потребления: Дисс. ... канд. юрид. наук. М., 2007.

4. Енисейская Н.А. Государственный контроль в области обращения с отходами производства и потребления: Автореф. Дисс. ... канд. юрид. наук. М., 2007. 32 с.

5. Фалевич А.С. Правовое регулирование обращения с отходами производства и потребления: Автореф. Дисс. ... канд. юрид. наук. Саратов, 2000. 22 с.

6. Пономарёв М.В. Правовое регулирование охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления: Дисс. ... канд. юрид. наук. М., 2019. 215 с.

7. Бухонова Е.С. Организация системы сбора, транспортирования и утилизации отходов от населения в г.о. Тольятти: Дисс. ... маг. Тольятти. 2016. 90 с.

КОМФОРТНАЯ СРЕДА ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Самохина И.Ю., студент 2-го курса 21 группы ИИЭСМ

Шекова А.С., студент 2-го курса 21 группы ИИЭСМ

Косачев Д.А., студент 2-го курса 20 группы ИИЭСМ

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

К началу 2019 года доля инвалидов в России составила 8,1 % от всего населения, или 11,947 миллионов человек. Если рассмотреть только Москву - можно сказать, что она занимает первое место по числу инвалидов, на 1 января 2019 года это порядка 1069977 человек. Для наглядности, сравним эти данные с показателями в США. По данным Министерства здравоохранения, в Америке проживает более 58 млн человек с различной степенью инвалидности, что составляет около 18% населения. На основании этих цифр российские эксперты в области медицины определили, что россияне здоровее американцев.

Однако для людей с ограниченными возможностями Конституция РФ не содержит специальных норм, так как её нормы применяются в равной степени ко всем гражданам государства, которые проживают на его территории. Несмотря на это, существует ряд документов, которые регулируют права людей с ограниченными возможностями здоровья, например, Конвенция ООН о правах инвалидов, Федеральный закон №419-ФЗ от 01.12.2014 «О внесении 10 изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам социальной защиты инвалидов в связи с ратификацией Конвенции о правах инвалидов», Федеральный закон №181-ФЗ от 24.11.1995 «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации».

Не менее важным нормативным документом является распоряжение Правительства РФ, о образовании федеральной целевой программы «Доступная среда», которое было утверждено 17 ноября 2008 года. Эта программа направлена на осуществление комплекса мероприятий для помощи инвалидам. Например, оборудование специальных объектов для облегчения жизнедеятельности маломобильных граждан. Также «Доступная среда» для маломобильных граждан предоставляет возможность использовать общественный транспорт и без препятствий передвигаться по городу, что становится возможным, благодаря наличию различных устройств, таких как подъемники, инфрорматоры, абонентские устройства, кнопки для вызова [1,2].

Основная цель программы — обеспечение доступности объектов и услуг в приоритетных сферах жизнедеятельности инвалидов и других маломобильных групп населения и помощь в достижении социально-культурной реабилитации. Стоит разобраться что же включает в себя это понятие.

Социально-культурная реабилитация - это комплекс мероприятий, которые направлены на оказание помощи инвалиду в достижении и поддержж-

ке оптимальной степени участия в социальных отношениях, а также реализации культурных интересов и запросов, обеспечивающих наиболее полное внедрение в общество и приобретение максимально возможного уровня самостоятельного участия в культурно-досуговой деятельности.

Одно из важнейших составляющих социально-культурной реабилитации - это досуговая деятельность инвалидов, которая проявляется в занятиях различными видами спорта массово-оздоровительного и соревновательного типа. В соответствии со ст. 18 ФЗ «О культуре и спорте в РФ» от 9.10.1992 №3612-1 основной целью привлечения инвалидов к занятиям физической культурой и спортом является повышение их двигательной активности, так как это важное условие всесторонней реабилитации и социальной адаптации инвалида. Среди адаптивных видов спорта большую популярность получила борьба, настольный теннис, дартс, лёгкая атлетика, сидячий волейбол, баскетбол на колясках, конный спорт, спортивная езда на велоколясках.

Так же необходимо обратить внимание на значимость развития спортивной активности людей с ограниченными способностями в масштабах всей страны. Хорошим примером могут послужить результаты выступления спортсменов России на Зимних Паралимпийских играх, которые имели положительную динамику. Об этом свидетельствуют статистические данные, которые отражают основные показатели участия Сборной команды страны в международном параолимпийском движении. По итогам параолимпийских игр 2010 в Ванкувере команда России заняла второе место в общекомандном зачете, завоевав 38 медалей, в 2014 году завоевала 30 медалей и заняла первое место в общекомандном зачете, в 2018 году спортсмены, выступая под нейтральным флагом, завоевали 8 золотых медалей – второе место в общекомандном зачете [3-5].

Именно для достижения лучших спортивных результатов в 2006 – 2015 годы Росспорт в рамках Федеральной целевой программы «Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации» реализовал масштабный план спортивного строительства, результатом которого стало оснащение всех спортивных объектов пандусами, лифтами или подъемниками, специальными раздевалками для колясочников, обустроенными зрительскими местами на трибунах.

Нельзя также отрицать важность для здоровья человека прогулок на свежем воздухе, которые способствуют эстетическому и физическому развитию, помогают эмоциональной разгрузке человека. Поэтому стоит упомянуть некоторые места отдыха, которые созданы для людей с ограниченными возможностями в городе Москва. Во многих столичных парках разработаны специальные образовательные программы, а также летние мероприятия. Например, в парке «Сокольники» можно позаниматься с водным видом спорта – вейкбордингом. В прокате также имеются специальные адаптивные вейкборды для маломобильных граждан. В парке работают три специализированные парковки для людей с ограниченными возможностями.

В парке «Левобережный» и зоне отдыха «Покровский берег» оборудовали площадки со всем необходимым для комфортного пляжного отдыха, предусмотрен и специальный спуск в воду для инвалидов-колясочников.

Подходит для проведения досуга инвалидов-колясочников, и территория музея-заповедника «Царицыно», где предусмотрены пандусы, лифты, широкие двустворчатые двери, специализированная парковка и бесплатная аренда инвалидных колясок. Кроме того, в «Царицыно» действует программа «Аутизм. Дружелюбная среда». В Большом дворце можно найти специальные сенсорные сумки, в которых люди, страдающие аутизмом, найдут все необходимое: противошумные наушники, эспандер и массажный мячик, антибликовые очки и одноразовые беруши. В случае нарастающей эмоциональной нагрузки можно отдохнуть в сенсорной комнате.

Рассматривая северо-восточный административный округ, можно привести в пример адаптированного для людей с ограниченными возможностями места пребывания Бабушкинский парк. Недалеко от его администрации установлены подъемные платформы, а на дорожках присутствует тактильная плитка. В месте отдыха открыта для посещений специальная детская площадка, где дети-инвалиды могут играть вместе со своими сверстниками. Рядом со всеми основными сооружениями установлены мнемосхемы со шрифтом Брайля, на которых размещена информация о парке и о его главных достопримечательностях. В центре творчества и досуга парка установлена специализированная система вызова персонала, а снаружи и внутри зданий - поручни и пандусы.

Таким образом, досуговая деятельность инвалидов представляет собой часть их жизненной среды, которая предназначена для отдыха, восстановления физического и психического здоровья. Участие в ней, является необходимой областью социализации, адаптации и интеграции в общество, самоутверждения человека с ограниченными возможностями. Благодаря мероприятиям по обеспечению комфортной среды должен обеспечиваться равный доступ инвалидов к транспорту, информации, объектам и услугам. А люди с ограниченными возможностями не должны чувствовать себя оторванными в социальной среде от общества. Поэтому необходимо и обязательно дальнейшее развитие рассмотренной программы, так как люди с ограниченными возможностями нуждаются в достойных условиях жизни и творчества [6-9].

Библиографический список

1. Федеральный закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» от 24.11.1995 № 181-ФЗ.
2. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
3. СП 59.13300.2016. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения.
4. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий.

5. СП 137.13330.2012. Жилая среда с планировочными элементами, доступными инвалидам. Правила проектирования.
6. СП 136.13330.2012. Здания и сооружения. Общие положения проектирования с учетом доступности для маломобильных групп населения.
7. Дегаев Е.Н. Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений" - SWOT анализ. В книге: Сборник докладов Научно-технической конференции Института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости МГСУ по итогам научно-исследовательских работ студентов за 2009-2010 учебный год ГОУ ВПО Московский государственный строительный университет. 2010. С. 121-123.
8. Официальный портал Мэра и Правительства Москвы // Доступная среда: что столица делает для горожан с ограниченными возможностями здоровья. [Электронный ресурс]. 3 марта 2020. URL: <https://www.mos.ru/news/item/33658073/>
9. Официальный портал Мэра и Правительства Москвы // Город без преград: какие условия созданы для людей с ограниченными возможностями в парках Москвы. [Электронный ресурс]. 10 марта 2020. URL: <https://www.mos.ru/news/item/59167073/>

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ КРАСОК ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ ЖКХ

*Творогов А.В., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Берлинов М.В., проф., д.т.н.*

В соответствии с Распоряжение Правительства РФ от 10.05.2016 N 868-р «О Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года», промышленность строительных материалов является приоритетной отраслью, определяющей текущее состояние национальной экономики и потенциал ее развития, включая обновление основных фондов, строительство и ремонт объектов промышленности, транспортной и инженерной инфраструктуры, строительство в необходимом объеме комфортного и качественного жилья, занятость населения в средних и малых населенных пунктах, а также размер государственных расходов, связанных с реализацией программ развития [1].

Приоритетным является создание в Российской Федерации производства номенклатуры современных высококачественных энергосберегающих и конкурентоспособных строительных материалов, изделий и конструкций как на внутреннем, так и внешнем рынках с учетом потребностей и имеющейся сырьевой базы; повышение доли предприятий, осуществляющих внедрение новых технологий производства строительных материалов [2, 3].

При реконструкции объектов жилищно-коммунального хозяйства для эффективной гидроизоляции стен, полов, потолков, а также фундаментов, подвалов, бассейнов и т.п., используются различные виды гидроизоляционных материалов, например, отлично подходит готовая к применению гидроизоляция для наружных и внутренних работ для создания покрытия на плоских и наклонных крышах (рис. 1).

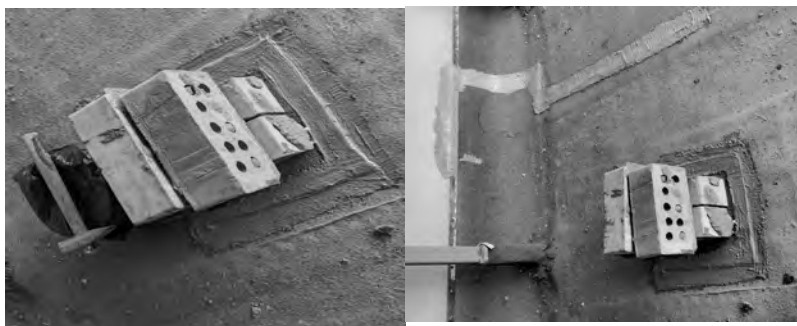


Рис. 1. Примеры нанесения эффективной гидроизоляции

При выполнении строительно-ремонтных работ такое покрытие имеет несомненные преимущества перед другими материалами, является абсо-

лютно безопасным строительным материалом, состав не содержит органических растворителей; обладает высокой адгезией к любым видам поверхностей. Важными качествами являются: высокая прочность к механическим воздействиям, эластичность, устойчивость к УФ-излучению и озонному окислению (атмосферостойкость), так же высокоэффективные грязеотталкивающие свойства. Температура использования до -40°C , и поэтому, усилия сдвига фрагментов конструкций, крыши или панелей на морозе не приводит к разрушению структуры материала, так же опционное использование стеклосетки позволяет повысить прочность мембраны. Такая эффективная гидроизоляция удобна при использовании, но обязательным условием является подготовка поверхности перед нанесением. Используются традиционные методы подготовки: поверхность очищается от отталкивающих воду материалов (пыли, масла и т.п.). Предварительно, при наличие, рыхлые слои рекомендуется удалить с обрабатываемой поверхности. Для предотвращения образования дефектов основание с высокой гигроскопичностью материала, необходимо обильно смочить водой; на уже мокрое основание нанести гидроизоляцию GreyResin очень тонким (не более $0,1-0,15 \text{ кг/м}^2$) грунтовочным слоем. Последующие слои наносятся после полного высыхания. При нанесении можно использовать различные строительные инструменты: состав легко наносится на поверхность кистью, шпателем или валиком (минимум в 2 слоя

Для межпанельных швов, металлической кровли, шиферной или черепичной и других мест, требующих повышенной прочности для усиления механических свойств основания рекомендуется использовать дополнительно армирующие материалы. Стеклотканевую малярную сетку $2 \times 2 \text{ мм}$ следует разложить на поверхности и нанести на нее слой материала не менее $0,5 \text{ кг/ м}^2$ так, чтобы гарантированно покрыть основание. После высыхания первого слоя нанести следующий. При использовании стеклоткани (лучше с плотностью $100-150 \text{ г/м}^2$), на поверхность нанести слой GreyResin не менее $0,3 \text{ кг/м}^2$, на сырой слой материала положить стеклоткань и сразу же нанести на нее еще один слой GreyResin $0,5-0,7 \text{ кг/м}^2$, утапливая стеклоткань в полимерном составе. Все свойства покрытие приобретает только после полного высыхания.

Для защиты бетона устраивается гидроизоляция от грунтовых вод и от агрессивных внешних воздействий. Для этого существует много способов.

При реконструкции зданий и сооружений широко применяется гидроизоляция с проникающим эффектом. Смесь химических компонентов, входящих в состав материала, взаимодействует с вяжущим веществом бетона (гидроксид кальция), в результате чего образуются нерастворимые кристаллы, закупоривающие капилляры бетона и препятствующие проникновению воды [4, 5]. Однако, из всех возможных видов гидроизоляции наиболее экономичными являются окрасочная и мастичная, требующие минимум затрат труда, расхода материалов, поэтому им и следует отдавать предпочтение в тех случаях, когда это допускается условиями долговечности и надежности.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства РФ от 10.05.2016 N 868-р <О Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года>.
2. Дементьева М.Е. Оценка экологической опасности городской среды // Жилищное строительство. 2005. №1. С. 12-13.
3. Дементьева М.Е. Ремонтопригодность многослойных ограждающих конструкций // Научное обозрение. 2016. №20. С. 44-48.
4. Нотенко С.Н. Техническая эксплуатация жилых зданий // [С.Н. Нотенко и др.] под ред. В.И. Римшина и А.М. Стражникова / Москва. 2008. Сер. Для высших учебных заведений. Строительство (Изд. 2-е, перераб. и доп.).
- 5 Korol E.A., Berlinov M.V., Berlinova M.N. Kinetics of the strength of concrete in constructions. Procedia Engineering (см. в книгах). 2016. Т.153. С. 292-297.

ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «ЗЕЛЕНАЯ КРОВЛЯ»

Торшин В.А., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМ

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

В современное время строительство развивается семимильными шагами, строятся большие мегаполисы и в связи с этим становится больше инновационных технологий, однако в связи с этим появляется и больше проблем которые нужно придумать, как решить.

Важная проблема крупных городов является малое количество парков и участков с зелеными насаждениями. Из-за этого страдает окружающая среда и портится экология. В помощь приходит технология «зеленая кровля», применяемая как в новом строительстве, так и при реконструкции зданий и сооружений (рис. 1).



Рис. 1. Обустройство здания с применением технологии «зеленая кровля»

Зеленые крыши служат нескольким целям для здания, таким как поглощение дождевой воды, обеспечение изоляции, создание среды обитания для птиц, снижение дополнительной защиты от шума в городе, а также помогают снизить температуру городского воздуха и бороться с эффектом теплового острова.

Почва впитывает воду как губка и действует как естественный фильтр, накопленная вода забирается растениями, затем испаряется в атмосферу, тем самым уменьшая количество ливневого стока, что приводит к снижению нагрузки на канализационные системы.

В летний период года зеленые крыши могут удерживать 70-90% выпадающих на них осадков, в зимнее время от 25 до 40% .

Благодаря ежедневному циклу утренней росы на поверхностях крыш, происходит охлаждение города в жаркие летние месяцы и уменьшать эффект городского острова тепла.

Также зеленые крыши уменьшают распространению твёрдых частиц и пыли, тем самым играя определенную роль в сокращении выбросов парниковых газов. Зеленые насаждения, высаженные на крышу, увеличивают количество чистого воздуха и регулируют влажность в городе, поглощая углекислый газ и вырабатывая кислород.

Таким образом, при строительстве и реконструкции зданий с применением технологии «зеленая кровля» улучшаются условия жизнедеятельности людей, живя и работая в городах.

Озеленение городов с помощью такой технологии в настоящее время уже продвигается как простая и эффективная стратегия для улучшения застроенной среды и увеличения инвестиционных возможностей. Так же увеличивается срок службы внутренних коммуникаций (отопления, вентиляции и кондиционирования).

Живые крыши разделяют на две группы: экстенсивную (необслуживаемую) и интенсивную (с обязательным уходом).

На плоских кровлях применяют озеленение интенсивного и экстенсивного типа. А вот на скатных можно применять только экстенсивного.

Кровля экстенсивного типа – автономна и почти не требует вмешательства человека, но такой тип не предусмотрен для пребывания и отдыха на нем. Для её озеленения используется мох и трава, имеющая горизонтальную корневую систему. Тонкий слой почвы (до 15 сантиметров) не сильно увеличивает нагрузку на перекрытие.

Интенсивный тип кровли дает возможность создавать уникальные ландшафтные дизайны для комфортного перемещения и отдыха, но требует постоянного ухода. Толстый слой почвы (от 20 сантиметров) позволяет высаживать кустарники и небольшие деревья. Это требует организации системы полива растения и создания экологических связей между ними.

Таблица 1

Сравнительный анализ различных видов озеленения крыш

Параметры сравнения	Интенсивный метод	Экстенсивный метод
Толщина почвенного слоя	от 20 см	6-15 см
Статическая нагрузка на перекрытия	от 300 кг/м ²	от 70-150 кг/м ²
Допустимые растения	Травянистые однолетние, многолетние, низкий кустарники или деревья	Травянистые однолетние и многолетние растения
Уход	Необходим	Почти не требуется

Особенность устройства зеленой кровли состоит из (рис. 2):

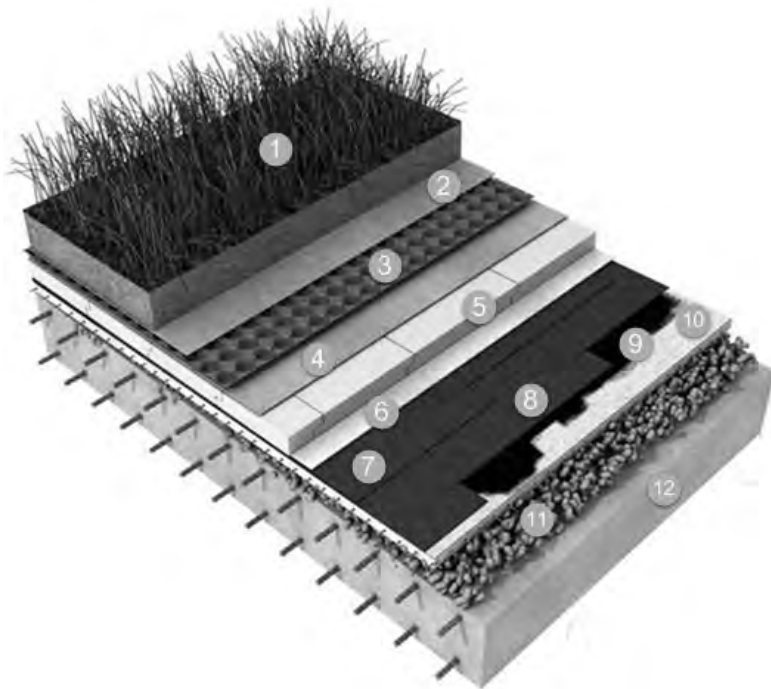


Рис. 2. Пример устройства зеленой кровли:

1 – плодородный грунт и растения; 2 – термоскрепленный геотекстиль (для удержания почвы); 3 – дренажный слой (для задержки оптимального количества воды растениям); 4 – термоскрепленный геотекстиль; 5 – утеплитель; 6 – иглопробивной геотекстиль; 7 – гидроизоляция; 8 – гидроизоляция; 9 – битумный праймер; 10 – цементно-песчаная стяжка; 11 – слой керамзита для создания уклона; 12 – железобетонное основание

Следовательно, перед строительством зеленой кровли нужно учитывать все климатические условия для правильной эксплуатации крыши. Чем здание выше, тем сила ветра будет больше, в таком случае нельзя высаживать большие деревья. Учитываются стороны света, солнечные и затенённые участки, по этому принципу высаживаются растения подходящие к этим требованиям.

Важным условием для интенсивного типа зеленой кровли является полив зеленых насаждений, он должен быть хорошо продуман и сделан в автоматическом режиме. Также для растений требуется освещение в темное время суток, поэтому перед строительством необходимо добавить в проект систему полива и освещения кровли.

Подводя итоги можно сделать вывод, что данная технология имеет колоссальные плюсы для того чтобы популяризоваться и развиваться во всем мире. В нашей стране такая технология только набирает популярность и потихоньку движется вперед улучшая экологию и жизнь людей в целом.

Библиографический список

1. Бутузова М. А., Кравцова Е. О. Озеленение крыш: достоинства и недостатки, виды, устройство // Вопросы технических наук в свете современных исследований: сб.ст. по матер. I междунар. науч.-практ. конф. № 1(1). – Новосибирск: СибАК, 2017. – С. 27–32.

2. Король Е.А., Шушунова Н.С. Организационно-технологическое моделирование процессов устройства кровельных покрытий с модульной системой озеленения // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 2. С. 250-261.

3. Малинина Т. А., Ткач Е. В. Зеленые крыши городского ландшафта // Молодой ученый. – 2019. – №48. – С. 74-76. – URL <https://moluch.ru/archive/286/64522>.

4. Теодоронский, В. С. Озеленение населённых мест. Градостроительные основы. М.: Академия, 2010. – 256 с.

5. Титова, Н. П. Сады на крышах [Текст]/Н.П. Титова. – М.: ОЛМА-ПРЕСС Гранд, 2002. – 112 с.

6. Сайт Строй подсказка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroy-podskazka.ru/krysha/zelenaya/>.

ИННОВАЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДОВ

*Трошкин Д.О., студент 3-го курса 21 группы ИЭУИС
Научный руководитель – Барabanова Т.А., доц., к.т.н.*

В 2020 году проблемы с экологией достигли своего пика. Перенаселение в мегаполисах, точечная застройка, увеличение количества автомобилей. Все это негативно влияет на качество воздуха в городах, а также на количество зеленых насаждений.

Меняется внешний вид производственных сооружений, они становятся более строгими, более высокими, интегрируются в окружающее пространство посредством связующего озеленения и благоустройства. Жилые микрорайоны, транспортные магистрали также должны интегрироваться, а иной раз и задавать облик окружающего пространства с помощью интересных решений по озеленению, потому что людям, проживающим в мегаполисе, зачастую не хватает чего-то естественного, какого-то «кусочка природы». Существуют различные перспективные способы озеленения такие как:

- 1) Вертикальное озеленение;
- 2) Озеленение высоких горизонтальных поверхностей (кровли);
- 3) Контейнерное озеленение.

Первые два способа: вертикальное озеленение и озеленение горизонтальных поверхностей считаются очень перспективными для любого города вне зависимости от плотности застройки. Эти способы также применяются и в малоэтажном строительстве. Они имеют много общего и много преимуществ. Преимуществами данных популярных способов будут:

- Уменьшение площади территорий, необходимых для высадки зеленых насаждений;
- Создание нового архитектурного облика города;
- Увеличение количества зеленых насаждений, следовательно, увеличивается поглощение углекислого газа;
- Улучшение качества воздуха;
- Сокращение теплопотерь и затрат на обогрев зданий в холодное время;
- Уменьшение количества воды, попадающее на землю в виде дождевых осадков и в результате таяния снега;
- Очищение дождевой воды, в том числе и от тяжёлых металлов;
- Озеленённые крыши служат в несколько раз дольше обычных, а также способствуют увеличению стоимости недвижимости.

Но даже при наличии стольких преимуществ у каждого из этих способов существуют свои недостатки. Например, у вертикального озеленения он следующий: ввиду природных катаклизмов при осуществлении вертикального озеленения путем рассада деревьев и кустарников на высотных зданиях зарождается опасность для жителей города при сильных порывах

ветра, ливнях и ураганах. А Основным недостатком озеленённых крыш можно считать большую начальную стоимость по сравнению с обычной крышей. Малинина Т. А. считает, что «Зеленые кровли в России пока не настолько распространены, как в Европе, но имеют все шансы стать одной из самых популярных тенденций. Использование растительного покрова вместо традиционного кровельного материала имеет ряд преимуществ, но и имеет недостатки». «Модель вертикального леса для Лозанны, Швейцария» - яркий пример вертикального озеленения. Архитектором этой модели является Стефано Боери (Италия).

Следующий способ, о котором хотелось бы рассказать это контейнерное озеленение. Посадка растений в контейнерах – очень удобный способ создания цветочных композиций. Существуют различные формы и приспособления, благодаря которым можно применить контейнерное озеленение: горшки, вазы, подвесные кашпо, настенные контейнеры и балконные ящики – такое разнообразие позволяет украсить сад и добавить красок в тех местах, где посадка в открытый грунт невозможна. Мобильность и компактность - основные преимущества данного способа. Благодаря этим преимуществам можно организовывать многоуровневые сады, как на наружной части зданий, так и внутри помещений. Это создает приятную атмосферу для человека, а также положительно влияет на окружающую среду. У данного способа, в принципе, нет каких-то существенных недостатков. За растениями так же нужно кому-то ухаживать, как и за любым другим зеленым насаждением вне зависимости от способа озеленения.

Помимо приведенных способов, стоит еще упомянуть о зарубежных примерах благоустройства и озеленения. В столице Южной Кореи – Сеуле – несмотря на плотную высотную застройку, большое количество людей и машин, имеется множество парков и удивительно чистый воздух. Удивительным решением по озеленению и благоустройству стала река Чхонгечхон. Мелководный ручей доставлял в прошлом немало хлопот из-за постоянных наводнений в сезоны дождей. Сначала вдоль этой реки строились хибары, после уже этот ручей и вовсе «спрятали» под землю и проложили поверх автомобильную дорогу. Но от перегруженного трафика дорога быстро задохнулась. И вот в 2005 году власть Сеула решила возродить реку, превратив ее в экологически чистую зону в центре столицы. Прозрачная и чистая река Чхонгечхон течет теперь под автомобильными эстакадами и пешеходными мостками вдоль застроенных улиц. А вокруг речного парка, протянувшегося на восемь километров, высится современный город, кажущийся умиротворенным в экологически чистой атмосфере. Жители исключительно положительно отзываются о данном речном парке.

В заключение хотелось бы сказать, что, несмотря на обилие способов озеленения, воплощение этих идей в жизнь идет в замедленном режиме. Многие считают это нецелесообразным. Стоит отметить, что при озеленении мегаполиса необходимо решить минимум две задачи. Первая – создать гармоничную, комфортную и экологически чистую среду обитания человека. Вторая – создать комфортную среду для жизни растений и деревьев.

Новые технологии озеленения должны к тому же учитывать такой аспект как экономический. Но эти задачи невозможно решить без помощи сознательности людей. Чтобы изменить мир – перемены нужно начать с себя самого!

Библиографический список

1. Теодоронский В.С. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы: учеб.пособие для студ.учреждений высш. Проф. Образования / В.С. Теодоронский, Г.П. Жеребцова. - М: Издательский центр «Академия», 2010. – 221-227 с.
2. Денисов, В.Н. Благоустройство жилых территорий / В.Н. Денисов, И.Н. Половцев, Т.В. Евдокимов. - СПб. : МАНЕБ, 2004. - 98 с.
3. Студенческая наука: первые шаги большого пути Москва, 19 октября 2018 г. «Виды озеленения крыш и типы покрытий, используемых при озеленении крыш». Чернышев А.В. – 213 с.
4. Сборник трудов V Научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых. 2019 «Применение озеленения кровли и вертикального озеленения в сложившейся городской среде» Зуева А.А., Забара А.А., Ярошик Ю.В.141-143 с.
5. Хакимова А. Р., Веденский А. С. Значение зелёных насаждений в городской среде // Юный ученый. – 2019. – №8. – С. 138-140.
6. Марченко М. Н., Давыдова Я. А. Современные способы озеленения в ландшафтном дизайне // Молодой ученый. – 2016. – №12. – С. 977-980.
7. Малинина Т.А., Ткач Е.В. Зеленые крыши городского ландшафта // Молодой ученый. – 2019. – №48. – С. 74-76.
8. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и природопользование / В.Ф. Протасов, А.В. Молчанов. - М. : Финансы и статистика, 1995. - 528 с.
9. Вертикальное озеленение городов мира. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://umniku.ru/arhitektura/vertikalnoe-ozelenenie-gorodov-mira-idei-dizajna/>.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ

*Шафеева С.И., студент 1-го курса 6 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Берлинова М.Н., доц., к.т.н.*

В настоящий период мониторинг технического состояния зданий и сооружений обладает комплект инструментов и методов для контроля над устойчивостью и прочностью конструкций и грунтов основания, динамики развития деформаций в период эксплуатации.

Всю систему мониторинга можно разделить на 4 основных блока. Разберем каждую по отдельности.

В первый блок входят инструменты и методы мониторинга напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов.

Для контроля динамики развития напряжений используют тензометрические датчики со струнно - акустическими, резистивными либо оптоволоконными сенсорами, которые регистрируют показания напряжений [1, 2].

Тензометрический датчик представляет собой металлический стержень, один конец которого жестко закреплен, а другой («рабочий») при деформации сжатия либо растяжения перемещается, изменяя длину датчика. Это приводит к изменению регистрируемых сенсором показаний. Так тензометрические датчики измеряют реальную величину относительной деформации, которые в дальнейшем, можно перевести в реальные величины механических напряжений. Тензометрические датчики позволяют контролировать развитие напряжений в конструкции на протяжении всего периода эксплуатации [3].

Второй блок мониторинга позволяет контролировать изменения перемещений основных элементов относительно друг друга. В него входят современные GPS-технологии, лазерные сканеры, наклономер и датчики перемещений.

Система GPS-мониторинга представляет собой расположенные по периметру зданий GPS-приемники. На основе базовых станций создают опорную сеть, определяют координаты контрольных точек и сопоставляют результаты измерений в отдельных точках. Таким образом, получают перемещение конструктивных элементов относительно друг друга.

Лазерные сканеры определяют пространственные координаты точек поверхности предмета путем изменения расстояния до всех точек с помощью лазерного безотражательного дальномера [4].

При измерении луч дальномера отклоняется от своего положения так, чтобы пройти через узел некой мнимой нормальной сети.

Наклономеры – это датчики наклона поверхности, используемые для измерений отклонения зданий от вертикали. Одноосные и двухосные наклономеры оснащены различными сенсорами.

Датчики наклона поверхности могут контролировать изменения угла наклона, а также равномерность изменения этого параметра по высоте. Датчики перемещений контролируют неравномерность распределения осадок конструкций здания по площади. Они представляют собой цепочку датчиков уровня, соединенные трубкой с контрольной емкостью.

Эти приборы измеряют расстояние между двумя контрольными точками, расположенные на двух гранях стыка либо трещины.

Третий блок подразумевает контроль состояния грунтового массива

Контроль изменения осадок грунтов производят при помощи таких установок, как экстенсометр и экстензометр. Различаются они тем, что первый производит контроль послойных осадок, а второй – общих (суммарных) осадок.

Экстенсометр - это система, состоящая из гофрированной трубы, внутренней трубки доступа и набора магнитных колец.

После установки экстенсометра определяют начальное положение магнитных колец и измеряют величины их смещений относительно начального положения [5].

Экстензометр состоит из анкера, оборудованного системой осадочного базиса, и контрольного оголовка с электрической или оптической нивелировкой подъемного стержня, которая обеспечивает запись суммарной осадки грунта в автоматическом режиме.

Торцевой конец анкера прикреплен в несжимаемых породах, при осадке здания подъемный стержень поднимается и это смещение соответствует общей деформации грунтовой толщи между основанием и коренными породами [6].

Контроль горизонтальных перемещений грунтов производится при помощи портативного инклометрического зонда. Зонд инклометра предполагает металлический стержень с роликами, которые оборудованы двухосным компенсационным сенсором. Зонд присоединяется к катушке провода и опускается в скважину, обсаженные специальными инклометрическими колоннами [7].

Измерения давления на грунт осуществляется при помощи датчиков давления, устанавливаемых на грунт в основании сооружения – под фундаментную плиту [8].

Камера давления состоит из двух жестких пластин, сваренных вместе. Давление, воспринимаемое камерой, передается на мембрану измерительного элемента. Сенсор, подсоединенный к измерительному элементу, преобразует давление в электрический сигнал. Показания датчиков позволяют получить пространственную картину распределения давлений от здания на грунт [9].

Для измерения колебаний уровня грунтовых вод используют различные инструменты от простых уровнемеров до пьезометров. Уровнемеры – портативные приборы с резистивным зондом, которые подключаются к сигнальному кабелю. Когда опускаемый зонд касается воды, активизируются звуковой сигнал и световой индикатор. Вдобавок к этому, зонд обла-

дает встроенным датчиком температуры. Он может применяться для замера температуры на различных глубинах.

Если необходимо наблюдать за более глубокими водоносными горизонтами применяют пьезометры с электрическим, пневматическим, либо струнным сенсором. Пьезометры измеряют уровни водоносных горизонтов и поровое давление в грунтах [10].

Четвертый блок мониторинга посвящен измерению собственных частот колебаний здания [11]. Мониторинг колебаний конструкций здания можно разделить на 3 группы:

- возбуждение колебаний - ударами различной силы по зданию или в близости от него;
- действие на здание микросейсм с последующей регистрацией и корреляционной обработкой;
- постоянное присутствие пульсаций атмосферного давления.

Регистрируются пульсации давления и микросейсмы по трем компонентам (X, Y, Z).

В заключение стоит отметить, что система мониторинга должна включать в себе набор измерительных средств, позволяющих осуществлять контроль над разными параметрами здания в целом, что позволит получать более достоверные сведения о состоянии сооружения. Выбор оборудования следует определять, отталкиваясь от архитектурного и конструктивного решения здания, результатов физического, а также результатов инженерно-геологических изысканий. Основную часть инструментов мониторинга следует устанавливать в грунтовый массив основания, конструктивные элементы фундаментной плиты и первых этажей здания, в связи с тем, что нижняя часть испытывает максимальные по величине нагрузки. И в дополнение мониторинг должен функционировать в автоматическом режиме, так как развитие деформаций могут происходить с высокой скоростью.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Госстандарт РФ, 2011.
2. Калинин А.А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2017.160с.;
3. Оборудование/ Веб-сайт ООО «Геодата Плюс». URL: <http://www.geodataplus.ru/products/>.
4. Землянский А.А. Обследование и испытание зданий и сооружений: Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2014.240 с.;
5. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями и дополнениями): Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ. М.: ГД ФС РФ, 2009.
6. Dyke S.J., Bernal D., Beck J.L., Ventura C. An experimental benchmark problem in structural health monitoring text // Proceedings of the 3-d International Workshop on Structural Health Monitoring. Stanford, CA, 2001. 10 p.

7. Farrar C.R., Doebling S.W., Nix D.A. Vibration-based structural damage identification // The Royal Society. 2001. № 359. P. 131–149.
8. Lynch J.P. An overview of wireless structural health monitoring for civil structures // The Royal Society. 2007. № 365. P. 345–372.
9. Wenzel H., Pichler D. Ambient vibration monitoring. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd, 2005. 291 p.
10. Worden K., Farrar C.R., Manson G., Park G. The fundamental axioms of structural health monitoring // The Royal Society. 2007. № 463. P. 1639–1664.
11. Дементьева М.Е. Многокритериальная оптимизация при выборе рационального решения утепления фасада в процессе планирования капитального ремонта зданий // Научное обозрение. 2016. №1. С. 8-12.

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА ПРИ РЕНОВАЦИИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

*Шашина Д.В., студентка 3-го курса 21 группы ИЭУИС
Научный руководитель – Барбанова Т.А., доц., к.т.н.*

Понятие «транспортная система» подразумевает под собой совокупность транспортных предприятий, транспортных средств, а также способов управления ими. Единая транспортная система – это залог гармоничного развития и функционирования всех видов транспорта в целях удовлетворения транспортных потребностей при наименьших затратах [1].

У нас принято обращаться в любых вопросах к зарубежному опыту и искать пути решения подобных проблем там. Наиболее яркими представителями оживлённого транспортного потока, на мой взгляд, являются Япония и Китай [2].

До проработки этой темы думала, что за рубежом точно нашли решение этой проблемы.

Если речь идёт о городах, с населением больше миллиона человек, так называемых ещё мега-городах, то решение не удалось найти и так по сей день. Проблема перенасыщенности транспортных сетей актуальна абсолютно для всех городов, как никогда [3].

Почему так происходит? Сформулируем основные проблемы транспортных систем городов [4]:

- Рост количества автомобилей у населения;
- Повышение уровня использования индивидуального транспорта;
- Низкая эффективность городского пассажирского транспорта;
- Увеличение потребности жителей города в перемещениях;
- Отличие между автомобилизацией и темпами дорожного строительства;
- Градостроительно-планировочные проблемы развития территории городской застройки.

Среди ранее предпринятых попыток решения этой проблемы можно выделить следующие [5]:

1. Для увеличения пропускной способности города подойдёт расширение и увеличение количества полос движения. Однако, градостроительно-планировочный облик города был запланирован под другое количество транспортных средств и расширить проезжую часть теперь без нанесения соизмеримого урона не выйдет. Решение одно – нужно сносить дома, а затем переселять людей в жильё, не уступающее по качеству и местоположению прежнему. Такого жилья предоставить всем собственникам не смогут. Живём в век приватизации и всё понимаем, если речь идёт о Москве. Очевидно, что на пути осуществления этого решения встретится ещё ряд проблем. Одна из которых – это большое количество строений, являющихся архитектурными памятниками. Живём в век приватизации и всё понимаем, если речь идёт о Москве.

2. Внедрим принципиально новые транспортные средства и сделаем систему пассажирского транспорта настолько доступной и простой, чтобы личный транспорт стал не такой необходимостью? Основной проблемой городского общественного транспорта является сильная изношенность и недостаточные темпы обновления подвижного состава. На его замену или обновление требуется огромное количество финансовых средств. Такого количества средств в бюджете города нет, поэтому этот процесс идёт, но очень медленно. Однако эффект от него уже можно наблюдать.

Новым решением, чтобы в корне изменить восприятие городской транспортной системы, вижу следующее: нужно всевозможными методами привлекать информационные технологии и развивать с помощью них уже имеющуюся транспортную систему [6].

Как мы можем наблюдать, в последнее время интенсивность движения транспорта на дорогах сильно возросла и последствием этого является постоянное возникновение пробок и заторов, появление которых нам поможет предотвратить интеллектуальная система управления транспортными потоками (далее ИСУТП).

Работа системы ИСУТП направлена на максимальную разгрузку перекрёстков и максимальное повышение безопасности городского движения.

Данная система осуществляет сбор информации о движении ТС через пункты видео-фиксации города, оснащённые видеокамерой, проводит анализ данных, принимает меры по обеспечению нормализации движения транспорта в автоматическом или полуавтоматическом режиме. На основе данных переданных с видеокамер в центральную базу данных, система составляет общую картину интенсивности движения транспорта в масштабе города и проводит анализ сильно загруженных перекрёстков.

Для каждого пункта видео-фиксации система вычисляет среднюю скорость потока в каждом направлении, количество автомобилей, проехавших на разрешающий сигнал светофора, количество автомобилей ожидающих разрешающего сигнал светофора. ИСУТП записывает информацию по каждому ТС проезжающему мимо (цвет, модель, номер и другую информацию) [7].

Система позволяет не только включать и выключать светофоры, но и изменять длительность запрещающего и разрешающего сигнала, а также время цикла любого светофора в городе. Рассмотрим порядок работы ИСУТП в разных ситуациях.

1. Авария.

Система передаёт на пост ГИБДД сигнал и видеозапись случившегося, изменяет цикл работы светофора, меняет направление транспортного потока или вовсе блокирует движение в одном из направлений.

2. Пробка.

Если система обнаружила загруженность перекрёстка, то в начале, проверяет загруженность перекрёстков на соседних улицах. Если улицы относительно свободны, то система увеличивает время разрешающего сигнала светофора в направлении этих улиц. Может увеличить и в направлении других при необходимости.

3. Плановые ремонты дорог (масштабные демонстрации, крупные аварии).

В этом случае ИСУТП заносит список плановых ремонтов дорог с указанием длительности и масштаба ремонта, затем строит график и составляет объездной маршрут для транспортных средств.

Данная система является мощным и интеллектуальным инструментом для повышения пропускной способности и безопасности городского движения.

Очевидно, что при плотной застройке современных городов в период реновации такая система становится единственно верным средством, а также максимально недорогим и логичным.

Библиографический список

1. Семенов В.В. Смена парадигмы в теории транспортных потоков, Препринт № 46, Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша, РАН, 2006.

2. Швецов В. И. «Математическое моделирование транспортных потоков».

3. Lighthill M. J., Whitham G. B. On kinematic waves: II. Theory of traffic flow on long crowded roads. // Proc. R. Soc. London, Ser. A. 1955. V. 229. P. 281-345.

4. Морданова И.С. Информационно-аналитическая система для управления городскими транспортными потоками в режиме реального времени // Круглый стол, 2016. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=iu7Ejnut1Uw>.

5. Муравьева Н. А., Николаев И. С., Казбаев М. Х. Анализ проблем управления городскими транспортными системами // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 35. – С. 86–90. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95571.htm>.

6. ГОСТ Р 56351-2015 Интеллектуальные транспортные системы. Косвенное управление транспортными потоками.

7. Дементьева М.Е., Петров П.В., Попов А.А. Задачи развития рекреационных зон в условиях сложившейся застройки городов // Естественные и технические науки. 2014. № 9-10 (77). С. 465-467.

СЕКЦИЯ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИФТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Агешин А.Д., Герман Н.И. студенты 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Харламов Е.В., доц., к.т.н.*

В настоящее время лифтовое оборудование претерпевает видоизменения с целью экономии пространства (в здании появляется пространство для более разумного использования), экологичности и экономичности, а также для удобства монтажа и обслуживания лифтового оборудования.

Лифтом называется стационарная подъёмная машина периодического действия, предназначенная для подъёма и спуска людей и (или) грузов в кабине, движущейся по жёстким прямолинейным направляющим. [1]

Привычная лифтовая конструкция предусматривает наличие машинного отделения, но на данный момент все чаще используются усовершенствованные модели, не включающие этот элемент (рис. 2). Они имеют компактные размеры, легко устанавливаются. Повышенная эргономичность и комфорт, удобство в эксплуатации – не единственные преимущества перед их предшественниками, благодаря которым эти варианты лифтов завоевывают все большую популярность.

У застройщиков при выборе модели лифта для здания, столкнувшихся с такой конструкцией, сразу возникает много вопросов по поводу практичности и качества таких вариантов по сравнению с традиционными лифтами. Эти вопросы возникают из-за отсутствия полных данных о характеристиках нового устройства, относительно недавно появившегося на отечественных рынках.

Машинное помещение (рис. 1) – это часть лифтового пространства, специально предназначенного для размещения необходимого оборудования, обеспечивающего стабильность работы системы. Оно включает в себя: подъемное приспособление – лебедку, управляющие механизмы, регулирующее скорость устройство, генераторы и двигатели, трансформатор. Классический размер машинного отсека должен быть достаточно большим для правильного размещения всех перечисленных устройств с удобным доступом ко всем элементам, необходимым для проведения ремонта и профилактических работ. Место расположения этого помещения зависит от разновидности модели и может находиться в верхней или нижней части лифта. [2]

Оптимальные параметры:

- Высота не менее 180 сантиметров.
- Платформа для доступа к лебедке и двигателю – от полуметра.
- Квадратная площадка при входе площадью 1 м^2 .

Исходя из указанных размеров наглядно видно, что машинный отсек лифта требует значительного пространства, делая конструкцию массивной и сокращая свободное место в здании, в котором она расположена. Поэтому альтернативными моделями выступают прототипы без машинных отделений.

Новое поколение лифтов появились после разработки и внедрения в сферу новых подъемных устройств с компактными размерами и не имеющих редуктора.

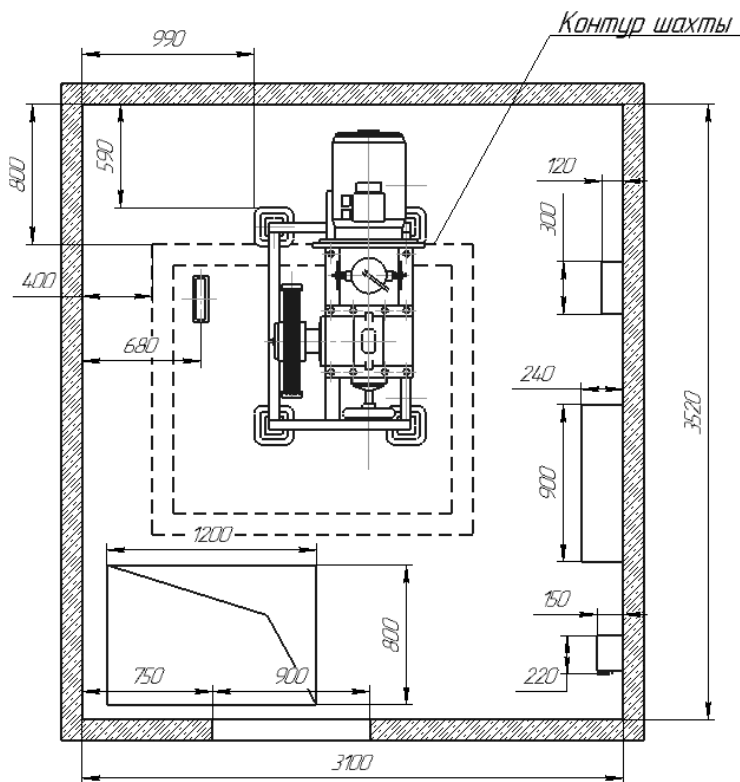


Рис. 1. Машинное помещение лифта

Это нововведение дало возможность уменьшить объемы машинных отделений, освободив дополнительную площадь здания для более рационального ее использования.

Подъемные механизмы такой конструкции все чаще вытесняют классические модели и применяются в различных лифтовых конструкциях не зависимо от назначения, размеров и скорости передвижения лифтов.

Все крупные компании в этой области отдадут предпочтение конструированию и производству усовершенствованных моделей без машинного отделения. Часть из них берут за основу усовершенствованные приводы, другие не боятся экспериментировать с расположением элементов в кабине корпуса. В результате таких активных и многочисленных разработок на рынках по всему миру стало появляться множество различных моделей лифтов такого типа.

Лифтовое оборудование, в котором не предусмотрено машинное отделение, приобретает все большую популярность и спрос благодаря целому ряду характеристик, имеющих преимущество перед классическими моделями:

- Увеличение полезной площади.

Лифты с машинным помещением уступают в компактности лифтам без машинного помещения. Отсутствие машинного помещения обеспечивает экономию пространства здания, позволяя осуществить смелые архитектурные решения с более разумным применением свободного пространства. Так же проявляется существенная экономия на этапе строительства (не нужно отстраивать машинное помещение)

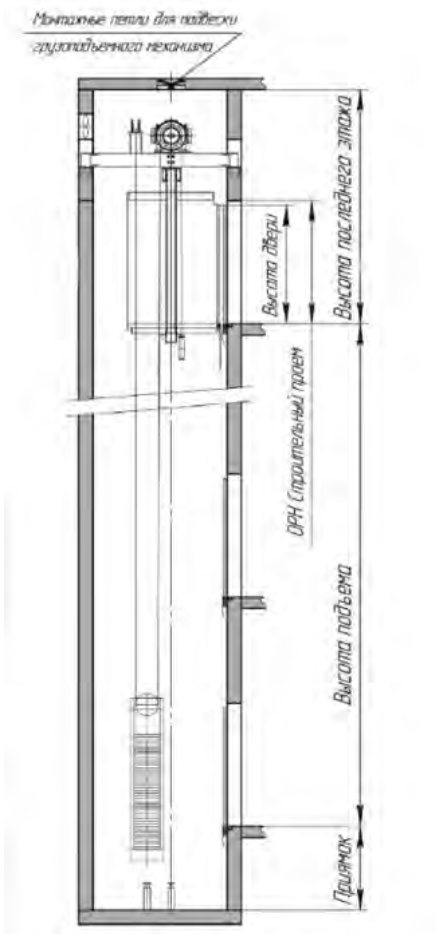


Рис. 2. Лифт без машинного помещения

- Простая и быстрая установка.

Основными составными частями лифта являются: лебедка, кабина, противовес, направляющие кабины и противовеса, подвеска кабины и противовеса, двери шахты, ограничитель скорости, узлы и детали приямка, электрооборудование и электроразводка.

Монтаж лифтов без машинного помещения имеет ряд отличительных особенностей по сравнению с монтажом лифтов с машинным помещением. Начнем с того, что многие работы в шахте выполняются с настилов, что требует особого подхода к работе. Кроме того, перед началом монтажа необходимо убедиться, что строительная часть здания соответствует требованиям, необходимым для установки лифтов именно этого модельного ряда.

В связи с тем, что лифт устанавливается в менее просторную шахту, по сравнению с другими лифтами, необходимо проконтролировать ее размеры и отклонения ограждения шахты от вертикали по всей высоте. Кроме того, в плите перекрытия должны быть предусмотрены монтажные крюки, которые будут необходимы при монтаже лифтового оборудования.[1]

Монтажные работы гораздо удобнее проводить, когда отсутствует верхнее перекрытие шахты лифта, при помощи строительного крана. В случае, если такой возможности нет – лифт монтируется в следующей последовательности: Установка кронштейнов крепления направляющих кабины и противовеса в шахте на всю высоту подъема в соответствии с монтажными чертежами. Монтаж данных деталей производится с настилом.

Следующим этапом выполняется монтаж направляющих, начиная сверху. Как и монтаж кронштейнов, монтаж направляющих осуществляется с настилов. Этот этап очень важен, так как впоследствии в верхней части шахты к направляющим будут прикреплены элементы подвески и подлебедочной рамы. Указанные элементы крепятся к направляющим при помощи болтовых соединений, а также к стене шахты при помощи кронштейнов. Стоит уделить внимание точности установки данных деталей по уровню, т.к. от этого будет зависеть скорость износа канатоведущего шкива и комфорт при проезде в купе.

Следующим этапом монтажа лифта является установка лебедки на подлебедочную раму. При помощи, подвешенной на монтажном крюке ручной или электрической тали, лебедка поднимается до того уровня, когда можно будет закрепить при помощи оси монтажную плиту и подлебедочную раму. Затем плита поднимается на оси, там же лебедка откручивается от монтажной плиты и перемещается на подлебедочную раму и закрепляется. Так происходит монтаж лебедки, которая устанавливается на уровне верхнего этажа в шахте лифта, но нынешние разнообразные конструкции приводов лифта могут отличаться в монтаже на данном этапе. Например, существуют лифты, привод которых расположен на самом каркасе кабины, позволяя избежать установку лебедки на уровне верхнего этажа на настилах (повышение безопасности труда), тем самым конструкция позволяет собирать кабину и устанавливать на нее привод на уровне нижнего этажа на одном этапе сборки.

Сборка противовеса и кабины лифта осуществляется в зоне крайнего нижнего этажа при помощи подставок, которые обязаны выдерживать вес полностью загруженной кабины для безопасного проведения работ.

После сборки кабины и противовеса идет процесс запасовки. Для этого кабину лифта поднимают на уровень верхнего этажа с помощью тали, подвешенной на монтажном крюке, и закрепляют на направляющих с помощью специального устройства. Далее происходит запасовка тяговых канатов. Для дальнейшего безопасного проведения работ устанавливают ограничитель скорости, натяжное устройство и канат ограничителя скорости, соединив его с системой ловителей лифта.

По окончании вышеперечисленных работ, производится монтаж оставшихся элементов: элементы электроразводки, шунты, датчики, двери шахты, обрамление дверей шахты, оборудование приямка и т.д. Монтаж данных узлов не отличается от монтажа аналогичных узлов других типов лифтов.

- Экономный расход электроэнергии.

В лифтах без машинного помещения используются безредукторные лебедки на основе синхронного электродвигателя с постоянными магнитами. У данных лебедок повышенные энергосберегающие параметры, суммарное потребление электроэнергии по сравнению с редукторным главным приводом снижается на 30% за счет: отсутствия затрат электроэнергии для намагничивания, КПД двигателя 90%, обеспечивается низкий пусковой ток, тепловые потери энергии снижаются в 3 раза.

- Экологичность.

Экологичность лифтов достигается за счет использования безредукторного привода, в котором отсутствует масло (экономия масла за срок службы лифта составляет 250 литров). Так же это снижает затраты на техническое обслуживание.

- Комфорт и безопасность.

Комфорт в кабине лифта и здании, в котором он установлен, обеспечивается более низкими шумовыми характеристиками (уровень звука в кабине снижен до 55 дБ).

Таким образом, лифты, не имеющие машинного отделения, значительно превосходят своих предшественников по всем характеристикам и являются более перспективными и востребованными, нежели лифты с отдельным помещением для лифтового оборудования.

Библиографический список

1. Волков Д.П. Лифты. – М.: Изд-во АСВ, 1999. – 480 с.: ил. – С. 278-328.
2. Учебник для нач. проф. образования / С. Б. Манухин, И. К. Нелидов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с. - С. 8-10.
3. Лобов Н.А. Пассажи́рские лифты. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999.

4. Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов. – М.: Госгортехнадзор, 1992.
5. Крагельский И. В., Михин Н. М. Узлы трения машин. – М.: Машиностроение, 1984.
6. Волков Д.П., Ионов А.А., Чутчиков П.И. Атлас конструкций лифтов. – М.: Машиностроение, 1984. – 60 с.
7. Сайт Могилевского лифтостроительного завода [Электронный ресурс]. – М.: ОАО Могилевлифтмаш, – Режим доступа: <https://liftmach.by>, свободный.
8. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
9. Густов Ю.И., Кенарейкин В.Е. Обследование пассажирского лифта с использованием метода магнитной памяти металлов // Подъемно-транспортное дело. 2017. № 2-3 (89). С. 25-26.
10. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А. Экспериментальные исследования высокочастотных колебаний кабины лифта // Механизация строительства. 2011. № 12 (810). С. 17-20.
11. Kaytukov B. Sustainable limitation of high-frequency oscillations of elevator cabin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2017. С. 012193.
12. Степанов М.А., Кайтуков Б.А. Обеспечение безопасности подъемников при эксплуатации // Техника и технология транспорта. 2019. № S (13). С. 43.
13. Котельников В.С., Плавельский Е.П. Особенности технического регулирования подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин в евразийском экономическом союзе // Строительные и дорожные машины. 2016. № 1. С. 2-5.
14. Мечиев А.В., Севрюгина Н.С., Степанов М.А. Общеметодологический подход к оценке риска обеспечения конструктивной безопасности лифтов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 4. С. 24-29.
15. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

МОДУЛЬНЫЙ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДА

*Андреева П.О., студентка 4-го курса 42 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кайтуков Б.А., доц., к.т.н.*

При строительстве автомобильных дорог применяют различное технологическое, энергетическое и вспомогательное оборудование для выполнения операции по приготовлению горячих, холодных и литых смесей на асфальтобетонных заводах. Строительство автомобильной дороги предполагает доставку различных материалов, смесей, дозировании смешивания компонентов и вяжущих материалов при производстве смесей. Приготовление асфальтобетонных смесей на месте ее укладки складывается из следующих технологических операций: сушки и подогрева каменных материалов, сортировки их фракциями, дозирования минеральных и вяжущих материалов, перемешивания компонентов смеси и выдачи товарной смеси. Для товарной бетонной смеси местоположение асфальтобетонного завода имеет актуальное значение. Выбор места и производительность должны обеспечивать наиболее низкую стоимость асфальтобетонной смеси на месте ее укладки. Кроме того, от рационального выбора места асфальтобетонного завода на дороге зависит успех работы завода, сроки строительства и качество товарной бетонной смеси. Учитывая технологические особенности бетонов, приближение рабочих участков дороги к заводу, решается вопрос о своевременной доставке горячих смесей сохраняя качество, уменьшая время доставки смеси и снижая остывание ее в пути. На оптимальные сроки строительства дороги влияет и такой фактор, как быстрота сборки заводского оборудования.

По принципу работы технологического оборудования заводов их разделяют на циклические и непрерывные. На заводе циклического действия используют установки периодического действия и порционные дозаторы для дозирования компонентов смеси. Операции дозирования на заводах непрерывного действия, перемещения и выдачи готовой смеси совмещены во времени. По мощности асфальтосмесительных установок заводы разделяют на следующие типы: малой – до 40 т/ч; средней – 50 – 100 т/ч; большей производительности – 150 – 350 т/ч. По компоновке технологического оборудования завода установки делят на башенные и партерные, причем более широкое распространение получили башенные. А по степени инвентарности различают установки трех типов: стационарные, сборно-разборные и мобильные. Строительство современных дорог ставит перед машиностроителями задачи по ускорению сроков сдачи дорог, повышение их качества и снижении затрат при производстве и доставке материалов и смесей. Эти задачи на первый план выдвигают актуальность рационального размещения по строящейся дороге и быстроте возведения заводов. В настоящее время различные отечественные и зарубежные фирмы предлагают различные по назначению и номенклатуре блок-модульные мобильные бе-

тоносмесительные установки, которые в зависимости от их производительности возводятся за 2-5 дней. Блок-модуль базируется на морском или железнодорожном контейнере, оснащен в зависимости от назначения, различного объема емкостями, дозаторами, смесителями и другим оборудованием для подачи электричества и воды. Доставка к месту расположения завода производится на большегрузных автомобилях или специальных платформах, при монтаже модулей, в зависимости от производительности завода, участвует 2-3 оператора и крановщик с краном грузоподъемностью более 16 т. Принимая за основу вертикальное исполнение мобильного бетоносмесительного узла асфальтобетонного завода, монтаж из унифицированных блок-модулей существенно сокращает сроки строительства дороги, а мобильность позволяет повысить качество применяемых смесей, за счет оптимального расположения узла. Бетоносмесительный узел завода комплектуется из унифицированных блок-модулей следующих типов: блок-модуль на базе контейнера с расположенным в нем емкостями до 10 м^3 (3-5) для различных материалов; блок-модуль на базе контейнера с дозаторами для различных компонентов смеси и блок-модуль со смесителями. Вода подается из специальной емкости или водоема, если электричество подведено, то смесители и другое оборудование будет с электроприводом.

При отсутствии электроэнергии применяют двигатели внутреннего сгорания (ДВС) и генераторы. Контейнеры ставятся один над другим, между собой они соединяются специальными замками, далее разворачиваются боковые стенки, которые образуют рабочие места операторов бетоносмесительного узла. Материалы подаются конвейерами, а за счет вертикального расположения оборудования, материалы под собственным весом по трубопроводам подаются к соответствующим технологическим точкам.

Важным является вопрос подбора технологического оборудования для отдельных модулей. Пространство в контейнерах и размеры имеют определенные значения, поэтому при выборе оборудования необходимо исходить из условия производительности бетоносмесительного узла, энергетической оснащенности и близости воды. Оборудование должно быть унифицированным, любое сочетание модулей должны обеспечивать мобильность и быстроту сборки, обеспечивать качество смеси.

Рост потребностей в товарных бетонах, создание прогрессивных видов смесей выдвигает на первый план решение вопросов интенсификации процесса перемешивания компонентов в смеси, расширение номенклатуры бетоносмесителей и их приводов, создание модульных конструкций бетоносмесителей.

Использование принципов унификации при создании бетоносмесителей обеспечивает снижение трудоемкости конструкторной и технологической подготовки производства и повышение их надежности. Перспективной представляется концепция блочно-модульного конструирования на базе унифицированных бетоносмесителей и другого оборудования завода. Сущность его состоит в создании разнообразных сложных систем различного функционального назначения из оптимального количества типоразме-

ров блок-модулей. Модульный принцип – агрегатирование, более высокий уровень стандартизации, поскольку в основе его явлений создание унифицированных блок-модулей, имеющие требуемые заранее определенный запас надежности и технического уровня.

Во многих исследованиях проводились работы по разработке унифицированных блок-модулей и машин из них [1, 2, 3]. Проводились работы по созданию унифицированных гравитационных смесителей и бетоносмесителей принудительного действия с планетарными блок-модулями, основные характеристики представлены в [1, 2, 3, 4]. Для завода с производительностью от 40 – 100 т/ч, можно рекомендовать бетоносмесители как с электрическим приводом, так с ДВС. По своим размерным характеристикам они могут размещаться в контейнерах и составлять блок – модуль отдельного технологического процесса при производстве смесей. В качестве примера, можно предложить смесители гравитационные СБ-91; СБ-153; СБ-103; СБ-162 и принудительного действия СБ-141; СБ-146; СБ-152; СБ-138, некоторые из них с ДВС.

Модульный принцип позволяет осуществлять быстрый монтаж, конструкции модулей простые и в эксплуатации практичны. За счет одновременного монтажа и подвода воды и электричества сроки сборки узла существенно сокращаются. Применяя более современную систему автоматического дозирования компонентов и приготовления смеси, повышается производительность и качество смеси. Система позволяет дозировать до 3х компонентов и высокую точность дозировки. Ленточные транспортеры длиной от 5 до 7 м дают перемещать материалы к емкостям, а винтовой конвейер подачу цемента. Смесители можно устанавливать горизонтальные.

Библиографический список

1. Кайтуков Б.А., Скель В.И., Горяйнова П.О. Гравитационные бетоносмесители с унифицированными механизмами привода // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 2. С.137-143.
2. Кайтуков Б.А., Скель В.И., Горяйнова П.О. Разработка унифицированных механизмов привода бетоносмесителей принудительного действия// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 4. С.151-153.
3. Ядыкина В.В., Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Тагарифуллин Р.Р. Использование отхода обогащения магнититовых кварцитов в качестве минерального порошка при производстве асфальтобетонных смесей // В сборнике: Научные технологии и инновации. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. С.129-133.
4. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.
5. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.

6. Sharapov R.R., Ovsyannikov Yu.G., Boychuk I.P., Agarkov A.M., Prokopenko V.S. Research of aerodynamics of recirculation systems with forced aspirated air // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 21. С. 42707-42713.

7. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Харламов Е.В. Совершенствование конструкций пылеочистного оборудования // Системные технологии. 2018. № 4 (29). С. 96-100.

8. Агарков А.М., Харламов Е.В. Разработка аспирационного оборудования для производства дорожно-строительных материалов // В сборнике: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. 2018. С. 22-26.

9. Sharapov R., Agarkov A. Determination of the aerodynamic characteristics of a concentrator with adjustable parameters // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 03014.

10. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. Определение оптимальных скоростей движения лопастей роторных бетоносмесителей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 3. С. 80-84.

11. Kaitukov B., Stepanov M., Kapurin P. The choice of concrete mixers for the concrete preparation // В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 06016.

12. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. К вопросу производительности и унификации гравитационных бетоносмесителей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 138-143.

13. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. Определение оптимальных скоростей движения смесительных барабанов гравитационных смесителей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 12. С. 147-152.

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

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОВШЕВЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

*Аюпов И.Ф., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

В настоящее время наблюдается постоянный рост количества и темпа строительных работ, в связи с этим все чаще входят в тенденцию способы организации строительства при которых совмещаются разные типы строительный работ. В частности, одной из важнейших частей является разработка грунта, а значит растет спрос на машины для земляных работ.

Одной из важнейших строительных машин является - фронтальный погрузчик. Данная машина предназначена для погрузки разработанного грунта или сыпучего строительного материала в грузовой автомобиль, для дальнейшей транспортировки. В работе фронтального погрузчика один из важнейших показателей, на ряду с надежностью и ремонтпригодностью, это производительность. Производительность фронтального погрузчика зависит от его грузоподъемности и мощности. Но часто в работе с сыпучими материалами нам важен объем и скорость с которой мы можем совершить цикл загрузки грузовой транспортной машины, тогда так же важной характеристикой является объем ковша фронтального погрузчика. Так как, зачастую, грузоподъемность и объём ковша машины ограничена конструктивно, а плотность различного грунта и материала может отличаться друг от друга от 20% до 3 раз, то производительность машины и ее грузоподъемность может быть использована не рационально, от чего пострадает скорость и соответственно вырастет стоимость строительства.

Решение данной проблемы было предложено и подробно описано в патенте нацеленном на решение задачи по увеличению производительности. Сергеева Нина Дмитриевна Рабочее оборудование фронтального погрузчика свидетельство о государственной регистрации ПрЭВМ, рег. № RU 190426 U1. Данный патент предлагает изменение конструкции рабочего оборудования фронтального погрузчика, в результате чего объем ковша машины может динамически изменять диапазон объема.

Главная особенность описанной, в указанном выше патенте, конструкции заключается в том, что она позволяет гибко изменять рабочий объем ковша фронтального погрузчика. Данная модель состоит из двух подвижных частей, соединенных шарнирно, данные подвижные части при помощи гидравлической установки, посредством подачи и нагнетания жидкости в полость гидроцилиндра, изменяют своей положение, раскрываясь две «челюсти» увеличиваю объем в образованном между собой пространстве. Заявляемая конструкция решает задачи расширения технологических возможностей и повышения производительности погрузчика за счет гибкого изменения вместимости ковша и обеспечения более эффективной отвалной разработки и перемещения грунта и других материалов.

Решение похожей проблемы, так же описаны в патентах других ученых. Репин Сергей Васильевич RU 184291 U1. Данный патент предлагает такой же принцип увеличения объема ковша за счет взаимного раздвижения створок ковша. Но также имеет свою особенность, которая заключается в более простой конструкции, но также данное решение не позволяет динамически изменять объем рабочего оборудования.

В результате повышается производительность и универсальность рабочего оборудования за счет гибкого увеличения емкости ковша с помощью поворота управляемой верхней стенки снабженной боковыми стенками и возможностью приспособления к выполнению отвальных работ.

Рабочее оборудование фронтального погрузчика содержит стрелу 1, которая осью 2 шарнирно соединена с ковшом, состоящим из днища 3 с ножом 4, боковых 5 и задней 6 стенок. Боковые стенки 5 в задних верхних частях шарнирно соединены осями 7 с боковыми стенками 8 верхней подвижной стенки 9 ковша. В передней части на верхней подвижной стенке 9 установлена проушина 10, соединенная со штоком гидроцилиндра 11, установленного в проушине 12, закрепленной на задней стенке 6 ковша.

Рабочее оборудование фронтального погрузчика работает следующим образом. В начале работы, когда шток гидроцилиндра 11 поворота верхней подвижной стенки 9 ковша полностью выдвинут из его корпуса, ковш погрузчика имеет минимальную вместимость, при которой погрузчик может вести эффективную работу по разработке и погрузке плотных и связных грунтов и других подобных материалов. При втягивании штока гидроцилиндра 11 поворота верхней подвижной стенки 9 ковша, происходит ее поворот по часовой стрелке, при котором увеличивается вместимости ковша вплоть до максимального значения в момент окончания втягивания штока гидроцилиндра 11. Это позволяет вести дальнейшую более эффективную разработку и погрузку менее прочных и связных грунтов, других подобных материалов за счет повышения производительности погрузчика. Боковые стенки 8 верхней подвижной стенки 9 предотвращают просыпание материала из ковша при работе. Когда такой ковш используется при отвальной разработке и перемещении материала, верхняя подвижная стенка 9 ковша будет располагаться над образующейся призмой волочения, выполняя функцию отвального (бульдозерного) козырька, что увеличивает возможный объем призмы волочения и уменьшает потери перемещаемого материала. Все это также будет вести к повышению производительности погрузчика.

Данная конструкция позволит повысить эффективность производства работ, которая складывается из увеличения производительности (за счет гибкого изменения конфигурации ковша) в среднем от 12 до 18%.

Формула производительности:

$$P_T = 60 \cdot q \cdot K_n \cdot K_p' \cdot n,$$

где q - вместимость ковша, m^3 ; K_n - коэффициент наполнения ковша; K_p' - коэффициент приведения объема рыхлого грунта к первоначальному объему

му в состоянии его естественной плотности; n – число циклов в минуту в конкретных условиях забоя.

Исходя из приведенной выше формулы, путем динамического увеличения объема ковша, можно решить задачу увеличения производительности.

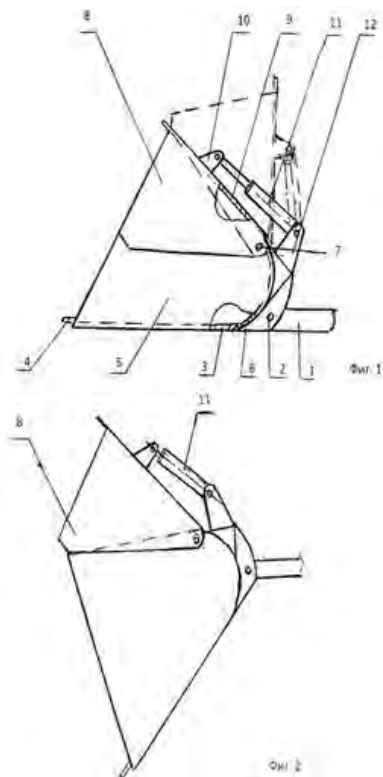


Рис. 1. Ковш фронтального погрузчика

Современные тенденции роста количества строительства и повышенных требований к скорости строительства сильно меняют требования, представляемые к строительной технике. Урбанизация сельской местности и быстрое развитие инфраструктуры ставит новые задачи перед инженерами, архитекторами и строителями. Эти тенденции вынуждают инженеров искать новые технические решения, позволяющие увеличить производительность и область применения машин. При создании машины все чаще предъявляются требования универсальности и совмещения разных функций для выполнения большего количества задач при меньшей металлоёмкости.

Библиографический список

1. Патент РФ № RU 190426 U1, 2019.07.01. Рабочее оборудование фронтального погрузчика // Сергеева Нина Дмитриевна (RU), Матвеев Александр Васильевич (RU), Токар Николай Иванович (RU), Ахременко Сергей Аврамович (RU).
2. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017, Т. 78, №7. С. 5-8.
3. Кудрявцев Е.М. определение производительности одноковшового экскаватора с оборудованием обратная лопата [Текст] / Кудрявцев Е.М. Густов Д.Ю. // Вестник МГСУ. Изд-во НИУ МГСУ 2010. С. 101-107.
4. Густов Ю.И. повышение долговечности средств механизации строительства / Густов Ю.И., Воронина И.В. // Вестник МГСУ. Изд-во НИУ МГСУ 2011. С. 305-308.
5. Волков Д.П. повышение эффективности землеройной техники в условиях холодного климата / Волков Д.П., Густов Д.Г., Густов Ю.И. // Сборник трудов международной научно-технической конференции. 1996. Изд-во Тюменский индустриальный университет. С. 24-28.
6. Густов Д.Ю. Повышение производительности экскаватора посредством его автоматизации / Густов Д.Ю., Красочкин А.Г., Попов Г.А. // Научное обозрение. Изд-во Издательский дом «Наука образования». С.181-184.
7. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А., Каприн П.Д., Скель В.И., Степанов М.А. // В.А. Надежность машин и механизмов. 2015. С.65-73.
8. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
9. Исаков В.С., Степанов М.А., Чухряев Н.П. Основы производственного сервиса строительных, дорожных и коммунальных машин. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003г. 153 с
10. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.
11. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
12. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Харламов Е.В. Энергетический расчет приводов подъемно-транспортных машин на эвм (табличный процессор EXCEL) // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 183-186.
13. Габделхаев Р.Р., Габдуллин Т.Р. Автоматизация дорожно-строительной техники // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 3.

14. Sharapov R.R., Kharlamov E.V., Gabdullin T.R. The use of metallurgical wastes in road construction // Materials Science Forum. 2018. Т. 931 MSF. С. 674-678.

15. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ

*Белкина Е.Р., студентка 4-го курса 42 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., доц., к.т.н.
Научный консультант - Тихонов А.Ф., проф.*

В статье дан анализ технологических процессов выполнения отделочных работ, на основании которого определено, что с целью сокращения ручного труда разработка и внедрение автоматизированного манипулятора является актуальной научно-технической задачей. Предложен состав технологического оборудования роботизированного комплекса для выполнения отделочных работ. Разработаны основы построения и выбраны типовые технические средства системы управления исполнительными механизмами звеньев манипулятора. Изложены основные положения принципа работы автоматизированного робототехнического комплекса при выполнении технологических процессов отделочных работ.

В индустриальном домостроении удельный вес отделочных работ достигает 40% строительства объекта [1]. Отделочные работы, связанные с нанесением и разравниванием раствора на поверхности строительной конструкции, заделка мест сопряжения сборных конструкций, малярные работы, могут занимать до 70% общего объема отделочных работ [1]. При этом, все технологические операции выполняются, как правило, при наличии утомительного ручного труда, что сдерживает повышение производительности и качество отделочных работ и требуют значительного количества рабочих для выполнения трудоемкой работы, связанной с повышенной влажностью, вибрацией и распылением раствора [2].

Для сокращения ручного труда при производстве отделочных работ в строительстве, в настоящее время ставится задача по дальнейшему развитию индустриальных методов выполнения отделочных операций за счет разработки и внедрения робототехнических средств, оснащенных системами управления на основе современных устройств вычислительной техники [3].

Отделочные работы в общем строительном цикле являются завершающими при возведении зданий и сооружений и занимают значительную продолжительность работ при довольно высокой трудоемкости, что отрицательно влияет на сроки ввода объекта в эксплуатацию [3].

Отделочные работы – это комплекс технологических операций, связанных с внутренней и наружной отделкой зданий и сооружений с целью повышения их защитно-эксплуатационных и архитектурно-эстетических качеств [4]. Штукатурные работы – это процесс нанесения выравнивающего слоя штукатурного раствора на поверхности строительных конструкций (стен, перегородок, потолков, колонн и т.д.), которые после затвердевания с последующей затиркой приобретают определенную форму и фактуру [4].

Поэтому остаются актуальными вопросы разработки высокопроизводительных методов и механизмов для выполнения отделочных работ непосредственно на объектах строительства, основанных на применении робототехнических устройств [5]. Роботизированный штукатурный комплекс осуществляет малооперационную технологию однослойного оштукатуривания поверхностей с использованием малоподвижных и быстротвердеющих растворов (рис. 1). Комплекс включает: базовую машину 14 с набором функциональных устройств (13,15,16,12). Смесь для нанесения раствора после обеспечения ее однородности в смесителе 9 подается растворонасосом 8 по гибкому трубопроводу 7 в рабочий орган 3, закрепленным в поворотной кисти 4 манипулятора. Рабочий орган манипулятора осуществляет послойную укладку раствора 3 на строительной конструкции 1. Приготовление раствора производится путем подачи штукатурных материалов из силоса 10 компрессором 11 в смеситель 9 с добавлением заданного объема, что позволяет осуществить переход от дозированного замеса штукатурного раствора к непрерывному процессу перемешивания. В этом случае получается равномерная консистенция раствора, а также оптимальное содержание в нем раствора воздушных пор.

Штукатурка обеспечивает герметичность поверхности стен, а также используется с целью их декоративного оформления. При нанесении штукатурки на внутреннюю поверхность стен и перекрытий выравниваются неровности, что обеспечивает чистоту и гладкость поверхности.

Жидкий раствор наносится на поверхность бетононасосом толщиной 3-5 мм.

Подготовительные работы и нанесение раствора выполняются с помощью ручного инструмента, масса которого составляет до 3 кг, которая вибрирует в процессе работы и передает эту вибрацию на организм человека. Кроме того, в процессе работы необходимо прикладывать усилия для обрабатываемой поверхности, что приводит к быстрой утомляемости рабочего и, соответственно, к снижению производительности его работы.

В качестве рабочего органа 3 используется штукатурный инструмент с открытой камерой и встроенной затирочной рейкой. Инструмент состоит из плиты с несколькими отверстиями для подвода раствора и примыкающей к ней по периметру затирочной рейки для заглаживания материала. При этом, нанесение раствора и его заглаживание выполняется одним инструментом. Кинематическая модель манипулятора позволяет выполнять прямолинейные и круговые вращения РО с прямоугольной системой координат вдоль заданных траекторий движения. Для достижения РО всех необходимых рабочих точек штукатурный манипулятор производит смену рабочих позиций используются гусеничные ходовые части 14, обладающие высокой маневренностью, до вращения на месте за счет двойного привода 15 и 16, что наиболее полно удовлетворяет требованиям, предъявленным к перемещению штукатурного робота.

Одним из перспективных направлений для решения задач комплексной механизации и автоматизации штукатурных работ является применение

ние средств робототехники, которой позволяет в автоматическом режиме работы наносить штукатурный слой по всему протяжению стены, разравнивать и затирать образовавшийся слой (рис. 2).

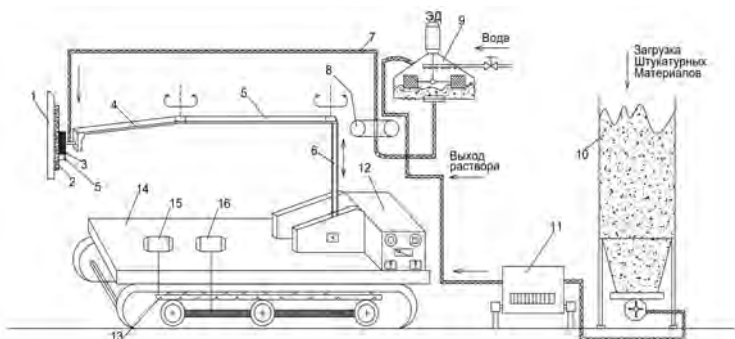


Рис. 1. Роботизированный комплекс для производства отделочных работ: 1 – строительная конструкция; 2 – раствор; 3 – рабочий орган; 4 – поворотная кисть манипулятора; 5 – кисть ориентирующего механизма; 6 – телескопический механизм подъема и опускания руки; 7 – шланги для транспортирования штукатурного раствора; 8 – дозирующий гидравлический растворонасос; 9 – смеситель; 10 – силос штукатурных материалов; 11 – компрессор для подачи; 12 – шкаф электроаппаратуры; 13 – поворотная рама; 14 – подвижное основание; 15 – электродвигатель поворотной рамы; 16 – электродвигатель перемещения манипулятора; S – толщина наносимого штукатурного слоя



Рис. 2. Структурная схема элементов системы управления:

1 – подвижное основание; 2 – механизм передвижения манипулятора; 3 – механизм поворота портала; 4 – механизм поворота кисти; 5 – ориентирующий механизм; 6 – телескопический механизм; 7 – электродвигатель бетононасоса; 8 – рабочий орган: ПУ – пульт управления; ПМ1, ПМ2 – передающие механизмы; ДПР – электропривод поворотного портала; ДБН электропривод бетононасоса; ГП1-ГП3 – гидроприводы механизмов, соответственно, механизма поворота кисти с РО, ориентации подвижной кисти, телескопической стрелы; ДКУ-датчик контроля усилий прижима РО к строительной конструкции; ДКП-датчик контроля положения РО по степеням свободы X-Y-Z; ДКР – датчик контроля расстояния

Штукатурный манипулятор для работы в автоматическом режиме имеет в своей основе систему управления, которая содержит измерительно-управляющее устройство, обеспечивающее позиционное, скоростное и силовое управление перемещением рабочего органа; устройство передвижения; различные измерительные датчики и сенсорные устройства, которые определяют необходимый объем потока подаваемого раствора и осуществляют регулирование положения и ориентирование РО относительно осей X-Y-Z (рис. 3). Главная задача манипуляционной системы управления состоит в том, чтобы осуществлять ведение РО вдоль обрабатываемой поверхности на необходимом расстоянии с определенной ориентацией по отношению к ней в продольном и поперечном направлениях, как минимум по трем степеням свободы.

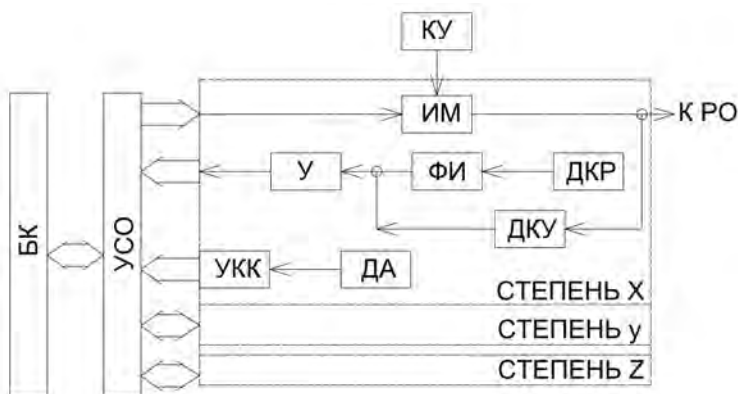


Рис. 3. Функциональная схема системы управления:

БК – бортовой контроллер; УСО – устройство сопряжения; КУ – ключи управления реверсивными исполнительными механизмами (ИМ); У – усилитель сигналов; ФИ – формирователь импульсов; ДКП – датчик контроля положения рабочего органа (РО); ДКР – датчик контроля приближения РО к строительной конструкции; ДА – датчик акустический; УКК – устройство контроля качество поверхности; ДКУ – датчик контроля усилий прижатия РО к строительной конструкций (прижимное устройство)

Подача команд и корректировка программы осуществляется с пульта дистанционного управления ПДУ. Команды поступают на вход бортового компьютера БК, который на их основе формируют управляющего воздействия для перемещения звеньев манипулятора и РО. Положение звеньев манипулятора, контролируемых датчиками ДКП. Для контроля качества поверхности используются устройство контроля УКК и акустические датчики ДА. В качестве аппаратного обеспечения для управления штукатурным манипулятором использован бортовой контроллер с устройством сопряжения УСО, обеспечивающее вход от датчиков и выход на исполнительные механизмы.

На базе этих технических средств построена операционная система управления, работающая с различными, задающими элементами для регулирования заданных траекторий движения звеньев манипулятора.

В процессе автоматического оштукатуривания на основе задаваемой программы и измерительной информации, поступающей с датчиков и сенсоров, определяющих подлежащие выполнению заданных движений звеньев манипулятора. При этом технологические команды анализируются с учетом ограничивающих факторов, например, удовлетворяют ли они параметрам рабочей зоны манипулятора, могут ли произойти столкновения с окружающими предметами, может ли выдерживаться запрограммированная скорость перемещения и не произойдет ли наложение перемещений на технологические переходы (стыки).

В соответствии с этим настраиваются необходимые параметры для интерполяции движения. В соответствии с набором команд интерполятора при учете требуемых скоростей перемещения рассчитывает новую заданную позицию и ориентацию РО в прямоугольной декартовой системе координат. С помощью датчика контроля расстояния ДКР определяется ориентация РО по отношению к стене. Определение толщины S наносимого штукатурного слоя после смены положения РО производится по отношению к нанесенному соседнему слою, для избегания образования швов между ними.

Реализация системы управления на БК делает возможным написание управляющих программ, осуществляющих функции движения, подвижности манипулятора по осям X-Y-Z с заданной скоростью и опрос датчиков положения с целью определения текущих координат. Такое техническое решение делает принципиально возможным разработку более сложных программ, позволяющих управлять манипулятором от клавиатуры БК, производить отработку заранее написанных программ, выполнять перемещение манипулятора по интерполированной траектории и т.д.

Заключение:

По нашему мнению, разработка и внедрение предложенного роботизированного комплекса за счет сокращения доли ручного труда на отделочных работах позволит:

1. Повысить производительность отделочных работ.
2. Улучшить качество выполнения технологических операций.
3. Уменьшить количество работников, занятых на отделочных работах.
4. Сократить расход отделочного раствора
5. Улучшить условия труда, связанные с вибрацией, повышенной влажностью и пыленностью, что обеспечивает снижение уровня профзаболеваний штукатуров.

Библиографический список

1. Шнынев Н.А., Абрамов В.В. О комплексном подходе к автоматизации и роботизации технологических операций в производстве железобетонных изделий. Сборник научных трудов, Белгород, издательство БГТУ, 2009.

2. Булгаков А.Г., Бок Т.О., Воробьев В.А. Автоматизация и роботизация строительно-монтажных работ. М, Стройиздат, 2000.
3. Бок Т.О., Булгаков А.Т. Роботизация строительных процессов. М:ВНИИНТПИ, серия «Механизация строительства». Вып. 1, 1999.
4. Тихонов А.Ф. Автоматизация и роботизация технологических процессов и машин в строительстве. М, АСВ, 2005.
5. Загороднюк В.Т., Паршин Д.Я. Строительная робототехника, М. Стройиздат, 1990.
6. Шаратов Р. Р., Уваров В. А., Орехова Т. Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.
7. Кудрявцев Е.М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов // В сборнике: Интерстроймех–2018. Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 94-98.
8. Дроздов А.Н., Белкина Е.Р. Реализация лабораторных работ на базе современного лабораторного оборудования // Техника и технология транспорта. 2019. № S (13). С. 51.
9. Drozdov A.N. Engineering of impulse mechanism for mechanical hander power tools // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. Сер. "4th International Conference on Advanced Engineering and Technology, ICAET 2017" 2018. С. 012034.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКЕ КОТЛОВАНОВ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТАХ

*Бухтеев П.О., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Скель В.И., доц., к.т.н.*

Назначение и функции обратной засыпки фундамента

Для повышения устойчивости и долговечности фундамента здания, необходимо определенным образом заполнить образовавшееся во время проведения строительных работ пространство между стенами фундамента и неразработанным грунтом. Данный процесс именуется обратной засыпкой, суть которого заключается в закладывании в образовавшуюся выемку (котлован или траншею), который был изъят во время разработки грунта для закладки фундамента. Данный процесс осуществляется по правилам, установленным нормативными документами, такими как СНиПы и ТР [1-2]. Некоторые положения из данных документов будут приведены ниже.

Для фундаментов любой конструкции предусматриваются технологические пространства, образование которых происходит в ходе работ. Данные расширения размеров траншеи или котлована необходимо для:

создания свободного пространства под удалением из пазух щитов опалубки после застывания бетона, что не позволит стене котлована обрушиться. Так же свободная полость благотворно влияет на скорость схватывания бетона, увеличивая ее на 10–20%.

наличие свободного пространства позволяет осуществить утепление ленты фундамента и создать слой гидроизоляции с помощью рулонного или обмазочного материала.

создания дренажной системы в том случае, если рядом с фундаментом есть источник грунтовых вод.

Однако, неправильная технология обратной засыпки со временем может привести к ухудшению устойчивости фундамента. Показатель жесткости и устойчивости слоев почвы, которые сжимают фундаментный каркас, влияют на способность конструкции выдерживать нагрузки бокового и сдвигающего типа. Исходя из этого делаем вывод, что от правильности выполнения работ по обратной засыпке будет зависеть устойчивость несущего каркаса конструкции. Нельзя забывать, что обратная засыпка будет выступать в качестве защиты слоев грунта, на которые будет опираться подошва основания здания, от обводнения.

Последовательность и основные способы обратной засыпки котлованов

В зависимости от назначения, формы и размеров засыпаемого котлована обратная засыпка может производиться ручным и механизированным

способами с применением строительно-дорожной техники, ручного и механизированного инструмента [3]. Общая последовательность обратной засыпки заключается в следующем:

1. К площадке обратной засыпки при помощи самосвалов подвозят грунт, предназначенный для заполнения котлована (в том случае, если изъятый грунт не используется для обратной засыпки).

2. Подвезенный грунт небольшими частями засыпается в котлован так, чтобы высота образуемого слоя не превышала 25-30 см для последующей трамбовке. Засыпка производится 3-мя путями:

а) лопатами вручную (самый малопроизводительный способ);

б) при помощи бульдозера или фронтального погрузчика - грунт небольшими кучками ссыпается в котлован, после чего бригада рабочих ручным способом распределяет грунт равномерно по всей площади котлована, а затем трамбует образованный слой при помощи ручных вибротрамбовок. Данный способ более производительный, однако и в этом случае идут большие затраты энергии рабочих на распределение грунта на больших площадях, а также негативно воздействие шума и вибрации на рабочих в процесс работы с ручной вибротрамбовкой.

в) при помощи одноковшового экскаватора с обычным или планировочным ковшом – экскаватор самостоятельно формирует новый слой засыпаемого грунта, равномерно заполняя им всю площадь котлована. Одновременно с этим экскаватор может частично утрамбовать грунт, используя ковш в качестве поверхности давления. Этот способ наиболее производительный и наименее энергозатратный, поскольку практически исключает ручной труд. После засыпки и частичного уплотнения нового слоя грунта, рабочие заполняют неровности, которые не смог заполнить экскаватор, и трамбуют полученный слой вибротрамбовкой. Однако и у данного способа есть минусы: экскаватор может равномерно заполнять площадь котлована только в зоне хорошей видимости рабочего оборудования, однако данная зона образуется у котлованов с небольшой глубиной. Котлованы с глубиной более 3 м целесообразно начинать засыпать с помощью бульдозера или фронтального погрузчика. Не стоит забывать про ручное уплотнение грунта с помощью ручных вибротрамбовок, которые несут негативное шумовое и вибрационное воздействие на рабочих. Засыпка грунта по схеме б и в представлена на рис. 1.

3. Верхний слой засыпаемого грунта трамбуется при помощи катков (если они есть в наличии) или же с помощью ручных вибротрамбовок [4].

Все этапы процесса обратной засыпки котлована объединяет одна общая черта – в каждом из них в той или иной мере используется ручной труд рабочих. Сложность исключения его из технологического процесса заключается в том, что форма и размеры котлована на первых этапах обратной засыпки часто не позволяют строительной технике спуститься вниз для проведения земляных работ (крутые осыпающиеся откосы, стесненные размеры рабочей зоны, плохая устойчивость техники на дне котлована (рис. 2)).

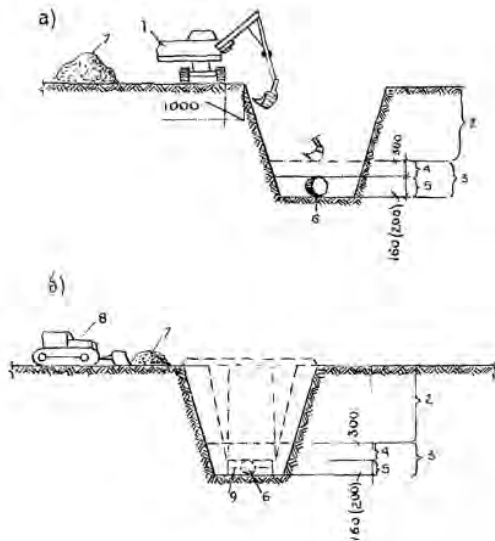


Рис. 1. Схема организации работ по засыпке траншей:

а) экскаватором-планировщиком; б) бульдозером; 1 – экскаватор-планировщик; 2 – обратная засыпка грунта бульдозером; 3 – обратная засыпка грунта экскаватором-планировщиком; 4 – разравнивание грунта экскаватором-планировщиком; 5 – разравнивание грунта вручную; 6 – поливинилхлоридная труба; 7 – грунт для обратной засыпки; 8 – бульдозер; 9 – канализационный колодец



Рис. 2. Котлованы с труднодоступной рабочей зоной

С целью решения данной проблемы по исключению ручного труда и увеличения производительности работ по обратной засыпке котлованов я разрабатываю в дипломной работе одноковшовый экскаватор типа «паук» с навесным рабочим оборудованием в виде навесной вибротрамбовки [6] и планировочного ковша, представленного на рис. 3.

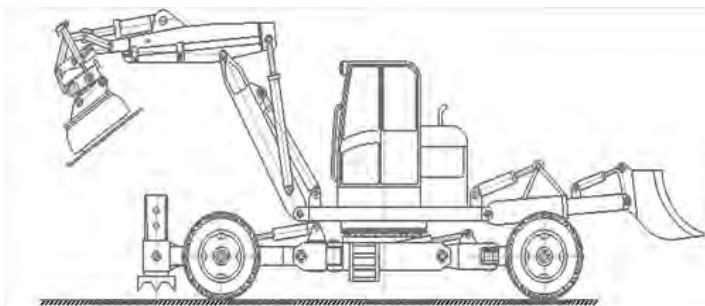


Рис. 3. Одноковшовый экскаватор типа «паук» с навесным рабочим оборудованием в виде навесной вибротрамбовки и планировочного ковша

Экскаваторы типа «паук» обладает хорошей маневренностью и высокой проходимостью, что достигается благодаря подвеске, регулируемой гидроприводом. Экскаватор может изменять величину колеи, клиренса и базы за счет шарнирного соединения колесной подвески к неповоротной раме [7]. Такое соединение позволяет изменять положение колес как в горизонтальном, так и вертикальном направлении. Эти особенности дают возможность спокойно преодолевать крутые склоны и двигаться в стесненных условиях по неровной поверхности.

За счет небольшого увеличения габаритов поворотной платформы на нее можно установить дополнительное рабочее оборудование в виде планировочного ковша, установленного на телескопическую выдвижную стрелу [5]. Данное рабочее оборудование позволит равномерно распределять грунт, ссыпаемый в котлован с помощью бульдозера, фронтального погрузчика или одноковшового экскаватора по всей поверхности котлована, а виброплита, монтируемая к рукояти экскаватора вместо стандартного ковша позволит уплотнять образуемый новый слой грунта. Такое сочетание рабочего оборудования поможет практически полностью исключить ручной труд из рассматриваемого технологического процесса, что повлечет за собой увеличение производительности работ и уменьшение времени, затрачиваемого на весь все рабочие операции.

Управление обоими рабочими органами будет вестись из одной и той же кабины, путем поворота оператора вокруг своей оси на 180 градусов. Рычаги управления движением экскаватора и рабочими органами будут расположены зеркально по обе стороны кабины, что облегчит управление и не будет вызывать затруднений у оператора при смене рабочего оборудования.

Библиографический список

1. ТР "Технические рекомендации по технологии уплотнения грунта при обратной засыпке котлованов, траншей, пазух." № 73-98 // Правительство Москвы Комплекс перспективного развития города. 1998 г.
2. СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты.
3. Волков Д. П., Алешин Н. И. и др. Строительные машины. Под ред. д. т. н., проф. Д. П. Волкова. - М.: Высшая школа, 1988. - 319 с.
4. Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2012. - 328 с.
5. Густов Д.Ю., Зотов О.А. Экскаваторное рабочее оборудование псевдоферменного типа // Интерстроймех-2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 65-69.
6. База патентов СССР [электронный ресурс]. – М. – режим доступа: <http://www.patents.su/>, свободный.
7. Сайт строительной техники [Электронный ресурс]. – М.: ЗАО Kaiser, – Режим доступа: <https://www.kaiser.li/>, свободный.
8. Густов Д.Ю., Красочкин А.Г., Попов Г.А. Повышение производительности экскаватора посредством его автоматизации // Научное обозрение. 2015. № 20. С. 181-184.
9. Зотов О.А., Густов Д.Ю. Моделирование псевдоферменной конструкции рабочего оборудования одноковшового экскаватора // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 3 (126). С. 376-385.
10. Plavelsky E., Sharapov R. Modeling of movement the flowable building load in the operating vessel of vehicle // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. Т. 692. С. 760-768.
11. Stepanov M.A., Ilukhin P.A. Features and perspectives of automatized construction crane-manipulators // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. Сер. "4th International Conference on Advanced Engineering and Technology, ICAET 2017" 2018. С. 012039.
12. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.
13. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
14. Ерохин Я.С., Габдуллин Т.Р. Робототехника в дорожном строительстве // Техника и технология транспорта. 2019. № 2 (12). С. 8.
15. Габделхаев Р.Р., Габдуллин Т.Р. Автоматизация дорожно-строительной техники // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 3.
16. Миролюбов Д.И., Габдуллин Т.Р. Использование новейших разработок в дорожном строительстве // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 1.
17. Шарапов Р. Р., Уваров В. А., Орехова Т. Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КАБИНЫ ЛИФТА С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ЕЁ МАССЫ

*Гаврилов Н.А., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Харламов Е.В., доц., к.т.н.*

В настоящее время кабина лифта представляет собой платформу, жёстко установленную на раме. В кабине лифта перемещается груз или пассажиры. Кабина или платформа лифта располагается так, что все усилия, вызванные несущим элементом, направляются на кабину или платформу, а значит возникает потребность в монтажном пространстве

В статье представлена схема самонесущей кабины лифта на примере финской компании «KONE Лифтс». В один из продуктов компании: лифт типа «MonoSpace» (без машинного помещения) уже используется технология самонесущей кабины. Для типа лифтов «MiniSpace» эта разработка ещё не применялась.

Изобретение может относиться к лифту, кабина которого на несущем средстве подвешена к верхней стороне и присутствуют: КВШ; противовес; направляющие. Несущими элементами являются замкнутые вокруг кабины полые профили (2а, 2b), жёстко связанные перемычками (4). Они образуют единую прочную конструкцию в виде «спаренной» рамы, которая воспринимает усилия, создаваемые массой кабины и её нагрузкой. Перемычка (4) имеет такую ширину, что на ней может располагаться как минимум направляющая. Рама жёстко скреплена либо составной частью двух боковых пластин и потолка кабины, либо потолка и всей поверхности боковых стен. Использование замкнутых вокруг кабин рам позволяет выдержать кабине лифта изгибающие моменты с высокой внецентровой нагрузкой.

Расчёт общего веса кабины используемый в настоящее время

- Вес кабины включая отделку – 2650 кг.
- Вес привода дверей и дверей кабины 105 кг.
- ГП – 1250 кг.
- Вес каркаса:

1. Расчёт массы стоек:

$$M_c = m_t \cdot n \cdot l, \quad (1)$$

где m_t – масса 1 м двутавра, n – количество стоек, l – длина стоек;

$$\text{Стойки} = 2,5 \cdot 2 \cdot 18,4 = 92 \text{ кг.}$$

2. Расчёт массы нижней балки:

$$M_n = m_t \cdot n \cdot l, \quad (2)$$

где m_t – масса 1 м двутавра, n – количество балок, l – длина балок;

$$\text{Нижняя балка} = 1,5 \cdot 2 \cdot 18,4 = 55,2 \text{ кг.}$$

3. Расчёт массы платформы кабины:

$$M_n = m_r \cdot n \cdot l, \quad (3)$$

где m_r – масса 1 м двутавра, n – количество платформ, l – длина платформы;

Платформы кабины = $2,1 \cdot 2 \cdot 18,4 = 77,3$ кг.

4. Расчёт верхней балки:

$$M_b = m_r \cdot n \cdot l, \quad (4)$$

где m_r – масса 1 м двутавра, n – количество балок, l – длина балок;

Верхняя балка = $2 \cdot 1,5 \cdot 18,4 = 55,2$ кг.

5. Общий вес каркаса 295 кг., не включая вес дверей кабины, а также привод дверей и навесное оборудование кабины

- Вес купе + вес каркаса + вес дверей + ГП - 3900 кг.
- Вес купе кабины 2250 кг.
- Габариты кабины 1500x2100x2500.
- Число пассажиров 16 чел.

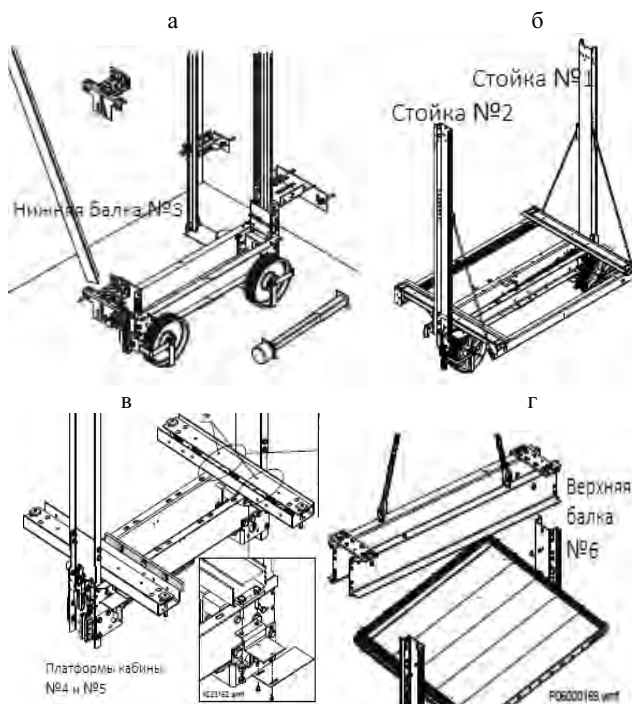


Рис. 1. Монтаж каркаса кабины:

а – монтаж нижней балки; б – монтаж стоек; в – монтаж платформы кабины;
г – монтаж верхней балки

Расчёт весовых характеристик с применением каркаса с несущими пластинами

После применения измененной технологии производства каркаса кабины с несущими пластинами:

- Вес кабины включая отделку – 2550 кг.
- Вес привода дверей и дверей кабины 105 кг.
- ГП – 1400 кг.
- Вес купе + вес каркаса + вес дверей + ГП – 3900 кг.
- Вес каркаса:

1. Расчёт массы рамы:

$$M_p = m_{\text{т}} \cdot n \cdot l, \quad (5)$$

где $m_{\text{т}}$ – масса 1 м трубчатого профиля, n – количество профиля, l – длина рамы;

$$\text{Рама} = 6,93 \cdot 4 \cdot 2,1 = 58,2 \text{ кг.}$$

2. Расчёт массы пластины:

$$M_p = m_{\text{п}} \cdot n, \quad (6)$$

где $m_{\text{п}}$ – масса 1 пластины, n – количество пластин;

$$\text{Несущие пластины} = 4 \cdot 3 = 12 \text{ кг.}$$

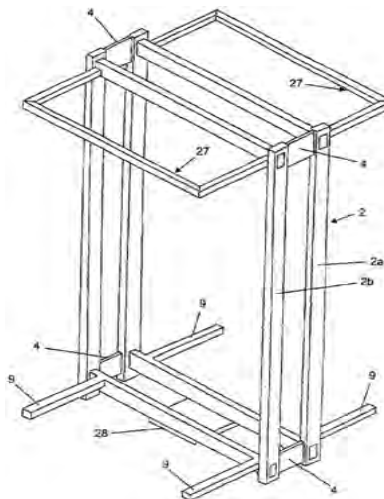


Рис. 2. Несущая конструкция кабины:

2 – несущая конструкция; 2a – рама; 2b – рама; 4 – несущие пластины для направляющих башмаков; 9 – консольная балка; 27 – вспомогательная рама; 28 – буферная пластина

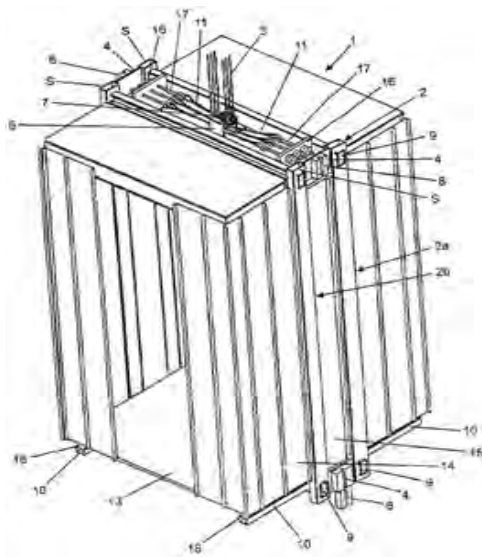


Рис. 3. Кабина лифта с несущими пластинами:

1 – кабина лифта; 2 – рама; 2а – рама; 2б – рама; 3 – несущие канаты; 4 – несущие пластины для направляющих башмаков; 6 – подшипниковая стойка для отклоняющего блока; 7 – отклоняющий блок; 8 – направляющие башмаки; 9 – окно; 10 – консольная балка; 11 – конец каната; 12 – кольцевой глазок; 13 – пол кабины лифта; 14 – листовая панель, смежная с рамой сбоку; 15 – листовая панель, расположенная между рамами; 16 – анкерный уголок для концов каната; 17 – рым-болт; 18 – расположенные на стороне пола эластомерные элементы (плавающая опора), S-торцы

3. Расчёт массы консольной балки:

$$M_k = m_T \cdot n \cdot l, \tag{7}$$

где m_T – масса 1 м трубчатого профиля, n – количество профиля, l – длина балки;

Консольная балка = $7,2 \cdot 2 \cdot 2,81 = 40,5$ кг.

4. Расчёт массы листовых панелей:

$$M_{л} = m_{л} \cdot n, \tag{8}$$

где $m_{л}$ – масса 1 панели, n – количество панелей;

Листовые панели = $2 \cdot 30 = 60$ кг.

5. Общий вес каркаса 170 кг., не включая вес дверей кабины, а также привод дверей и навесное оборудование кабины

- Вес купе кабины: 2225 кг.
- Габариты кабины 1500x2100x2500.
- Число пассажиров 18 чел.

За счёт уменьшения веса купе, а также веса каркаса, мы увеличиваем грузоподъемность кабины на 150 кг.

Далее проводим расчёт вместимости кабины с габаритами 1500x2100x2500. Полезная площадь кабины 3.75 м². Исходя из ГОСТ 53780-2010 п. 8.1. для 3.75 м² номинальная грузоподъемность лифта 1400 кг. Из того же ГОСТа п. 8.2 принятая масса одного пассажира 75 кг., что соответствует 18 пассажирам.

Т.к. вес кабины и нагрузочное усилие на несущую конструкцию образуют закрытую вокруг кабины раму, то самонесущие решётки или другие несущие элементы, которые могут выдерживать нагрузку лифта не так востребованы. Также уменьшается общая стоимость. Пол кабины жёстко удерживается, а значит уменьшается вероятность скручивания кабины вместе с каркасом.

Кроме того, «закрытые полые профили», которые применяют для самонесущего каркаса, более устойчивы к нагрузкам, в сравнении с плоским профилем.

Направляющие слабо чувствительны к скручиванию, т.к. присутствуют две отдельно стоящие рамы (на расстоянии 100-350 мм), они образуют большую площадь соприкосновения несущей конструкции с направляющими.

Библиографический список

1. Лифты, платформы подъёмные для инвалидов, эскалаторы. Ч.1. Лифты: Учебник / Г.Г. Архангельский, Н.И. Балабанов, Л.В. Гуцин, А.А. Ионов, А.А. Рожков, М.А. Степанов, В.Я. Ткаченко; под общ. Ред. Л.В. Гуцина.- М.: Изд-во АСВ, 2019. -680 с.

2. Сайт ФИПС.РУ. Патент: Самонесущая кабина лифта. Номер патента 2 472 694. -https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2472694&TypeFile=html.

3. Лифты. Архангельский Г.Г. Д.П. Волков, Э.А. Горбунов и др.: под общ. ред. Д.П. Волкова. АСВ. 2010, 576 с.

4. ГОСТ53780-2010. Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Грузоподъемность и вместимость кабины пункт: 8, 8.1, 8.2. Заявка №4694818. Приоритет изобретения 5 апреля 1989.

5. Бродский М.Г., Вишневецкий И.М., Грейнман Ю.В. Безопасная эксплуатация лифтов. М.: Недра, 2005. 124 с.

6. Васильев М.И., Бродский М.Г. Монтаж лифтов. М.: Стройиздат, 2005, 223 с.

7. Волков Д.П., Ионов А.А., Чутчиков П.И. Атлас конструкций лифтов. М.: Машиностроение, 2004, 60 с.

8. Волков Д.П., Чутчиков П.И. Надежность лифтов и технология их ремонта. М.: Строй издат. 2005, 130 с.у.

9. Сайт Сертификация лифтов [Электронный ресурс]. - <https://anosle.ru/read/16/3-5-razmery.html>.

10. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
11. Густов Ю.И., Кенарейкин В.Е. Обследование пассажирского лифта с использованием метода магнитной памяти металлов // Подъемно-транспортное дело. 2017. № 2-3 (89). С. 25-26.
12. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А. Экспериментальные исследования высокочастотных колебаний кабины лифта // Механизация строительства. 2011. № 12 (810). С. 17-20.
13. Kaytukov V. Sustainable limitation of high-frequency oscillations of elevator cabin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2017. С. 012193.
14. Степанов М.А., Кайтуков Б.А. Обеспечение безопасности подъемников при эксплуатации // Техника и технология транспорта. 2019. № S (13). С. 43.
15. Skel V. Properties of the rubber vibration isolator of the elevator // В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 03022.
16. Мечиев А.В., Севрюгина Н.С., Степанов М.А. Общеметодологический подход к оценке риска обеспечения конструктивной безопасности лифтов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 4. С. 24-29.

АНАЛИЗ АЭРОДИНАМИКИ ДИНАМИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА

*Герман Н.И., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Шаронов Р.Р., проф., д.т.н.*

Тонкое измельчение материалов имеет широкое применение в горно-рудной, строительной, металлургической, химической и других отраслях промышленности. Разнообразие типов и типоразмеров мельниц для тонкого измельчения можно объяснить многообразием материалов, а также различными требованиями к продуктам тонкого измельчения. В современных условиях необходимо разрабатывать новые технологии измельчения, соответствующие требованиям, как к продуктам измельчения, так и к энергоэффективности процесса переработки материалов. В процессе развития технологий увеличивается объем производства, а также потребность в современном промышленном оборудовании.

Комплексы для тонкого помола обычно состоят из мельницы, питателя, пылеуловительных устройств (циклоны, сепараторы или жалюзийные пылеуловители) [5, 6, 10-26]. Наиболее современным и эффективным видом сепарации частиц является использование динамических сепараторов (сепараторов 3-го поколения).

Сепараторы 3-го поколения являются относительно новыми в промышленности, и имеют огромный ряд преимуществ перед сепараторами 1-го и 2-го поколения. Они имеют меньшую металлоемкость, гораздо большую производительность, меньшее количество ответственных узлов и более высокую надежность [1].

Процесс разделения частиц происходит с помощью газов, измельченные частицы и газ представляют собой свободнодисперсную систему, которая подчиняется законам механики многофазных сред.

В сепарационную камеру с вращающейся клетью вводится воздух или горячий газ тангенциально к направлению вращения клетки, как показано на рис. 1. Вращающаяся клеть и тангенциально направленные газовые потоки создают вихревой поток с центром, находящемся внутри клетки, тем самым уменьшая скорость газа, чтобы создать возможность для мелких частиц, подхваченных вихревым потоком, упасть вниз в выходной трубопровод под действием гравитации. Процесс подхватывания частиц газовым потоком схематично представлен на рис. 2. Через входной конус 1, измельченные частицы разных размеров попадают на вращающийся распределительный диск 2, и под действием центробежной силы сбрасываются с него в зону эффективного захвата 3, где и происходит процесс сепарации: мелкие и легкие частицы захватываются газовым потоком внутрь клетки, а крупные и тяжелые, опадают вниз на домол под действием силы тяжести, будучи неспособными быть подхваченными газовым потоком.

Анализ аэродинамики динамического сепаратора заключается в определении следующих величин [2]

- Составляющих полной скорости дисперсной фазы в центре зоны эффективного захвата

- Положение зоны эффективного захвата частиц
- Коэффициент турбулентной диффузии частиц

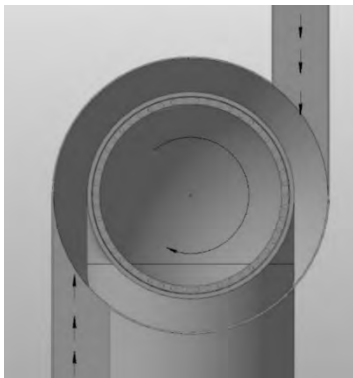


Рис. 1. Направления вращения клетки и входа газовых потоков

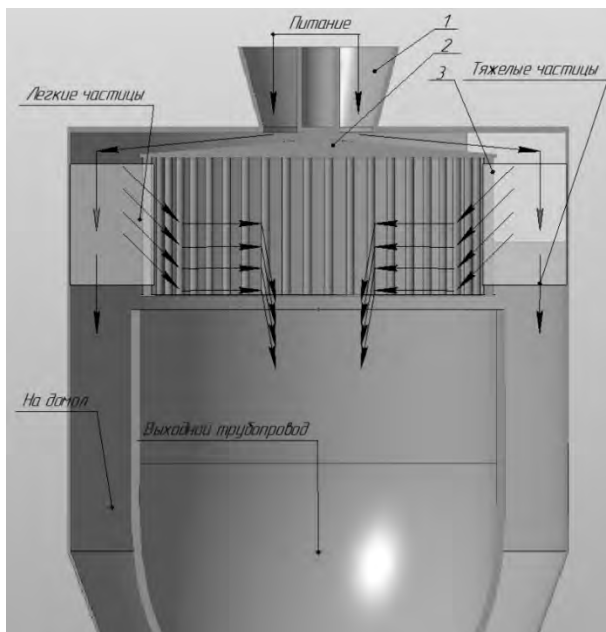


Рис. 2. Процесс сепарации частиц

Для нахождения составляющих полной скорости дисперсной фазы в сечении, проходящем через зону эффективного захвата частиц, в программном обеспечении FlowVision была построена геометрия расчетной области, представляющая собой полость сепаратора (рис. 3), которую за-

нимает газ и дисперсная среда. Далее были заданы граничные условия (рис. 4). Граничное условие типа «вход» представляют собой два входа воздуха, направленных противоположно друг другу и параллельно оси Y , и имеющих значения 12 м/с по модулю оси Y . Граничное условие типа «стенка», представляющее собой поверхность, ограничивающую собой расчетную область. Граничное условие типа «свободный выход» представляет собой плоскости, не имеющие избыточного давления, предназначенные для вывода воздуха из расчетного сечения.

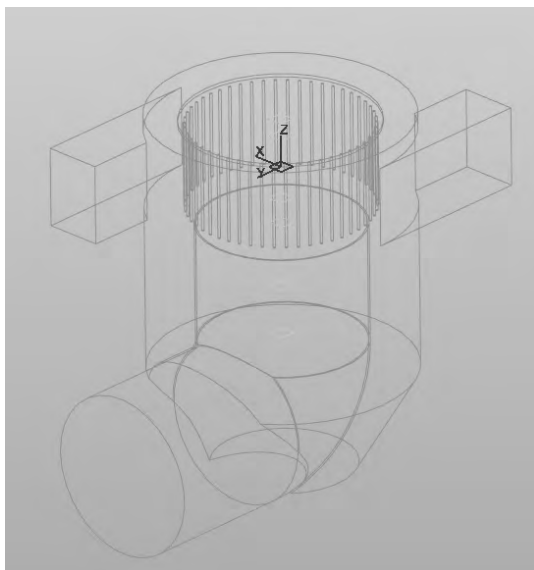


Рис. 3. Геометрия расчетной области сепаратора

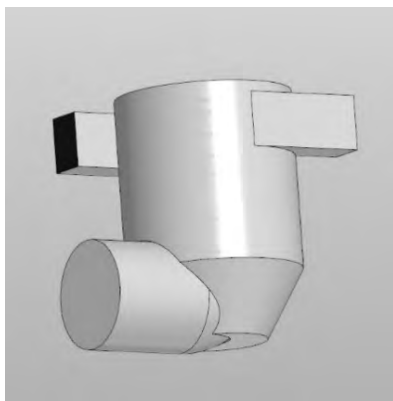


Рис. 4. Граничные условия расчетной геометрии

Схематично, синим цветом обозначены граничные условия типа «вход», серым – «стенка», желтым – «свободный выход».

Полная скорость потока в центре сечения, проходящем через зону эффективного захвата частиц, состоит из трех составляющих:

V_x – составляющая скорости в направлении оси X , V_z – составляющая скорости в направлении оси Z , V_y – вертикальная составляющая скорости в направлении оси Y . Скоростью в осевом направлении z будем пренебрегать в виду высокой входной скорости газовых потоков [2].

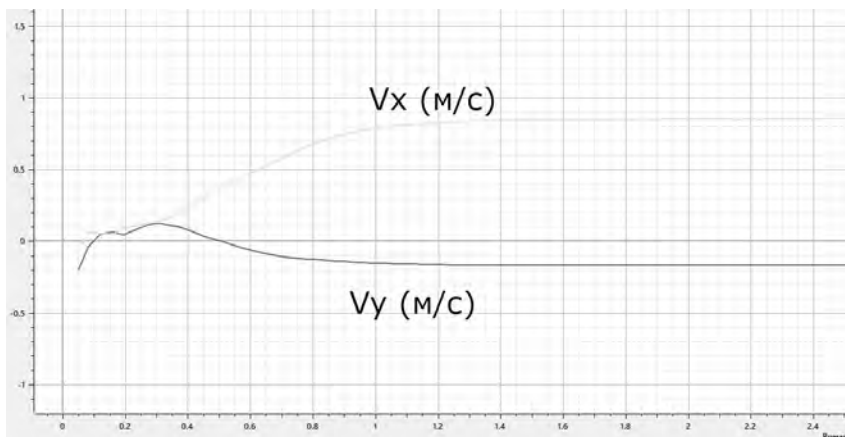


Рис. 5. Зависимость скоростей V_x , V_y от времени

В центре расчетного сечения скорость вихревого потока достигла следующих значений: По оси X – 0,853 м/с; По оси Y – -0,168 м/с. Далее это будет показано на карте скоростей в центральном сечении (рис. 6). Отхождение центра вихря от центра координат объясняется тремя причинами. Первая, причина – несимметричность компоновки сепаратора, выходная труба перекрывает собой часть газового потока. Вторая – турбулентная диффузия частиц, увеличивающая рассеяние частиц по турбулентному потоку [2]. Третья причина – вращающаяся клеть сепаратора, которая увеличивает скорость турбулентного потока, и при столкновении с входными потоками газа меняет направление его движения [3].

Далее, с помощью компьютерного моделирования, уточняем положение зоны эффективного захвата частиц, с помощью линий тока, которые пересекают вращающуюся клеть. На рис. 7 и 8 схематично представлено фактические длина и расположение зоны захвата частиц внутри клетки. Из рис. 7 и 8 видно, что фактическая зона захвата уже, чем предполагаемая, и сдвинута от центра оси Y вниз, линии тока показывают, что количество частиц, захватываемых на противоположных сторонах клетки не одинаково. Это объясняется наличием выходной трубы, мешающей свободному ходу воздуха, что и вызывает сдвиг центра вихревого потока [4].

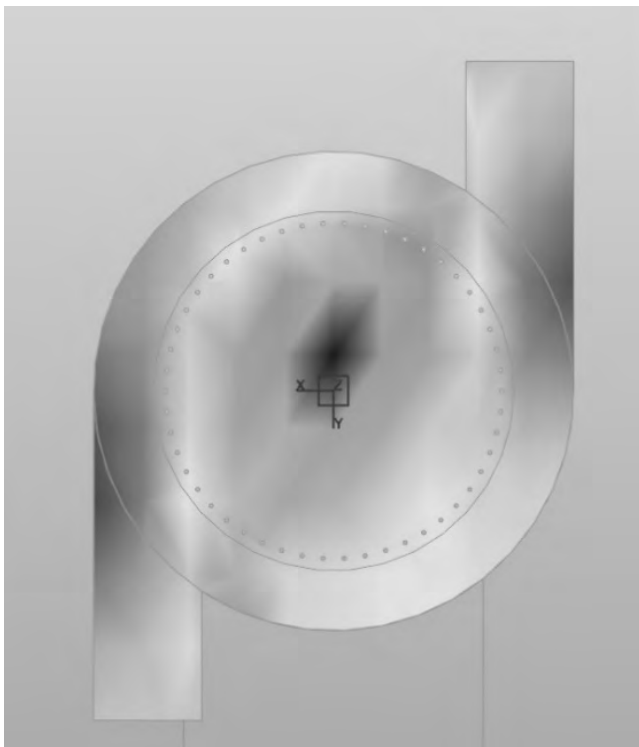


Рис. 6. Карта скоростей в центральном сечении

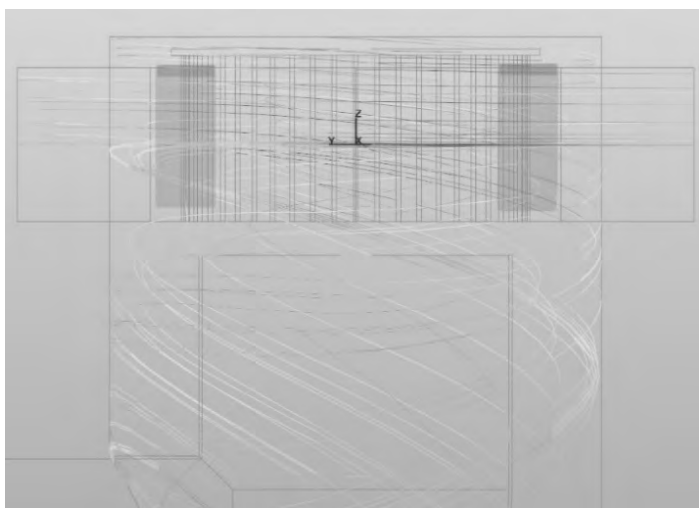


Рис. 7. Фактическая длина зоны захвата частиц

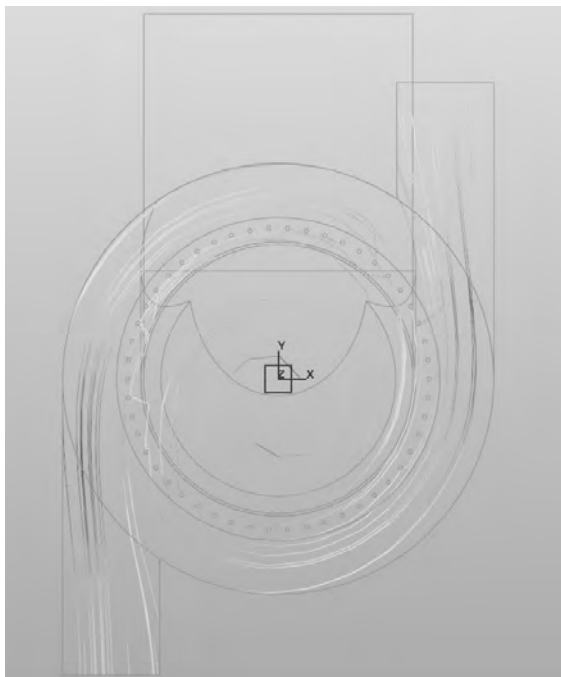


Рис. 8. Фактическое расположение зоны захвата частиц

Несмотря на свое существование, такой сдвиг не вызывает серьезных нарушений процесса разделения частиц, ведь большинство линий тока пересекают вращающуюся клетку, так как центр вихревого потока находится внутри клетки, и относительно недалеко от центральной оси сепаратора. При необходимости решения этой проблемы, и важности того, чтобы центр вихря находился как можно ближе к центральной оси, могут быть приняты следующие меры:

- Корректировка скоростей одного из входов не более, чем на 15-20%;
- Добавление вторичных входов воздуха для удержания вихревого потока у центральной оси;
- Изменение конструкции сепаратора, либо положения трубы для выхода готового продукта;
- Изменение формы вращающейся клетки.

Анализ аэродинамических характеристик показал, что для повышения точности сепарации частиц необходимо выбирать такие конструкции сепараторов, отдельные элементы которых не изменяют положения центра вихревого потока. Также, необходимо снижать влияние турбулентной диффузии частиц на процесс разделения [2]. Оптимальный выбор скоростей воздушных потоков также имеет влияние на процесс разделения частиц в динамических сепараторах 3-го поколения.

Библиографический список

1. Knoflicek, M.J. (1986). Operational Experience with O-Sepa Air Separators in North America. 39. 335-336.
2. Шарапов Р.Р. Определение функции разделения при сепарации цемента с учетом турбулентности потока сепарационного воздуха / ВЕСТНИК МГСУ Изд. НИУ МГСУ (Москва) // ISSN: 1997-0935 Стр. 183-186.
3. Chorin A.J. Vorticity and Turbulence / Springer, 1998 // ISBN: 0387941975
4. Мелешко В.В., Константинов М.Ю. Динамика Вихревых Структур / Изд. «Наукова думка» (Киев, 1993) // Стр. 14-30.
5. Поскрёбышев В.А., Радина Т.Н. / Ефремов И.М. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий. // Учебное пособие. – Братск: БрГТУ, 2002. – 87-99 с.
6. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Агарков А.М., Бойчук И.П. Кинетика процесса разделения продукта в замкнутой системе с рециркуляцией // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 8. С. 47-51.
7. Моделирование процесса разделения тонкодисперсных материалов в динамических сепараторах / Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Агарков А.М. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 84-89.
8. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе / Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175-178.
9. Altun, Okay & Benzer, Nakan. (2014). Selection and mathematical modelling of high efficiency air classifiers. Powder Technology. 264. 1–8.
10. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. Влияния объема аспирируемого воздуха инерционного концентратора на эффективность пылеулавливания // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 26-29.
11. Инерционный пылеконцентратор: пат. 157341 Рос. Федерация. № 2014152565/05 / Шарапов Р.Р., Овсянников Ю.Г. и др.; заявл. 24.12.2014; опубл. 27.11.2015, Бюл. № 33. 2 с.
12. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Харламов Е.В. Совершенствование конструкций пылеочистного оборудования // Системные технологии. 2018. № 4 (29). С. 96-100.
13. Агарков А.М. Двумерные уравнения динамики потока воздуха в концентраторе // В сборнике: Интерстроймех – 2015 материалы международной научно-технической конференции. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С. 7-11.
14. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Циклонные пылеуловители аспирационных систем // В сборнике: Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2013. С. 161-165.

15. Sharapov R.R., Ovsyannikov Yu.G., Boychuk I.P., Agarkov A.M., Prokopenko V.S. Research of aerodynamics of recirculation systems with forced aspirated air // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 21. С. 42707-42713.

16. Агарков А.М., Харламов Е.В. Разработка аспирационного оборудования для производства дорожно-строительных материалов // В сборнике: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. 2018. С. 22-26.

17. Sharapov R., Agarkov A. Determination of the aerodynamic characteristics of a concentrator with adjustable parameters // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 03014.

18. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. Влияния объема аспирируемого воздуха инерционного концентратора на эффективность пылеулавливания // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 26-29.

19. Уваров В.А., Шарапов Р.Р., Харламов Е.В. Обоснование кривой разделения воздушного сепаратора // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 9. С. 13-15.

20. Kharlamov E. Determination of the magnetic separator separation function // В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 03027.

21. Sharapov R.R., Kharlamov E.V., Yadykina V.V. The fluidized bed separator // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 5. Сер. "2017 the 5th International Conference on Mechanical Engineering, Materials Science and Civil Engineering" 2018. С. 012052.

22. Telichenko V.I., Sharapov R.R., Lozovaya S.Y., Skel V.I. Analysis of the efficiency of the grinding process in closed circuit ball mills // В сборнике: MATEC Web of Conferences 2016. С. 04040.

23. Sharapov R.R., Agarkov A.M. Matrix modeling of technological systems grinding with closed circuit ball mill // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. № 10. С. 1399-1403.

24. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.

25. Sharapov R.R. Determination of the boundary conditions of the grinding load in ball mills // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Сер. "International Conference on Mechanical Engineering and Applied Composite Materials" 2018. С. 012047.

26. Sharapov R.R. Matrix model of the grinding process of cement clinker in the ball mill // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Сер. "International Conference on Mechanical Engineering and Applied Composite Materials" 2018. С. 012048.

ОБЗОР МЕТОДОВ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

*Гурьев Р.С., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кудряцев Е.М., проф., д.т.н.*

В современных городских условиях, ввиду ограниченного пространства, интенсивного движения различных видов транспорта и необходимости сохранения благоустройства территорий, прокладывание и ремонт подземных инженерных коммуникаций открытым (траншейным) способом стало невозможным. В связи с этим в 70-х годах прошлого века в Калифорнии стартовало серийное производство первых прокольных установок, которые позволяли прокладывать стальные трубы диаметром до 630 мм на длину до 25 м с необходимостью отрывки лишь двух котлованов: стартового (рабочего) и приёмного. Технология быстро завоевала популярность и уже менее чем через 10 лет повсеместно применялась в Европе.

С течением времени усовершенствовалась технология производства работ, были разработаны новые способы и установки, которые имеют свои достоинства и недостатки. В настоящее время существует 5 известных методов бестраншейной прокладки трубопроводов:

- 1) Прокол;
- 2) Продавливание;
- 3) Микротоннелирование;
- 4) Горизонтально-направленное бурение;
- 5) Горизонтальное шнековое бурение;

Прокол

Метод прокола является основоположником бестраншейных технологий и считается самым простым. Его сущность заключается в воздействии домкратов на рабочую трубу, которая оснащена наконечником. В стартовом котловане, куда устанавливается установка, оборудуется упорная стенка из бетона, в которую упираются домкраты. По мере продвижения трубы происходит её наращивание секциями. На рис. 1 показана схема выполнения прокола.

Главными достоинствами данного способа можно назвать простоту применения и его невысокую стоимость, однако его применение имеет множество ограничений, что и является его недостатками. Поскольку усилие, необходимое для прокладки трубопровода методом прокола, прямо пропорционально квадрату сечения скважины, его целесообразно применять для труб диаметром до 500 мм с максимальной длиной прокола 70 м.

Продавливание

Для продавливания труб применяют нажимные насосно-домкратные установки из двух, четырёх или более домкратов с усилием по 500-3000 кН

каждый, работающие от насосов высокого давления. Метод продавливания отличается от прокола тем, что внедрение трубы в грунт ведётся открытым концом трубы, снабжённым ножом. Грунт поступает в рабочую трубу в виде керна после чего удаляется различными способами в рабочий котлован, что позволяет значительно снизить необходимое нажимное усилие. Данный метод может применяться в 1-4 категориях грунтов для труб диаметром до 1720 мм и длиной прокладки до 100 м.

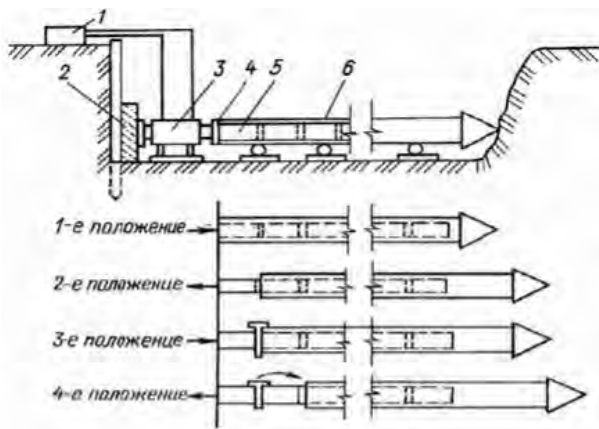


Рис. 1. Схема выполнения прокола:

1 – масляный насос; 2 – упорная стенка; 3 – гидравлический домкрат; 4 – нажимная плита; 5 – шомпол; 6 – рабочая труба



Рис. 2. Метод продавливания

Микротоннелирование

Метод микротоннелирования является самым прогрессивным и универсальным. Для его реализации применяются домкратные станции и микроштиты с режущими органами. При помощи данного метода возможна прокладка труб из различных материалов, таких как сталь, железобетон, керамика и полимерный бетон, в грунтах любой сложности. Максимальная длина проходки без использования промежуточных домкратных станций может достигать 500 м, а диаметр проходки 3 м. К недостаткам этого метода можно отнести разве что высокую стоимость микроштитов, а также необходимость замены режущих элементов. На рис. 3 приведена схема выполнения микротоннелирования.

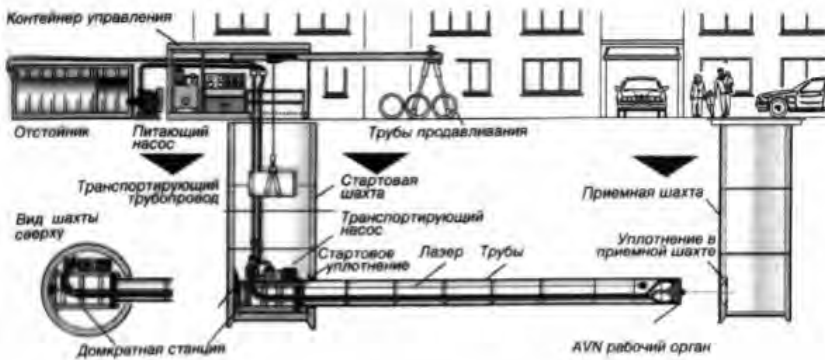


Рис. 3. Схема выполнения микротоннелирования

Горизонтально – направленное бурение

Этот метод горизонтального бурения является самым распространённым для прокладки футляров для кабеля и напорных трубопроводов. Его особенностью является то, что бурение происходит с поверхности земли. Образование скважины нужного диаметра осуществляется за счёт поэтапного расширения. С помощью этого способа возможно прокладывание труб из стали и чугуна, а также полимерных труб диаметром до 1200 мм на длину до 1000 м. Специальной установкой штанги забуриваются под углом 26 – 34° и с помощью системы локации направляются в нужную точку, при этом изгиб штанг, в зависимости от их типа, может достигать 12%. Недостатком метода ГНБ является необходимость тщательной геологической разведки для правильного выбора режущего инструмента. На рис. 4 приведена схема производства горизонтально – направленного бурения.



Рис. 4. Схема производства горизонтально – направленного бурения

Горизонтальное шнековое бурение

Для производства работ методом шнекового бурения отрываются стартовый (рабочий) и приёмный котлованы. В рабочий котлован опускают гидравлическую установку, которая вращает пилотные штанги, а затем и шнеки, расположенные внутри трубы продавливания, и саму трубу, в результате чего выработанный грунт поступает в рабочий котлован и затем поднимается наверх. В приёмном котловане секционные пилотные штанги отсоединяются и поднимаются наверх. В качестве навигации используется лазер, что позволяет точно направить трубу в заданном направлении. Большое разнообразие шнеков позволяет прокладывать рабочую трубу диаметром до 1720 мм в грунтах любой сложности. Недостатком этого метода является значительный размер рабочего котлована. На рис. 5 приведена схема горизонтального шнекового бурения.

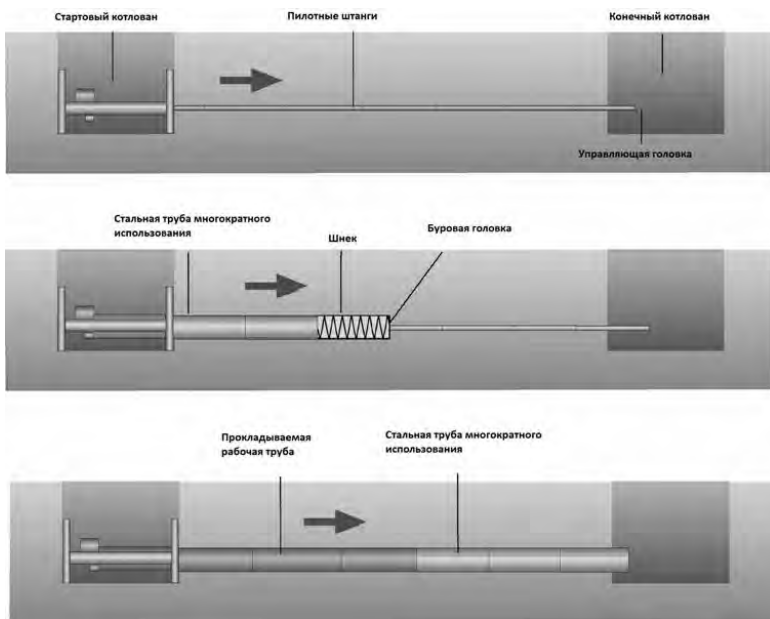


Рис. 5. Схема горизонтального шнекового бурения

1. Баландинский Е.Д., Васильев В.А., Ладыженский Б.Н., Минаев В.И. «Бестраншейная прокладка инженерных коммуникаций» - М.: Тимр., 1991. – 139 с.
2. Верстов В.В. «Устройство ограждений стволов шахт для микротоннелирования в условиях городской застройки» - 1999. - № 9. – С. 8-11.
3. «Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: справочник строителя» / Под ред. А.К. Перешивкина (Гл.57. Бестраншейная прокладка трубопроводов). – М.:Стройиздат, 1988. – 652 с.
4. Бреннер В.А. [и др.]. Щитовые проходческие комплексы. М.: Изд-во «Мир горной книги», 2009. 447 с.
5. Бондаренко И.С., Баранникова И.В. Анализ факторов, влияющих на выбор технологии строительства коммуникационного тоннеля // Горный информ.-аналит. бюл. Вып. № 10: Информатизация и управление-1. 2008. С. 124–129.
6. Вильман Ю.А. Технология строительных процессов и возведение зданий. Современные прогрессивные методы: Учебное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005 г. – 336 с.
7. Ишин А.В., Корчак А.А. Анализ факторов, влияющих на эколого-экономическую эффективность использования подземного пространства реконструируемых городских территорий // Горный информ.-аналит. бюл. Вып. № 9. 2009. С. 165–170.
8. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.
9. Миролюбов Д.И., Габдуллин Т.Р. Использование новейших разработок в дорожном строительстве // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 1.
10. Миролюбов Д.И., Габдуллин Т.Р. Зарубежная спецтехника и оборудование в дорожно-строительной отрасли // Техника и технология транспорта. 2019. № 3 (14). С. 15.
11. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
12. Кудрявцев Е.М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов // В сборнике: Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 94-98.
13. Густов Д.Ю. Проблемы описания динамики гидрофицированных строительных машин // Вестник МГСУ. 2010. № 4-1. С. 97-100.
14. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. К вопросу об разрушении материалов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 5-8.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ БАШЕННОГО КРАНА С ПОДВИЖНЫМ ПРОТИВОВЕСОМ

*Дмитриев М.С., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

Цели и задачи. Целью данной модернизации является повышение надежности работы крана за счет обеспечения более полного уравновешивания грузового момента, путем установки контргруза, перемещающегося вдоль противовесной консоли.

Требования, предъявляемые к размещению контргруза на кране нормами грузовой и собственной устойчивости противоположны. Для того, чтобы обеспечить грузовую устойчивость, необходимо размещать противовес как можно ближе к концу консоли, но это ведет к уменьшению собственной устойчивости. Поэтому наличие перемещаемого контргруза объясняется тем, что собственную устойчивость крана необходимо обеспечить при стреле на максимальном вылете, т. е. при максимально отодвинутом контргрузе. Очевидно, что возможность приближения контргруза при подъеме груза на малых вылетах не приводит к снижению веса крана.

Противовес башенного крана применяется для того, чтобы избежать изгибов, которые возникают под действием груза. Противовес состоит из контргруза и непосредственно противовесной консоли. Противовес все время находится противоположно стреле и вращается вместе с поворотной частью крана. Для того, чтобы расположить контргруз используется балластный ящик, наполненный бетонными блоками, который располагается на конце консоли. Использование горизонтальной плоской фермы в качестве противовеса очень удобно, так как она проста в изготовлении и обеспечивает надежность в работе. Возможно использование или подвижного противовеса, или противовеса, закрепленного на конце контргрузной консоли. Данное изобретение относится к подъемно-транспортному машиностроению и предназначено для использования в башенных кранах с неповоротной башней. Обычно краны, у которых противовес закреплен на тележке, которая перемещается по противовесной консоли устанавливается в зависимости от состояния крана: сборка крана с различными характеристиками, рабочего или монтажного состояния.

На рис. 1 показан общий вид крана. Башенный кран состоит из башни 1, в верхней части которой на поворотном устройстве установлен оголовок 2, несущий стрелу 3 и противовесную консоль 4, с которыми соединены оттяжками 5 и 6. На стреле может перемещаться грузовая тележка 7 с крюковой обоймой 8, подвешенной на грузовых канатах 9. На противовесной консоли 4 установлен с возможностью перемещения противовес 10. Подъем и опускание обоймы 8 осуществляется грузовой лебедкой 11.

Чтобы определить, устойчивее ли кран с предложенной модернизацией, были проведены расчеты по определению грузового момента грузоподъемного башенного крана на примере КБ-403. По принятым характери-

стикам данный башенный кран имеет: массу крана $Q_{кр}$ -50 т, массу противовеса $Q_{пр}$ -30 т, расстояние от противовеса до оси вращения крана -3 м, вылет стрелы- 30 м, максимальная грузоподъемность Q -8 т.

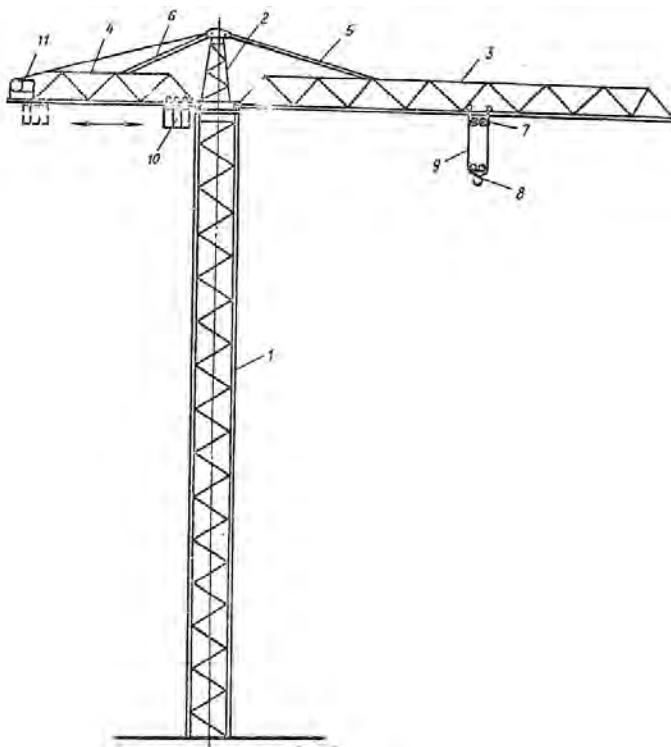


Рис. 1. Общий вид крана

Проверка устойчивости крана и выявления дополнительного запаса по устойчивости осуществлялась исходя из определения коэффициента устойчивости: $K = M_{уд} / M_{опр}$, где $M_{опр}$ -момент опрокидывающий, $M_{уд}$ -момент удерживающий

$$M_{опр} = Q \cdot L$$

В случае со стационарным противовесом:

$$M_{уд} = Q_{кр} L_1 + Q_{пр} L_2$$

В случае с передвижным противовесом:

$$M_{уд} = Q_{кр} L_1 + Q_{пр} \Delta L$$

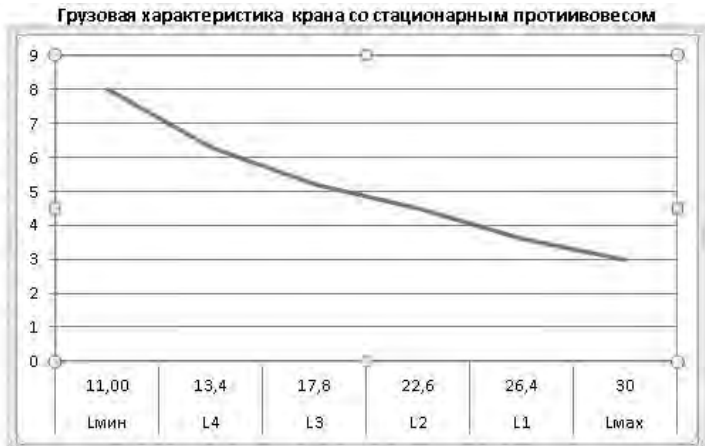


Рис. 2. Грузовые характеристики

Сравнивая грузовые характеристики крана КБ-403 со стационарным противовесом и с подвижным, можно сделать вывод, что грузовой момент увеличился на $120 \text{ кг}\cdot\text{м}$, что обеспечивает устойчивость грузоподъемного башенного крана при дополнительных грузовых нагрузках (порывы ветра и т.д).

Библиографический список

1. Расчет и проектирование башенного крана, М.А. Степанов, Е.В. Кочетов, М: «Типография МГСУ», 2010.
2. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности, А.А. Вайсон, М: «Альянс», 2009.

3. Номер патента: 551238. Устройство для уравнивания грузовой момент башенного крана с подвижным противовесом. А.А. Посошин.
4. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
5. Густов Ю.И., Воронина И.В. Повышение долговечности средств механизации строительства // Вестник МГСУ. 2011. № 2-2. С. 305.
6. Скель В.И. Открытая зубчатая передача как источник колебаний механизмов строительных машин // Техника и технология транспорта. 2019. № 5 (13). С. 42.
7. Исаков В.С., Степанов М.А., Чухряев Н.П. Основы производственного сервиса строительных, дорожных и коммунальных машин. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003г. 153 с
8. Stepanov M.A., Ilukhin P.A. Features and perspectives of automatized construction crane-manipulators // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. Сер. "4th International Conference on Advanced Engineering and Technology, ICAET 2017" 2018. С. 012039.
9. 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.
10. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.
11. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
12. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198-200.
13. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Харламов Е.В. Энергетический расчет приводов подъемно-транспортных машин на эвм (табличный процессор EXCEL) // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 183-186.
14. Залалдинов И.Ф., Габдуллин Т.Р. Разработка стационарного крана с регулируемым прогибом // Техника и технология транспорта. 2017. № 1 (2). С. 5.

ТРУБОУКЛАДЧИКИ: КРАТКИЙ ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ МАШИН

*Дьячков Д.А., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., доц., к.т.н.*

Основное назначение трубоукладчиков:

– удерживание на весу конца трубопровода и привариваемой трубной секции, а также катушек и арматуры при выполнении сварочно-монтажных работ

– удерживание на весу той части трубопровода, на которой ведется очистка и изоляционные работы с помощью специальных машин и последующей укладки трубопроводов в траншею;

– удерживание трубопровода при монтаже и сооружении подводных и воздушных переходов, а также для выполнения различных погрузочно-разгрузочных работ на сварочно-монтажных базах и в полосе строящегося трубопровода.

Помимо этого, трубоукладчики широко используют на различных монтажных и погрузочно-разгрузочных работах вне полосы магистральных газонефтепроводов, например, на строительных площадках и перегрузочных базах, на монтаже компрессорных и насосных станций, на обустройстве газонефтепромыслов, при прокладке водопроводных и канализационных сетей городских коммуникаций.

Основной отличительной характеристикой трубоукладчиков является их грузоподъемность. В мировой практике сложилась следующая градация трубоукладчиков в зависимости от уровня их номинальной грузоподъемности в рабочей зоне. Эта градация предусматривает деление на три категории: легкая, средняя и тяжелая. К легкой категории относятся трубоукладчики г/п до 12,5 т, к средней категории – г/п свыше 12,5 до 30 т и к тяжелой категории – г/п свыше 30 т.

Для сопоставимости уровней грузоподъемности трубоукладчиков в отечественной практике приняты два значения вылета грузоподъемного трубоукладочного оборудования. Для определения максимальной грузоподъемности вылет принимается равным 1,2...1,25 м (в среднем 1,22 м), а для определения номинальной грузоподъемности в заданном рабочем диапазоне вылет принимается равным 2,5 м.

Отличительной чертой трансмиссии трубоукладчика является наличие ходоуменьшителя, который позволяет обеспечить путевую скорость трубоукладчика в пределах 0,1...0,6 км/час.

На рынке трубоукладчиков различной грузоподъемности свою продукцию представляют, как лидеры этого сегмента рынка - компании: CAT-ERPILLAR, LIEBHERR, KOMATSU, VOLVO, так и предприятия, уверенно завоевывающие свою долю рынка – PENG PU, SHANTUI, DRESSTA.

Производство трубоукладчиков в России сосредоточено на трех предприятиях: «ЧТЗ-Уралтрак», «Промтрактор», Березовский ремонтно-

механический завод (БРМЗ). Машины, выпускаемые этими заводами, находятся в сегменте грузоподъемности от 26 до 44 т.

Приобретение новых машин в значительной мере характеризует потребности строителей в трубоукладчиках определенной грузоподъемности.

На рис. 1. представлена структура закупок новых трубоукладчиков по их грузоподъемности

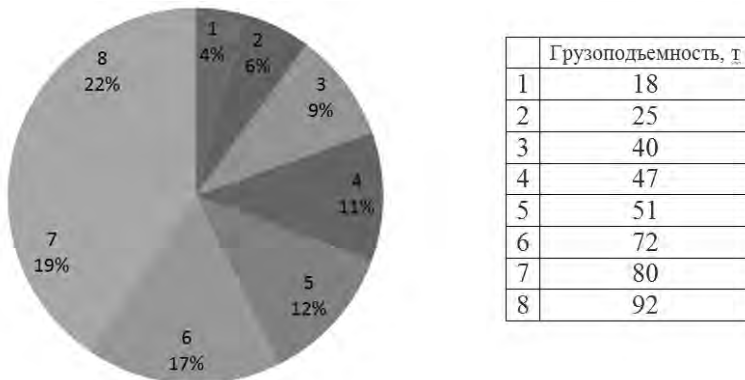


Рис. 1. Структура импорта новых трубоукладчиков (2015 г.)

Специфика эксплуатационных режимов трубоукладчиков, способствует незначительному износу ходовой части и двигательной установки, поэтому на строительных объектах нередко можно встретить машины, выпущенные 30-40 лет назад.

Наиболее востребованными среди б/у трубоукладчиков являются машины таких производителей, как CATERPILLAR, VOLVO, KOMATSU. На рис. 2. представлена структура импорта б/у трубоукладчиков по маркам

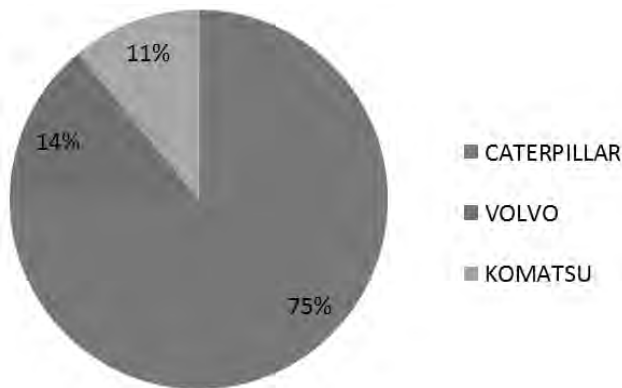


Рис. 2. Структура импорта б/у трубоукладчиков по маркам

Вместе с тем конструкторы предприятий-производителей тяжелой строительной техники не прекращают работы по совершенствованию несущей конструкции и систем трубоукладчиков.

Значительное внимание уделяется прочности конструкции рамы и стрелы трубоукладчика. С этой целью используются материалы повышенной прочности, основные силовые элементы имеют коробчатое сечение, сварные швы подвергаются специальной обработке и защите.

Постоянной темой для совершенствования является обеспечение безопасного производства работ с использованием трубоукладчиков. В этой связи разрабатываются встроенные и выносные устройства контроля нагрузки на крюке. Один из вариантов такого устройства изображен на рис. 3.



Рис. 3. Блок контроля нагрузки на стреле компании WIKА Mobile Control

Сигнал передается беспроводным каналом на дисплей или специальный индикатор.

Последние модели трубоукладчиков Caterpillar и Liebherr оснащаются гидростатической трансмиссией с электронным управлением. С такой трансмиссией обеспечивается плавное бесступенчатое изменение скорости движения, а управление осуществляется легкими движениями джойстика.

Объектом постоянного внимания являются условия работы оператора. Создание комфортных условий в кабине обеспечиваются удачными эргономическими и дизайнерскими решениями. Для облегчения труда оператора совершенствуются системы электронного управления.

Важным направлением усовершенствований является повышение ремонтпригодности и взаимозаменяемости деталей и узлов. Современной тенденцией является модульная конструкция основных узлов и систем. Такой подход позволяет

Одной из наиболее важных задач является управляемая стабилизация груза (трубы) в стационарном режиме и при движении трубоукладчика. Важность обусловлена тем, что зачастую трубоукладчик используется в составе комплекса машин и необходимо минимизировать взаимное перемещение каждой из машин и монтируемой трубы. Существуют различные технические решения, которые позволяют в большей или меньшей мере демпфировать колебания стрелы в вертикальной плоскости.

Реализованные системы с помощью автоматики регулируют работу цилиндра подъема-опускания стрелы и гидропривода крюковой подвески.

Исследователями также разрабатываются математические модели, описывающие динамику системы «группа трубоукладчиков-труба». Модели используются для программирования систем стабилизации груза.

Библиографический список

1. Строительство магистральных трубопроводов. Справочник/В. Г. Чирсков, В. Л. Березин, Л. Г. Телегин и др. – М.: Недра, 1991. – 475 с.
2. Дроздов А.Н. Строительные машины и оборудование: Учебник. – М.:Изд. Центр «Академия», 2012. – 448 с.
3. Ващук И.М., Уткин В.И., Харкун Б.И. Трубоукладчики. М.: Машиностроение, 1989. – 184 с.
4. Дудолодов Ю.А., Сагтаров Т.Х. Краны-трубоукладчики: Учебник для проф.-техн. училищ. – М.: Высшая школа, 1981. – 240 с.
5. Шабалин А.Н. Система стабилизации нагрузки на кран-трубоукладчик. Вестник СибАДИ, выпуск (2)30, 2012. – с.29-34
6. Pipelayer PL83/87. АЕНQ7482-01 (12-2016). Caterpillar. 2016. -20 p.
7. Volvo Construction Equipment. Pipelayers PL3005D, PL4809D. 2015. - 28 p.
8. Шарапов Р. Р., Уваров В. А., Орехова Т. Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.
9. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ГУСЕНИЧНЫХ КРАНОВ С ПЕРЕМЕННОЙ КОЛЕЕЙ

*Захаров Д.Д., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

На сегодняшний день широкое распространение получили гусеничные монтажные краны с переменной колеей [4]. Краны данного типа оснащены телескопической многосекционной стрелой балочной конструкции. Привод кранов – гидравлический. Выбор привода обусловлен наличием механизма раздвижения-сдвигания гусениц, где исполнительными устройствами являются гидроцилиндры. Грузоподъемность разных моделей кранов находится в пределах от 50 до 220 тонн [1].

Наличие механизма раздвижения-сдвигания гусениц позволяет варьировать ширину колеи в пределах, разница между которыми достигает нескольких метров. Транспортное положение гусениц, что соответствует минимальному размеру колеи, позволяет транспортировать кран автомобильным и железнодорожным транспортом и передвигаться крану самостоятельно по строительной площадке, а также работать с грузами меньшей массы [2]. В рабочем положении, что соответствует максимальному размеру колеи, кран оказывает минимальное удельное давление на грунт, что не требует специальной подготовки строительной площадки, и способен работать с грузами большей массы [3].

Краны такого типа появились еще в 70-х гг. прошлого столетия. Гусеничные краны Mantis, которые впервые выпустила в 1979 году американская компания SpanDeck, были оснащены телескопической стрелой с гидравлическим приводом и предназначались для узкоспециализированных работ. В основном это были коммунальные службы и подрядчики по обслуживанию ЛЭП [5].

В СССР также выпускался кран такого типа. Кран МКГ-25БР выпускался на предприятиях Советского Союза с 1970-х годов: Чебаркульском ремонтно-механическом заводе, Днепропетровском опытном заводе средств механизации, Ильичёвском рудоремонтном заводе Минуглепрома УССР в городе Стаханов Луганской области, а также на Дебальцевском заводе металлургического машиностроения [5].

Сегодня гусеничные краны с переменной колеей выпускают такие крупные компании как Tadano Mantis, Liebherr, Sennebogen, Link-belt, АО «Клиновский автокрановый завод» и многие другие.

Японская компания Tadano Mantis на выставке BAUMA Germany 2016 в Мюнхене представила новый кран серии GTC GTC-800 грузоподъемностью 80 тонн. Годом позднее, на выставке Conexpo 2017 в Лас-Вегасе, был представлен очередной кран серии GTC GTC-600 грузоподъемностью 60 тонн. Оба крана оснащены механизмом раздвижения-сдвигания гусениц, телескопической стрелой. Флагманом серии GTC является кран GTC-1200 грузоподъемностью 120 тонн.

Немецкая компания Liebherr выпускает гусеничные краны с переменной колеей в серии LTR. Данная серия содержит три крана: LTR 1060, LTR 1100, LTR 1220. Грузоподъемности кранов: 60, 100 и 220 тонн соответственно.

Немецкая компания Sennebogen выпускает модели кранов грузоподъемностью от 50 до 130 тонн: 653E – 50 тонн, 673E – 70 тонн, 6113E – 120 тонн, 6133E – 130 тонн.

Далее рассмотрим характеристики кранов Link-belt TCC-500 и Клинцы RDK-50-T. Эти краны обладают схожей грузоподъемностью: 45,4 и 50 тонн соответственно.

Таблица 1

**Грузовые характеристики крана RDK-50-T при работе на основной стреле.
Зона работы 360°. Ширина колеи 3,8 м. Масса противовеса 12 т**

Вылет, м	Длина стрелы, м										
	10,4	12,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	27,0	29,0	31,0
2,0	50,0										
2,5	50,0										
3,0	38,6	20,0	20,0	20,0	20,0						
4,0	25,9	20,0	20,0	20,0	20,0	17,0	15,0	13,0			
5,0	19,2	18,6	17,6	17,0	16,5	15,9	15,0	13,0	11,5	10,0	
6,0	15,1	14,7	14,0	13,6	13,2	12,9	12,6	12,2	11,5	10,0	8,5
7,0	12,4	12,0	11,5	11,3	11,0	10,7	10,5	10,2	10,0	9,8	8,5
8,0	10,5	10,1	9,7	9,5	9,3	9,1	8,9	8,7	8,5	8,4	8,2
8,4	9,9										
10,0		7,6	7,2	7,1	7,0	6,8	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3
12,0			5,7	5,5	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,0	4,9
13,0			5,1								
14,0				4,4	4,3	4,3	4,2	4,1	4,1	4,0	4,0
15,0				4,1	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6
17,0					3,3	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9
19,0						2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3
21,0							2,2	2,1	2,0	1,9	1,8
23,0								1,8	1,7	1,6	1,5
25,0									1,5	1,4	1,3
27,0										1,1	1,0
29,0											0,8
Кратность полиспада	12	12;8;6	8;6	8;6	8;6	6;4	6;4	6;4	4	4	4

Кран RDK-50-T оснащен телескопической стрелой длиной 10,4-31,0 м с возможностью установки гуська 9 м и набором крюковых обойм грузоподъемностью: 3,2 тонн, 8,6 тонн, 22,5 тонн и 50 тонн [6]. Также есть возможность оборудования крана люлькой и буром. В транспортном положении ширина крана составляет 3 м при колее 2,3 м, что позволяет осуществлять его транспортировку железнодорожным и автомобильным транспортом. В рабочем положении ширина крана составляет 4,5 м при колее 3,8 м.

Данный кран не имеет промежуточных положений гусениц, при котором возможна его работа. Его работа возможна лишь при колее 3,8 м, что несколько ограничивает возможность его применения. Также возможна работа крана без противовеса при пониженных грузовых характеристиках и ограниченном вылете.

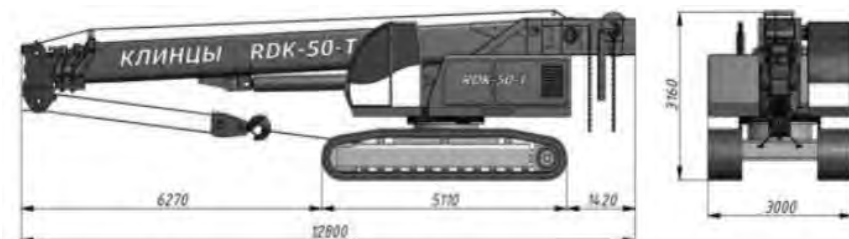


Рис. 1. Кран RDK-50-T в транспортном положении

Таблица 2

Грузовые характеристики крана RDK-50-T при работе на основной стреле.
Зона работы 360°. Ширина колеи 3,8 м. Противовес отсутствует

Вылет, м	Длина стрелы, м										
	10,4	12,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	27,0	29,0	31,0
2,0	50,0										
2,5	36,0										
3,0	24,3	20,0	20,0	20,0	20,0						
4,0	14,2	14,0	13,6	13,4	13,1	12,5	12,0	11,0			
5,0	9,6	9,5	9,4	9,3	9,1	8,9	8,4	8,0	7,5	7,0	
6,0	7,0	7,0	6,9	6,8	6,8	6,7	6,5	6,2	5,8	5,3	5,0
7,0	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,1	4,9	4,5	4,2	3,8
8,0	4,1	4,1	4,2	4,0	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,1	2,9
8,4	3,8										
10,0		2,6	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,0
12,0			1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2
13,0			1,4								
14,0				1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7
15,0				0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	
Кратность полиспаста	12	12;8;6	8;6	8;6	8;6	6;4	6;4	6;4	4	4	4

Кран ТСС-500 оснащен телескопической стрелой длиной 10,8-33,5 м с возможностью установки гуська 8,69 м и 15,55 м и набором крюковых обоем грузоподъемностью: 7,7 тонн, 22,3 тонн, 36,3 тонн и 44,6 тонн [7]. Также есть возможность оборудования крана буром. В транспортном положении ширина крана составляет 3,49 м при колее 2,69 м, что не позволя-

ет осуществлять его транспортировку железнодорожным транспортом. Транспортировку данного крана можно производить только автомобильным транспортом. Кран имеет два рабочих положения: «среднее» (ширина крана 4,12 м при ширине колеи 3,32 м) и «основное» (ширина крана 4,63 м при ширине колеи 3,83 м). Противовес крана собирается из различных по массе и геометрическим параметрам плит, благодаря чему появляется возможность выровнять грузовые характеристики крана при работе в «среднем» и «основном» положениях. Это позволяет значительно расширить область применения крана.

Таблица 3

Грузовые характеристики крана ТСС-500 при работе на основной стреле. Зона работы 360°. Ширина колеи 3,83 м. Масса противовеса 11,34 тонн

Вылет, м	Длина стрелы, м								
	10,8	12,2	15,2	18,3	21,3	24,4	27,4	30,5	33,5
3,0	45,4	38,1	37,2						
3,7	40,0	38,1	35,8	24,1	17,7				
4,6	34,8	33,8	31,3	23,2	17,7	18,1			
6,1	21,3	21,2	21,0	19,1	17,7	17,1	14,2		
7,6	14,7	14,8	15,1	15,2	15,3	15,1	12,4	11,2	9,1
9,1		11,0	11,2	11,4	11,5	11,5	11,0	9,8	9,0
10,7			8,8	8,9	9,0	9,1	9,1	8,8	8,1
12,2			7,0	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,3
13,7				5,9	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1
15,2				4,9	5,0	5,1	5,1	5,1	5,1
16,8					4,2	4,3	4,3	4,4	4,3
18,3					3,5	3,6	3,7	3,7	3,8
19,8						3,1	3,1	3,2	3,2
21,3						2,6	2,7	2,7	2,8
22,9							2,3	2,4	2,4
24,4							2,0	2,0	2,0
25,9								1,7	1,8
27,4								1,5	1,5
29,0									1,3
30,5									1,1

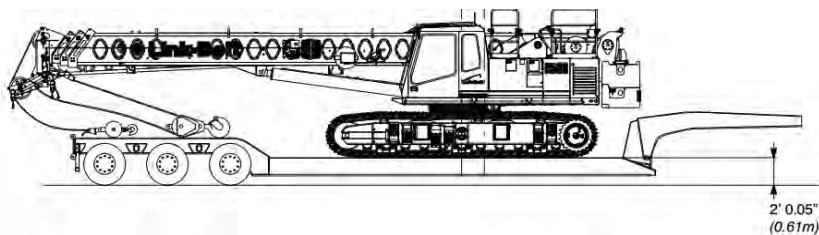


Рис. 2. Кран ТСС-500 в транспортном положении

Грузовые характеристики крана ТСС-500 при работе на основной стреле. Зона работы 360°. Ширина колеи 3,32 м. Масса противовеса 16,33 тонн

Вылет, м	Длина стрелы, м								
	10,8	12,2	15,2	18,3	21,3	24,4	27,4	30,5	33,5
3,0	45,4	38,1	37,2						
3,7	40,0	38,1	35,8	24,1	17,7				
4,6	34,8	33,8	31,3	23,2	17,7	18,1			
6,1	24,7	24,6	24,3	19,1	17,7	17,1	14,2		
7,6	17,1	17,3	17,5	17,5	17,7	15,1	12,4	11,2	9,1
9,1		12,9	13,2	13,3	13,4	13,4	11,0	9,8	9,0
10,7			10,3	10,5	10,6	10,6	9,7	8,8	8,1
12,2			8,3	8,5	8,6	8,7	8,7	7,9	7,3
13,7				7,0	7,2	7,2	7,3	7,1	6,5
15,2				5,9	6,0	6,1	6,1	6,2	5,9
16,8					5,1	5,2	5,2	5,3	5,3
18,3					4,4	4,4	4,5	4,5	4,6
19,8						3,9	3,9	3,9	4,0
21,3						3,4	3,4	3,4	3,5
22,9							2,9	3,0	3,0
24,4							2,6	2,6	2,7
25,9								2,3	2,3
27,4								2,0	2,0
29,0									1,8
30,5									1,5

Исходя из приведенных выше характеристик кранов Link-belt ТСС-500 и Клинцы RDK-50-Т, можно сделать некоторые выводы касательно области применения данных кранов. Кран ТСС-500 обладает лучшими грузовыми характеристиками при меньших габаритных размерах, что позволяет использовать кран в стесненных условиях. Этот фактор может стать решающим в выборе крана для решения конкретной задачи. Однако, транспортировка этого крана на большие расстояния может стать затруднительной, так как кран не подготовлен для транспортирования железнодорожным транспортом, что актуально для России. Кран RDK-50-Т пригоден для транспортирования железнодорожным транспортом. Также для решения общих задач на строительной площадке его характеристики являются удовлетворительными, а наличие дополнительного оборудования в виде люльки и бура позволяет использовать его в качестве подъемника и бурильной установки. Следовательно, выбор крана будут определять особенности работ и места работ. При условиях, которым будут удовлетворять оба крана, выбор будет основываться на экономических показателях.

Библиографический список

1. Зуев Ф.Г. Подъемно-транспортные установки / Зуев Ф.Г., Лотков Н. А.-М.: Колосс, 2006. – 470 с.

2. Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» - М.: Машиностроение, 1989. – 536 с.
3. Степанов М. А., Рожков А. А., Авакян В. Н. Современные проблемы вертикального транспорта в Российской Федерации/Механизация строительства, 2017, №12, С. 6.
4. Шарапов Р. Р., Степанов М. А., Кайтуков Б. А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники/Механизация строительства, 2017, № 7, С. 8.
5. Электронный журнал ТЕХНОmagazine [Электронный ресурс]. - <https://t-magazine.ru>, дата обращения 12.02.2020.
6. Официальный сайт АО «Клинцовский автокрановый завод» [Электронный ресурс]. - <http://www.oaokaz.ru>, дата обращения 18.02.2020.
7. Официальный сайт компании Link-belt [Электронный ресурс]. - <https://www.linkbelt.com>, дата обращения 18.02.2020.
8. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
9. Исаков В.С., Степанов М.А., Чухряев Н.П. Основы производственного сервиса строительных, дорожных и коммунальных машин. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003 г. 153 с.
10. Stepanov M.A., Plukhin P.A. Features and perspectives of automatized construction crane-manipulators // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. Сер. "4th International Conference on Advanced Engineering and Technology, ICAET 2017" 2018. С. 012039.
11. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.
12. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
13. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2015. № 5. С. 198-200.
14. Миролюбов Д.И., Габдуллин Т.Р. Зарубежная спецтехника и оборудование в дорожно-строительной отрасли // Техника и технология транспорта. 2019. № 3 (14). С. 15.
15. Миролюбов Д.И., Габдуллин Т.Р. Использование новейших разработок в дорожном строительстве // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 1.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БЫСТРОМОНТИРУЕМЫХ БАШЕННЫХ КРАНОВ

*Ильюшин А.Е., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

Быстромонтируемые башенные краны (так же известные как самомонтируемые краны) – специальный вид башенных кранов. Основное отличие этих кранов от привычных нам башенных кранов - реализация быстрого монтажа этого крана без помощи вспомогательной подъемной и транспортной техники, а только при помощи собственных подъемных механизмов [1].

Эра быстромонтируемых кранов началась на западе в последней четверти прошлого столетия. Практически в одно время башенные краны, быстро монтируемые себя при помощи своих подъемных механизмов, миру представили лидеры крановой промышленности из Франции и Германии – Potain (Manitowoc) и Liebherr, затем немного позже такие краны представили и производители из Нидерландов, Испании и Италии – Terex, Comansa Arcomet, FMGru и Comedil. Потребность в таких башенных кранах была в виду необходимости уменьшения затрат при строительных работах посредством уменьшения стоимости монтажа крана. Плюс ко всему на западе всегда предпочитали плотную невысокую застройку, в результате чего там весьма высокий спрос на башенные краны небольшой грузоподъемности и высоты подъема груза – 2-4 тонны и высотой башни 15-20 метров. Разумеется производители подъемных строительных машин провели работу над созданием принципиально нового типа башенных кранов и достаточно быстро представили всему миру весьма большой ряд более дешевых и мобильных башенных кранов, которые разворачиваются из транспортного положения в рабочее буквально за несколько часов при помощи пары профессиональных монтажников.



Рис. 1. Быстромонтируемый башенный кран

В виду разных предпочтений строительства в Англии, России, США и Азии быстромонтируемые краны были не востребованы. Особенно явно это было заметно в России, потому что в России всегда любили и уважали простоту и практичность-ряды многоэтажек в микрорайонах, которые невозможно построить при помощи быстромонтируемых башенных кранов, ведь они предназначены для малоэтажного строительства, которое в России было не в приоритете. Однако, постепенно малоэтажное строительство стало все шире развиваться и в России, а именно началось возведение легких металлокаркасных зданий, монолитных строений и других небольших ин-фраструктурных строений. Соответственно использование привычных тяжелых башенных кранов с большой грузоподъемностью дорого и экономически невыгодно. Именно поэтому появилась необходимость в легких, дешевых и быстровозводимых кранах, которые постепенно становятся все более необходимы на рынке подъемных машин. Однако некоторые консерваторы, несмотря ни на что все равно предпочитают быстромонтируемым кранам автокраны или, еще хуже, старые гусеничные краны по типу РДК-25, которые неудобны и неэффективны в условиях быстрой и динамичной стройки. Но все-таки со временем таких закостенелых строителей становится все меньше, а почитателей быстромонтируемых башенных кранов все больше, ведь мобильность, удобство и экономическую целесообразность этих машин не заметить просто невозможно. Развитие экономных способов строительства вынуждает строительные компании предпочитать все более бесполезным консервативным способам строительства быстромонтируемые башенные краны в тех случаях, где раньше были необходимы мобильные краны, вилочные погрузчики, и прочая строительная техника. Конечно, эра быстромонтируемых башенных кранов продолжит развиваться и расширяться дальше.

Если изучить современный рынок быстромонтируемых башенных кранов, то можно с уверенностью сказать, что на сегодняшний день можно найти башенные краны для абсолютно любых целей и задач, разной грузоподъемности, высоты подъема, вылета - можно купить или взять в аренду быстромонтируемый башенный кран грузоподъемностью от 1 до 5-6 тонн (однако такие тяжелые краны применяются сравнительно реже). Как правило на большинстве строительных площадок больше всего используют быстромонтируемые башенные краны со средними параметрами высоты подъема 20-25 метров, грузоподъемностью 2-4 тонны и вылетом стрелы 30-40 метров. В быстромонтируемых башенных кранах конструктивно реализуются определенные общие решения — башня быстромонтируемого крана бывает решетчатая, трубчатая, коробчатого сечения, иногда бывает секционной. Также есть интересные конструкторские решения, такие, как например в Liebherr 32TT-разработана система телескопируемой башни (рис. 2) [2].

В зависимости от конструктивного исполнения и функционала быстромонтируемый башенный кран может быть, как с оголовком, так и без него. Стрела крана, как правило, балочная, с передвижной вдоль нее грузо-

вой кареткой. Стрела в основном решетчатая, однако встречаются модели с секционной или наращиваемой стрелой, но в большинстве случаев все-таки краны не имеют возможности удлинения стрелы. Одно из необычных, но весьма удобных конструкторских решений, это возможность крана работать с не полностью разложенной стрелой-это дает таким кранам огромное преимущество при работе в стесненном пространстве. Также, в случае необходимости, стрелу можно поднять на 30-40 градусов, однако не стоит забывать, что подобное действие повлечет за собой снижение показателей грузоподъемности. Также, при необходимости, на кране устанавливается консоль контргруза. Все вышеперечисленные механизмы быстромонтируемого башенного крана раскладные, именно по этой причине они показывают такую мобильность, скорость и простоту монтажа [3].



Рис. 2. Liebherr 32TT

Механизм раскладки стрелы быстромонтируемого крана бывает, как гидравлического (как Potain IGO 50) [4] так и тросового типа (на системе тяг, как у FMGrü RBI 1035) [5]. Однако нужно учитывать тот факт, что присутствие гидравлической системы обуславливает наличие дополни-

тельных сложных узлов (шланги высокого давления, гидроцилиндры, гидростанция), что в свою очередь в целом снижает надежность машины [6].

Управление краном обычно производится с пульта управления, который бывает дистанционный либо проводной. В некоторых моделях управление осуществляется из кабины, которая также имеет возможность перемещаться по направляющим по всей высоте башни и остановиться на наиболее удобном ракурсе во время работы. Но все-таки это весьма дорогое и необычное решение повышенной опасности, поэтому в подавляющем большинстве управление быстромонтируемыми башенными кранами осуществляется с земли [7].

Как правило быстромонтируемые башенные краны устанавливаются стационарно и перевозятся на автомобильном низкорамном трале (рис. 3). Также подавляющую массу кранов можно перевозить в виде прицепа с помощью специальных подкатных осей, они идут в комплекте с краном. Но в Российской Федерации есть определенные ограничения, связанные с правилами эксплуатации прицепов-согласно требованиям грузовых перевозок, если прицеп не оборудован отдельной тормозной системой, то он не может быть тяжелее тягача, перевозящего прицеп. Если учесть, что в среднем снаряженный тягач весит приблизительно 7-8 тонн, а быстромонтируемый башенный кран средней высоты и грузоподъемности даже без балласта весит в среднем 13-17 тонн, то становится понятно, что условия перевозки не выполняются, а значит передвижение крана по РФ в таком виде запрещено. К тому же на подкатных осях быстромонтируемого крана не предусмотрены устройства амортизации, а если применить такие конструкции к нашим дорогам, то перевозки станут весьма небезопасными. В результате, учитывая все вышеперечисленные аспекты, единственным способом перемещения быстромонтируемых башенных кранов остается только лишь их перевозка на автомобильном низкорамном трале. Также один из важных моментов проектирования крана, это его габариты: они должны помещаться на низкорамный трал и не выступать за его пределы. Если это условие не выполняется, то придется согласовывать перевозку и получать разрешения на перевозку негабаритного груза, а это выйдет значительно дороже. [8].



Рис. 3. Перевозка быстромонтируемого башенного крана

Если сравнить привычные башенные краны с быстромонтируемыми башенными кранами, то у последних можно выделить целый ряд достоинств, таких как:

- Сравнительно невысокая цена;
- Экономичность (включая низкое энергопотребление);
- Самостоятельный монтаж без каких-либо вспомогательных подъемных машин, механизмов и прочей техники;
- Монтаж и демонтаж с высокой скоростью;
- При хранении занимает минимум места;
- Высоко мобилен и удобен при перевозке: в транспортном положении кран без балласта занимает только 1 низкорамный трал (балласт перевозится отдельно);
- Упрощенные требования по запуску и регистрации со стороны органов Ростехнадзора.

Но, как и у каждой машины, у быстромонтируемого башенного крана есть и свои недостатки, такие как:

- Ограничение по высоте подъема груза в виду конструктивных особенностей;
- Особенности требования правил по перевозке;
- Наличие гидравлической системы.

Таким образом можно сказать, что при перемещении грузов на высоты до 30 метров быстромонтируемые краны гораздо удобнее и выгоднее за счет своей мобильности, а также это позволяет использовать их при строительстве как индивидуальных, так и многоквартирных домов, а также для небольших инфраструктурных проектов.

Библиографический список

1. Зувев Ф.Г. Подъемно-транспортные установки / Зувев Ф.Г., Логков Н. А.-М.: Колосс, 2006. – 470 с.
2. Официальный сайт Liebherr- <https://www.liebherr.com>, (дата обращения 12.02.2020).
3. Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» - М.: Машиностроение, 1989. - 536 с.
4. Официальный сайт Potain-<https://www.manitowoccranes.com>, (дата обращения 12.02.2020).
5. Официальный сайт FMGru-<http://www.fmgru.com>, (дата обращения 12.02.2020).
6. Шарاپов Р. Р., Степанов М. А., Кайтуков Б. А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники / Механизация строительства, 2017, №7, С. 8.
7. Иванченко Г. Е. Проектирование электроприводов строительных башенных кранов / Иванченко Г.Е., Романюха В.А., Шикуть Э.В.-М.: МГСУ, 1995. – 346 с.

8. Степанов М.А., Рожков А.А., Авакян В.Н. Современные проблемы вертикального транспорта в Российской Федерации/Механизация строительства, 2017, № 12, С. 6.

9. 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.

10. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

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

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

13. Габделхаев Р.Р., Габдуллин Т.Р. Автоматизация дорожно-строительной техники // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 3.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЛИФТА

*Каюмов Р.М., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Харламов Е.В., доц., к.т.н.*

KERS 2G – система, которая дает возможность рекуперировать энергию движения лифта. В качестве накопителя энергии выступают конденсаторы повышенной емкости-суперконденсаторы. Внедрение данной системы относительно простое, так как требуется всего лишь подключить устройство к приводу лифтовой установки. Вместо того чтобы энергия торможения лифта пропадала в качестве тепла, KERS 2G будет ее накапливать, а затем использовать, чтобы сэкономить энергию в дальнейших поездках. Подобное решение позволяет сэкономить до 69% энергии. В режиме ожидания устройство не потребляет электроэнергию, так как подключается к приводу при помощи двух проводов [4]

Суперконденсаторы имеют некоторые преимущества перед аккумуляторами. Они могут пропускать через себя большое количество электроэнергии, поэтому годятся для скоростного заряжения и разряжения. Имеют увеличенный срок службы.

- Суперконденсаторы не нуждаются в ТО
- Простое внедрение в уже в эксплуатируемые лифты

В лифтовых установках с электроприводом, работающим на переменном напряжении, используются инверторы [5]. Вся энергия, которая генерируется при торможении, превращается в тепло через тормозные резисторы. Система KERS 2G позволяет сохранить данную электроэнергию, чтобы использовать ее в дальнейшем, вследствие этого уменьшается затраты электроэнергии.

Имеется возможность подключения солнечных панелей, вследствие этого система энергопотребления лифта в корне меняет свою суть, так как потребляемая из сети электроэнергия уменьшается. Если рассматривать рекуперативные привода, то ясно видно, что их концепция не до конца совершенна, так как выработанная ими энергия переходит в сеть без возможности контроля количества, а с системой KERS 2G информацию о ней можно получить при помощи специального порта.

Преимущества использования:

- Генерирует и запасает энергию торможения лифта;
- Полностью отсутствуют гармонические искажения;
- Увеличивается класс энергоэффективности лифтовой установки;
- Уменьшает потребление электроэнергии из сети;
- Легкий монтаж.

В современном мире контроль над электроприводом лифта осуществляется с помощью программного обеспечения, установленного на плату контроля лифта. Она пришла на смену контактно-релейной схеме и имеет неоспоримые преимущества, потому что обладает большим функционалом и

имеет куда более гибкие качества [1]. Примером подобного устройства является частотный преобразователь Danfoss VLT Lift Driver LD 302. Устройство этого преобразователя чистоты показано на рис. 4. Данная система улучшает эксплуатационные качества лифта. Имеет возможность использовать ИБП, если случится авария. [6]



Рис. 1. Модуль KERS 2G



Рис. 2. Режимы движения лифта

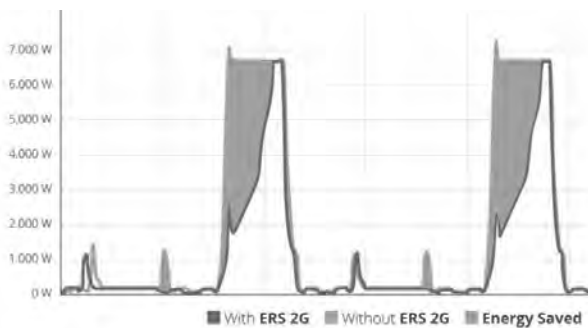


Рис. 3. Показатели сохранённой энергии с установкой ERS 2G и без

Технологии приходят в нашу жизнь и не обходят стороной сферу лифтов, современный лифт обязан быть «умным», то есть иметь возможность коммуницировать с широко известной системой «умный дом».

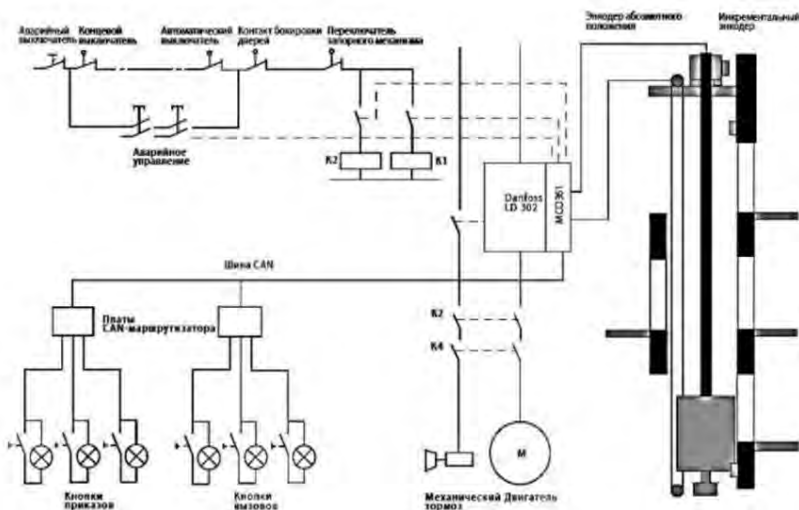


Рис. 4. Структурная схема ПЧ Danfoss VLT Lift Driver LD

Основное предназначение этой системы - повышение качества и безопасности. Для обеспечения заданных требований были созданы инструменты, такие как:

- мониторинг за состоянием лифта в режиме online. Теперь за состоянием могут следить техники. Благодаря данному нововведению имеется возможность вовремя провести обслуживание лифта, дополнительно можно рассчитать срок службы разных узлов лифтовой установки, что в свою очередь позволит уменьшить время простоя лифта.

На базе данной системы имеется возможность для внедрения других систем. Распознавание лица, например, позволит запомнить постоянного пользователя и, когда он воспользуется лифтом в следующий раз, лифт сможет предложить ему нужный этаж. Помимо этого, наблюдение над лицом позволит своевременно вызвать спасателей, если алгоритм увидит, что пассажиру стало плохо.

- создание ПО для мобильных телефонов, через которое можно вызвать лифт.

- если в системе больше одного лифта, то система может распределять кабины лифтов вдоль всего здания и на вызов приходит ближайший, что позволяет сокращать пустой пробег. [2]

Таким образом, внедрение подобных технологий позволит повысить эффективность лифтовых установок, что, в свою очередь, приведет к экономии электроэнергии и эффективному ее использованию.

Библиографический список

1. Способы модернизации лифтов [Электронный ресурс] / URL: <https://www.liftholding.ru/uslugi/modernizatsiya-liftov/vidy-modernizatsii-liftov/>.
2. Системы управления лифтами на базе микропроцессорной техники [Электронный ресурс] /информационный ресурс «LiftSpas». URL: <http://www.liftspas.ru/read/2/73-sistemy-upravleniya-liftami-na-baze-mikroprocessornojtehniki.html>.
3. Хайруллин И.Х., Шакиров Т.И. Принципы энергоемкости при проектировании подъемных механизмов лифтовых сооружений // Молодой ученый. – 2017. – №22. – С. 89-93. – URL <https://moluch.ru/archive/156/44154/> / (дата обращения: 14.1.2020).
4. Система рекуперация энергии для лифтов KERS 2G [Электронный ресурс]/ официальный сайт компании Theseus lab <https://www.supercapacitor.ru/product/sistemy-rekuperatsii-energii/sistema-rekuperatsiya-energii-dlya-liftov-kers-2g/>.
5. Архангельский Г.Г., Ионов А.А. Основы расчета и проектирования лифтов, 1985.
6. Макаров А.Г., Ломакин Г.К. Автоматика скоростных лифтов, СТРОЙИЗДАТ, 1989.
7. Яцкевич В.В. Электрические схемы лифтов. Москва, 1982.
8. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А. Экспериментальные исследования высокочастотных колебаний кабины лифта // Механизация строительства. 2011. № 12 (810). С. 17-20.
9. Kaytukov B. Sustainable limitation of high-frequency oscillations of elevator cabin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2017. С. 012193.
10. Мечиев А.В., Севрюгина Н.С., Степанов М.А. Общеметодологический подход к оценке риска обеспечения конструктивной безопасности лифтов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 4. С. 24-29.
11. Шарاپов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК САМОХОДНЫХ СТРЕЛОВЫХ КРАНОВ С ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СТРЕЛОЙ, УСТАНОВЛЕННЫХ НА СПЕЦИАЛЬНОЕ ШАССИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТИПА

*Квитковский М.В., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

В наше время многие компании хотят захватить рынок уникальными новинками. Но в области краностроения идет очень большая конкуренция, так как одной из важных характеристик любого крана является его устойчивость. Достижение устойчивости совместно с увеличением грузоподъемности очень тяжелая задача. Именно поэтому мы не так часто можем увидеть какие-то новинки таких машин, потому что большая их часть не может пройти предварительные испытания. В лучшем случае их могут представить на какой-нибудь международной выставке как модель или как опытный образец, который никогда не попадет на производство. Но все же есть представители немецких и китайских компаний, которые поражают своими характеристиками и мощным внешним видом.

Автокран состоит из двух частей: несущей, часто называемой нижней, и подъемной части, включающей стрелу, называемой верхней. Они соединяются вместе через поворотный стол, позволяя верхней качаться из стороны в сторону. Телескопические манипуляторы похожи на вилочные погрузчики, которые имеют телескопическую выдвижную стрелу, как кран. Ранние телескопические манипуляторы поднимались только в одном направлении и не вращались; однако некоторые производители разработали телескопические манипуляторы, которые вращаются на 360 градусов через поворотный стол, и эти машины выглядят почти идентичными кранам с пересеченной местностью. Эти новые 360-градусные телескопические модели манипулятора крана имеют выносные опоры или стабилизаторы, которые должны быть опущены перед подъемом; однако их конструкция была упрощена, чтобы их можно было быстрее развернуть. Эти машины часто используются для обработки поддонов кирпича и установки каркасных ферм на многих новых строительных площадках, и они разрушили большую часть работы для небольших телескопических автокранов. Многие вооруженные силы мира приобрели телескопические манипуляторы, и некоторые из них являются гораздо более дорогими полностью вращающимися типами. Их внедорожная способность и их универсальность на месте для разгрузки поддонов с помощью вилок или подъема, как кран, делают их ценной частью техники.

Эти современные гидравлические автокраны обычно являются одно-моторными машинами, с одним и тем же двигателем, приводящим в действие ходовую часть и кран. Верхний обычно приводится в действие через гидравлику, проходящую через поворотный стол от насоса, установленного на нижнем. В старых моделях гидравлических автокранов было два двига-

теля. Один из нижних тянул кран вниз по дороге и запускал гидравлический насос для выносных опор и домкратов. Тот, что в верхнем, пропускал верхний через свой собственный гидравлический насос. Многие старые операторы предпочитают двухмоторную систему из-за протекающих уплотнений в поворотном столе стареющих кранов новой конструкции. В 1947 году компания Hiab изобрела первый в мире гидравлический автокран. название Hiab происходит от широко используемой аббревиатуры Hydrauliska Industrial AB, компании, основанной в Худиксвалле, Швеция, в 1944 году Эриком Сундином, производителем лыж, который увидел способ использовать двигатель грузовика для питания кранов погрузчиков с помощью гидравлики.

Как правило, эти краны способны перемещаться по автомагистралям, устраняя необходимость в специальном оборудовании для транспортировки крана, если вес или другие ограничения размера не установлены, такие как местные законы. В этом случае большинство крупных кранов оснащаются либо специальными прицепами, которые помогают распределить нагрузку по большому количеству осей, либо могут быть демонтированы в соответствии с требованиями. Примером могут служить противовесы. Часто за краном следует другой грузовик, перевозящий противовесы, которые снимаются для перемещения. Кроме того, некоторые краны способны снимать всю верхнюю часть. Однако, это обычно только проблема в большом кране и главным образом сделано с обычным краном как соединение-пояс HC-238. При работе на рабочем месте выносные опоры выдвигаются горизонтально от шасси, а затем вертикально для выравнивания и стабилизации крана во время его стояния и подъема. Многие автокраны имеют возможность медленного перемещения (несколько миль в час) при подвешивании груза. Большую осторожность следует проявлять, чтобы не качать груз в сторону от направления движения, так как большая устойчивость к опрокидыванию тогда лежит в жесткости подвески шасси. Большинство кранов этого типа также имеют подвижные противовесы для стабилизации сверху, которая обеспечивается выносными опорами. Грузы, подвешенные непосредственно на корме, являются наиболее устойчивыми, так как большая часть веса крана действует как противовес. Заводские расчетные графики (или электронные средства защиты) используются крановщиками для определения максимальных безопасных нагрузок для стационарных (выносных) работ, а также (на резине) нагрузок и скоростей движения. Давайте рассмотрим 3 крана гиганта.

Автокран ZACB01 китайской компании производителя техники «Zoomlion» является обладателем самой высокой на сегодняшний день грузоподъемности в мире 2000 тонн. Именно поэтому он попал во всемирную книгу рекордов Гиннеса. Впервые этот кран представили на международной торговой выставке строительных механизмов, машин для стройматериалов, горных машин, строительных машин и строительной техники.

Основой крана является 12-ти (24x24) колесное шасси, на котором установлены кабина и подъемный механизм. Габариты шасси составляют 3,1

метра в ширину и 21,8 в длину. При передвижении гидравлическая балансирующая система равномерно распределяет нагрузку на каждое колесо. В шасси встроены 4 опоры, которые выдвигаются при подготовке крана к работе и обеспечивают устойчивость во время нее. В сложенном виде полная высота крана составляет 4 метра, а весит он около 96 тонн.



Рис. 1. Автокран Zoomlion ZACB01

При движении и производственных работах кран управляется из водительской кабины. Кабина имеет возможность вращаться на 360 градусов для увеличения обзора крановщика во время строительных, монтажных работ. Максимальная скорость, развиваемая этой машиной при движении, 75 км/ч, что является достаточно быстро для такой гигантской машины.

Данный автокран оснащен стрелой телескопического типа, которая состоит из 8 секций. Высота подъема 106 метров. Zoomlion ZACB01 обладает максимальной грузоподъемностью в 2000 тонн. Такой результат, может быть достигнут при вылете стрелы не более 2,5 метра. При всех видах работ кран устанавливается на металлические опоры, между которыми равномерно распределяются все нагрузки.

Этот гигантский автокран предназначен для ведения работ на очень крупном строительстве и при монтаже металлургических и химических предприятий.

Не смотря на мировое признание Zoomlion ZACB01, как рекордсмена всеми известной книги Гиннеса в классе маневренных передвижных автокранов, для большинства строительных компаний факт этого лидерства остается весьма спорным. Автокран Zoomlion ZACB01 может размещаться только почти на идеально ровную поверхность, в противном случае может привести к опрокидыванию крана при поднятии весьма тяжелого груза. Но в условиях строительства достаточно тяжело найти на объекте такую идеально ровную площадку.

Еще один из главных недостатков – это его цена. Она настолько высока, что ни одна компания не может позволить себе его купить в собствен-

ность, именно поэтому его чаще берут в аренду на время проведения строительных работ. Но если кто-то задумается о приобретении такого автокрана, его цена составляет около 1 миллиона 300 тысяч американских долларов.



Рис. 2. Автокран Zoomlion ZACB01 в рабочем положении

Технические характеристики китайского самоходного автокрана Zoomlion ZACB01:

вес – 96000 кг;

тип двигателя – дизельный; количество двигателей – 4 штуки;

максимальная скорость машины – 75 км/ч;

габаритные размеры (д/ш/в) – 21,8 м/3,1 м/4 м;

максимальная грузоподъемность – 2000000 кг;

максимальное число осей в комплектации – 12 штук;

мощность четырех моторов (по возрастанию) – 150, 260, 430 и 650 л.с.

Стоимость около 1 млн 300 тысяч американских долларов.

Этот кран является очень хорошей машиной, так как он имеет очень высокую грузоподъемность и транспортную скорость. Кран равномерно распределяет все давление между своими гидравлическими опорами. Имеет хороший обзор для работы крановщика с высоко габаритными грузами. Но и имеет один большой недостаток. Этот кран следует располагать на выравненную поверхность, но такую поверхность найти очень трудно. Устойчивость это один из очень важных параметров любого автокрана.

Вторым краном рассмотрим Liebherr LTM 11200-9.1 «Мамонт».

«LTM 11200-9.1» — является самым мощным автокраном на специальном шасси с телескопической стрелой в мире. Его стрела — самая длинная из телескопических стрел. Базой данного самоходного стрелового крана является специальное девятиосное шасси автомобильного типа.



Рис. 3. Автокран Liebherr LTM 11200-9.1 «Мамонт»

«Мамонт» поднимает груз массой 1200 тонн на высоту 180 метров. В мире не существует такого крана, который мог бы справиться с такой задачей. Выдвижение стрелы, которая состоит из 8-ми секций, на требуемую длину и закрепление ее на фиксаторы происходит полностью автоматически. Для наращивания длины стрелы имеются различные решетчатые удлинители.

Детали для сборки Liebherr LTM 11200-9.1 доставляют на место планируемых работ на 20 грузовиках в сопровождении конвоя. Под каждую опору подкладываются железные плиты, чтобы равномерно распределить давление. Это очень важный момент, так как если опора сдвинется и кран упадет, это приведет к огромным разрушениям. Система противовеса расположена под стрелой крана – на базе машины массой 22 тонны размещены восемнадцать 10-ти тонных пластин. В основном, кран используется, для установки тяжёлых грузов, например – ветрогенераторов. Длина крюка крана на монтажном блоке «Мамонта» составляет почти 10 метров, а его вес составляет 11 тонн.

Управление механизмами крана осуществляется из кабины управления, которая выполнена из волокнистого композиционного материала. При помощи гидравлики имеется возможность регулировки по высоте и под углом

Технические характеристики самоходного немецкого автокрана на специальном шасси LTM 11200–9.1 :

Ширина ходовой части (без аутригеров) – 3000 мм
Длина (трансп.) / Длина (раб.) – 19939 мм / 28200 мм
Высота (трансп.) / Высота (раб.) – 4000 мм / 4420 мм
Длина крановой установки – 20790 мм
Общая высота – 4083 мм
Масса (трансп.) / Масса (полная) – 96 т / 108 т
Грузоподъемность – 1200 тонн на высоте 180 метров

Компания Liebherr является одной из самых известных во всем мире. Она производит очень надежную строительную технику с высокими техническими характеристиками. Этот самоходный стреловой автокран один из самых надежных и в тоже время один из самых недорогих машин.

Главное его достоинство что он очень устойчив и может позволить себе небольшие неровности, так как его гидравлические опоры могут их компенсировать. Еще одним достоинством является его высота подъема и грузоподъемность. Такая машина чуть ли не единственная в своем роде.

Весь свой вес и вес груза равномерно распределяется на гидравлические опоры. А мощность данного автокрана в разы больше чем мощности других самоходных автокранов на специальном шасси.

Последний автокран, который можно приравнять к двум другим, это кран китайской компании XCMG «ХСА5000».



Рис. 4. Автокран китайской компании XCMG «ХСА5000»

Грузоподъемность этого самоходного автокрана более 1600 тонн. Этот автокран разработка китайского автопроизводителя – фирмы XCMG. Точнее, ее подразделения, занимающегося проектировкой и созданием кранов.

Автокран XCMG XCA5000 имеет 9 колесных осей с полноприводными шасси и пневмогидравлической подвеской и электрогидравлическим сервоприводом рулевого управления. Кран может перемещаться в боковые стороны при работе. Такой уникальной способностью может похвастаться не каждая машина этого типа. Максимальная скорость, достигаемая данной машиной, 80 км/ч.

Полный вес шасси вместе с подъемным устройством составляет 96 тонн. Габариты при транспортном положении: 21,8×3,1×4 м (Д×Ш×В). Максимальная длина телескопической стрелы составляет 105 м. Если использовать специальный решетчатый удлинитель, то она составляет 126 м, а консольного – 165 м.

Используется автокран XCMG XCA5000 при монтаже и демонтаже модулей атомных и ветряных электростанций.

Характеристики автокрана XCMG XCA5000:

вес – 96000 кг;

максимальная скорость машины – 80 км/ч;

габаритные размеры (д/ш/в) – 21,8 м/3,1 м/4 м;

максимальная грузоподъемность – 1600000 кг;

максимальное число осей в комплектации – 9 штук;

Данный представитель китайской компании, является достаточно неплохой грузоподъемной машиной, но также, как и другой представитель имеет главный недостаток устойчивости. Но он может похвастаться своей транспортной скоростью 80 километров в час, далеко не каждая машина данного класса может себе такое позволить.

На основании всего выше сказанного, можно сделать вывод: кран LTM 11200-9.1 «Мамонт», гораздо больше может использоваться в строительстве, так как он достаточно мощный и маневренный, имеет высокую грузоподъемность. Но выделяет его среди своих конкурентов это его устойчивость. Так же немецкий представитель пользуется гораздо большим спросом на рынке, из-за его надежности и качества сборки. Краны XCMG XCA5000 и Zoomlion ZACB01 должны устанавливаться только на идеально ровные поверхности, в то время как кран LTM 11200-9.1 «Мамонт» может себе позволить некий запас. А так же цена у LTM 11200-9.1 «Мамонт» в разы ниже, чем у XCMG XCA5000 и Zoomlion ZACB01. В области краностроения еще есть куда стремиться, так как до сих пор некоторые краны, которые считаются надежными опрокидываются и возникают несчастные случаи, которые влекут за собой многочисленные разрушения и жертвы. И самое главное, мало того чтобы кран имел большую грузоподъемность, очень важно, чтобы он был достаточно устойчив.

Библиографический список

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1. - М.: Машиностроение, 1978. 728с.
2. Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2015.
3. Надежность машин и механизмов: учебник/ В.А. Черкасов [и др.]. – Электрон. Текстовые данные. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.
4. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78.№7. С. 5-8.
5. Автомобильный интернет журнал «Autoplus.ru» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://autoplus.ru/>, свободный.
6. Интернет-портал MachinSpec.ru о спецмашинах. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://machinspec.com/>, свободный.

7. Stepanov M.A., Ilukhin P.A. Features and perspectives of automatized construction crane-manipulators // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. Сер. "4th International Conference on Advanced Engineering and Technology, ICAET 2017" 2018. С. 012039.

8. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.

9. Габдуллин Т.Р., Загретдинов Р.В. Повышение производительности систем управления дорожно-строительной техникой при использовании систем глобального спутникового позиционирования // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 4 (26). С. 397-402.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИФТА

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

В последнее время, вся наша планета взволнована проблемами энергосбережения. Хотя сейчас Россию вполне можно считать энергоизбыточной страной, с течением времени запасов нефти, газа и угля может не хватить.

Сейчас уже некоторые "горячие головы" утверждают, что "... если не будут предприняты чрезвычайные меры, очень скоро российская энергетика исчезнет как уникальный феномен русской индустриальной цивилизации, не оставив взамен ничего", да и опыт развитых стран Запада в преодолении энергетического кризиса показывает, что для получения реальных результатов в энергосбережении необходимы экстренные существенные изменения энергетической политики. [1]

Лифт уже давно стал самым часто используемым транспортом в мире, и в нашей стране это не исключение. Практически за одно столетие удалось создать полностью автоматизированную систему внутреннего транспорта пассажиров и грузов в зданиях и сооружениях, которая надежно функционирует, не требуя от людей специальных знаний и умений. [2]

Электроэнергия, потребляемая лифтами, занимает в общем показателе по зданию значительную долю. По приблизительным оценкам, выполненным британской организацией инженеров коммунальных услуг, в офисных зданиях электропотребление вертикального транспорта составляет в среднем 11 %. Лифты в жилых зданиях эксплуатируются более интенсивно, и их электропотребление может достигать 50 % от общего показателя по зданию. [3]

Для снижения потребления энергии в режиме ожидания широко используется отключение неосновных потребителей [4]. Это значит, что для пуска лифта необходимо немного больше времени, чем обычно, но при этом люди, ожидающие лифт, разницы во времени не почувствуют. Помимо повышения экоэффективности лифта эта модернизация также сократит эксплуатационные расходы. [5]

Модернизация действующего лифта с целью снижения энергозатрат заключается в обновлении системы электропривода лебедки с применением частотно-регулируемого электропривода на основе АД или СД, а также применение рекуперативных или матричных преобразователей. [6] Более подробно познакомимся со способом рекуперации движения лифта. Канатоведущий шкив (КВШ) соединяется с двигателем и генератором с помощью зубчатым венцом (открытой одноступенчатой передачей), который располагается на КВШ и входит в соединение с шестернями, которые присоединяются к валам двигателя и генератора. Тем самым нам не нужно менять уже существующие лебедки лифтов, для увеличения энергоэффективности. Мы добавляем автономное энергетическое устройство, которое

включает в себя электродвигатель, генератор, зубчатый венец, пару шестерен, накопитель электроэнергии и управляющее реле и не внедряем элементы, которые имеют большую стоимость. Цель данного изобретения максимально снизить потребляемую электроэнергию лифта, при этом сделать это максимально просто и без существенных затрат.

Далее рассмотрим предлагаемый конструктив, рис. 1.

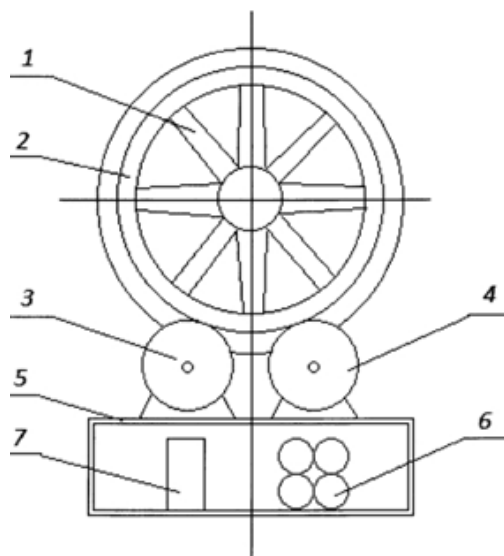


Рис. 1. Схема использования рекуперации движения [7]:

1 – канатоведущий шкив; 2 – зубчатый венец; 3 – генератор постоянного тока; 4 – электродвигатель; 5 – опорная конструкция; 6 – элементы электронакопителя; 7 – управляющее реле

Зубчатый венец, используемый в данной установке, тот же самый, что и на маховике двигателя внутреннего сгорания (подбирается в зависимости от типа лебедки), электронакопитель можно взять такой же, какой используется в гибридных автомобилях.

Принцип работы установки рекуперации движения следующий. При спуске кабины лифта, управляющее реле переключается в режим соединения электронакопителя с генератором постоянного тока, а при подъеме - в режим соединения накопителя с электродвигателем. Когда кабина лифта движется вниз, двигатель отключается, а генератор постоянного тока создает энергию, накапливая ее в накопителе, а при движении кабины вверх генератор меняет полярность, питает реле, и от энергии электронакопителя наш двигатель берет энергию и использует ее для подъема кабины, помогая в работе основному электродвигателю.

На рис. 2 приведена схема электромеханического реле управления устройства.

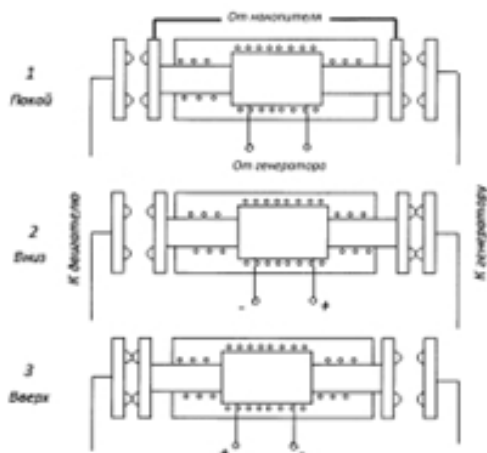


Рис. 2. Схема электромеханического реле управления устройства

Эффективность этой установки в следующем: энергия, которую мы хотим использовать “с пользой” берется из потенциальной энергии при спуске кабины лифта. Лифт, имеющий скорость движения 1 м/с, добавляет мощность, равную 10 Вт на каждый килограмм. При движении одного пассажира вниз, весом 70 кг, мощность, которую мы получим будет равна 700 Вт.

Плюсы от использования данной установки:

- сборка и обслуживание механизма рекуперации очень проста;
- конструкция лебедки остается прежней, к ней лишь добавляется механизм рекуперации;
- энергопотребление лифтов снижается и чем больше таких установок внедрить в существующие лебедки, тем больше электроэнергии получится сэкономить.

Библиографический список

1. Сайт группы компаний Развитие [Электронный ресурс] – Пермь (Россия): ООО «Развитие ПМ». – Режим доступа: <http://verdit.ru/>, свободный.
2. Архангельский Г.Г., Волков Д.П., Горбунов Э.А. и др; под общей редакцией Д.П. Волкова. Лифты. – М.: АСВ, 1999. 480 с.
3. Михайлов А. В., Шилкин Н. В. Энергоэффективные лифты высотных зданий // Здания высоких технологий. – 2013. – № 4. – URL: http://zvt.abok.ru/articles/105/Energoeffektivnie_lifti_visotnih_zdaniy.

4. Руководство, VDI 4707, 2009: Лифты. Энергоэффективность. - 13 с.
5. Сайт компании Kone Россия [Электронный ресурс]- Москва (Россия) :Kone Corporation,– Режим доступа: <https://www.kone.ru/>, свободный/
6. А.И. Хитров, А.А. Хитров Перспективы применения энергосберегающих решений в электроприводах главного движения лифта: Электротехника - Учебные публикации. Специальность 05.09.00/
7. Рапорт З.Г.,Афонин А.К., Уманская М.З., Способ рекуперации движения лифта, патент, Опубликовано:2016.07.10/
8. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А. Экспериментальные исследования высокочастотных колебаний кабины лифта // Механизация строительства. 2011. № 12 (810). С. 17-20.
9. Kaytukov B. Sustainable limitation of high-frequency oscillations of elevator cabin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2017. С. 012193.
10. Мечиев А.В., Севрюгина Н.С., Степанов М.А. Общеметодологический подход к оценке риска обеспечения конструктивной безопасности лифтов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 4. С. 24-29.
11. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

ОБЗОР ПОДЪЕМНИКОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

*Кормильчиков И.Д., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Дроздов А.Н., доц., к.т.н.*

В СП 59.13330.2012 [2] собраны рекомендации для проектирования доступной для лиц с ограниченными возможностями, среды. Для проектируемых и строящихся общественных зданий эти требования обязательны. Однако, некоторые сооружения, например, памятники архитектуры, невозможно реконструировать в соответствии с требованиями [5]. В таких случаях альтернативой пандусу служит инвалидный лестничный подъемник.

По конструктивному решению подъемники бывают:

- вертикальными;
- наклонными;
- мобильными гусеничными;
- кресельными.

Вертикальные подъемники для инвалидов разработаны и производятся согласно ГОСТ Р 51630-2000 [3] и ПБ 10-403-01 [4]. Вышеуказанные акты необходимы для ввода строения в эксплуатацию.

Вертикальные подъемные платформы для инвалидов применяются там, где наличие лифтов не экономично, т.е. при высоте подъема до 6-х метров. Если высота подъема достигает более 6-х метров, следует воспользоваться лифтом для инвалидов.

Вертикальные подъемники для инвалидов делятся на два типа [1]:

1. Без шахтного ограждения - используются при высоте подъема не более 2 м. (рис. 1, а).
2. С шахтным ограждением - используются при высоте подъема до 12,5 м (рис. 1, б).

При необходимости подъема на высоту до 12,5 м устанавливается вертикальный подъемник с ограждающей шахтой, согласно требованиям по безопасности ПБ 10-403- 01 [4].

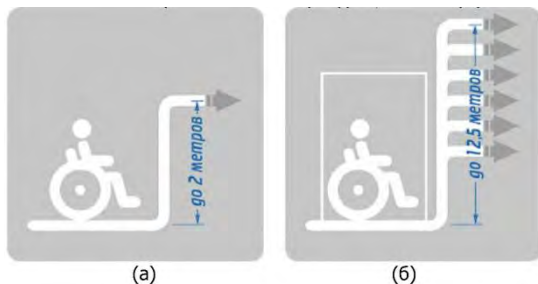


Рис. 1. Вертикальные подъемники для и инвалидов:
(а) – без шахтного ограждения; (б) – с шахтным ограждением

Требования нормативных документов по подъемникам для людей с ограниченными возможностями.

Главным нормативным документом по подъемникам для людей с ограниченными возможностями выступает [5].

Приведем основные положения этого документа, касающиеся темы исследования.

Требования к техническим характеристикам подъемников, предназначенных для людей с ограниченными возможностями.

Такое устройство должен быть сконструирован таким образом, чтобы использовать его можно было бы для транспортирования человека с ограниченными возможностями в соответствии с областью, установленной заводом-изготовителем, а также устройство должно обслуживаться одним человеком. В случае, если данное требование не выполняется, то подобное должно быть зафиксировано в соответствующей инструкции.

Подъемник при использовании в характерной ситуации должен обеспечивать возможность наименее возможного перемещения человека с ограниченными возможностями для смены его положения посредством ассистента.

Устройство не должно содержать полостей, в которых могла бы скапливаться жидкость, если только данная особенность не обусловлена конструктивной необходимостью.

Центр тяжести устройства, при наибольшей нагрузке должна иметь расстояние для полной остановки, не превышающее 50 мм.

Скорость подъема или опускания центра тяжести устройства в загруженном состоянии не должна быть более 0,15 м/с.

Скорость подъема или опускания центра тяжести устройства при отсутствии нагрузки не должна превышать 0,25 м/с.

Гидравлические приводы, которые включают трубки, шланги, штуцеры, а также иные элементы, работающие под давлением, должны быть рассчитаны и сконструированы с учетом всего перечня нагрузок, которые имеют место при действии сил от давления. Также эти конструктивные элементы должны быть полностью совместимы с используемой гидравлической жидкостью с учетом учитывать воздействий, вызванных вибрацией, скручиванием и повреждениями.

Требования к гидравлическим системам удовлетворяют нормам в случае:

а) для внешних цилиндров размеры вычислены в соответствии с ЕН 13480-3; если расчеты проведены с учетом только статического давления, то нужно предположить, что расчетное давление будет в 1,8 раз превышать фактическое статическое давление;

б) для жестких трубок и фитингов размеры трубок и соответствующих им фитингов вычислены в соответствии с ЕН 13480-3; если расчеты проведены с учетом только статического давления, то нужно предположить, что расчетное давление будет в 2 раза превышать фактическое статическое давление;

с) для гибких шлангов шланги изготовлены в соответствии с ЕН 853 или ЕН 854.

Обратный клапан должен быть отрегулирован так, чтобы было возможно удержать расчетную нагрузку подъемника в любой точке, если давление упадет ниже минимального значения рабочего давления.

Закрытие обратного клапана должно быть следствием воздействия гидравлического давления и, по крайней мере, одним действием управляющей пружины и/или действием силы тяжести.

Предохранительный клапан должен быть отрегулирован так, чтобы ограничить давление на уровне, в 1,5 раза превышающем предельное давление. Сбрасываемая жидкость должна возвращаться в резервуар.

Гидравлическая система должна допускать возможность продувки воздухом.

Для гидравлических приводов должны существовать устройства, обеспечивающие легкий контроль за уровнем гидравлической жидкости в резервуаре.

Библиографический список

1. Лапина А.П., Сайбель А.В. Архитектура. Подъемно-транспортное оборудование общественных и жилых зданий. Методические указания. - Ростов-на-Дону: Донской Гос. техн. ун – т, 2017. - 36 с.

2. СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружения для маломобильных групп населения».

3. ГОСТ Р 51630-2000 "Платформы подъемные с вертикальным и наклонным перемещением для инвалидов. Технические требования доступности".

4. ПБ 10-403-01 «Правила устройства и безопасной эксплуатации платформ подъемных для инвалидов».

5. ГОСТ Р ИСО 10535-2010 «Подъемники для инвалидов. Требования и методы испытаний».

6. Степанов М.А., Кайтуков Б.А. Обеспечение безопасности подъемников при эксплуатации // Техника и технология транспорта. 2019. № S (13). С. 43.

7. Шаратов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

8. Шаратов Р. Р., Уваров В. А., Орехова Т. Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА

*Королева В.Д., Сенькина П.Ю., студенты 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Харламов Е.В., доц., к.т.н.*

Ленточные конвейеры в настоящее время являются весомой частью любого производственного процесса. В современном производстве транспортеры выполняют важную роль, ведь любое производство включает в себя много стадий. Движение материалов, полуфабрикатов или изделий должно осуществляться быстро, бесперебойно и, зачастую, на большие расстояния. От работы ленточных конвейеров в большей степени зависит производительность производства. Ленточные конвейеры используются для перемещения продукции по цеху на небольшие расстояния – до 20 метров, также и на расстояния до нескольких километров, для этого применяют несколько конвейеров, соединив их в одну общую конвейерную линию.

Ленточный конвейер – это своего рода транспортер и погрузчик, работающий в непрерывном режиме. В зависимости от своей конструкции он способен перемещать сыпучие (цемент, песок, щебень и т.д) или твердые (камни, бетонные плиты, железобетонные конструкции и т.д) материалы различной весовой категории. Перемещение конвейера осуществляется с помощью основного рабочего элемента транспортера – конвейерной ленты, движущейся непрерывно. Широко применяется данное оборудование во многих сферах металлургии, промышленности, в сельском хозяйстве, в шахтах, рудниках и т.д. [3]

Первостепенной характеристикой работы конвейера являются его непрерывность и способность выдерживать большие нагрузки. Но конвейер также имеет свои недостатки, как и любое другое устройство, такие как износ рабочих элементов конвейера.

Причиной износа может выступать образование налипшего материала на ленту, который впоследствии собирается на поддерживающих роликах и тем самым мешает их нормальному вращению. Из-за остановки роликов может произойти сход ленты. В то же время конвейерная лента «стачивает» поддерживающие ролики, которые, в свою очередь, срезают рабочий слой ленты. Также налипший материал образует просыпи и тем самым засоряет рабочую зону. Часто степень влияния неэффективной очистки ленты недооценивают, в следствии чего увеличиваются эксплуатационные затраты. [5]

Для повышения эффективности использования современных ленточных конвейеров необходимо модернизировать устройство для очистки ленты конвейера. Эти устройства очищают ленту от налипшего на нее груза, обеспечивая нормальные условия эксплуатации конвейера и повышают срок службы ленты. Устройства для очистки ленты:

- Простые скребки;
- Сдвоенные скребки;
- Многоскребковые;
- С выдвигающимися по мере износа скребком;

- Гидравлические очистители;
- Спиральные скребки.

Наиболее распространены очистные устройства в виду простых скребков из износостойкой резины, капроновых нитей, пластмассы и мягкого металла. Опыт показывает, что при использовании данного устройства можно удовлетворительно очистить ленту при транспортировании сухих и слабоабразивных грузов (угля, сухого известняка и т.д).

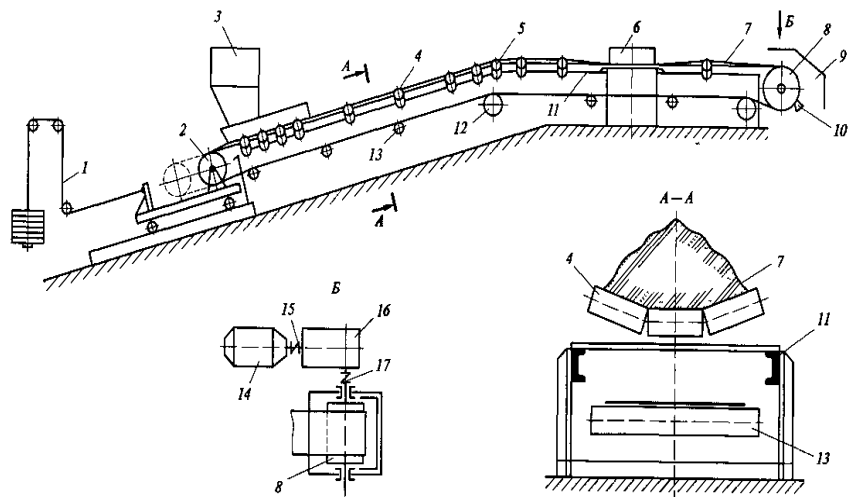


Рис. 1. Схема ленточного конвейера:

1 – натяжное устройство; 2, 8, 12 – соответственно натяжной, приводной и отклоняющий барабаны; 3 – загрузочная воронка; 4, 13 – роликовые опоры; 5 – роликовая батарея; 6 – плужковый сбрасыватель; 7 – лента; 9 – разгрузочная коробка; 10 – скребок; 11 – металлоконструкция; 14 – электродвигатель; 15, 17 – муфты; 16 – редуктор [1]

Эффективность очистки зависит от свойств транспортируемого груза. Очистка от сыпучих и нелипких материалов (уголь, песок) изготавливается сравнительно легко. Значительные затруднения представляет очистка от влажных, сильно налипающих (суглинки, глины, мела) и намерзающих материалов в зимнее время года. [2].

Данное изобретение (рис. 2) относится к системе скребка ленточного конвейера, выполненной из модулей для возвратной области конвейерных лент, при этом система скребка ленточного конвейера содержит регулируемый, неподвижный или упруго-установленный держатель в направлении, поперечном направлению движения ленты, также множество очищающих модулей, прикрепленных рядом друг с другом на держателе.

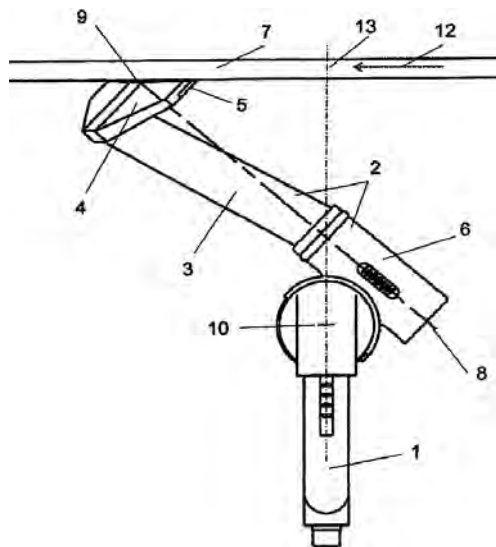


Рис. 2. Скребок ленточного конвейера, имеющий наклон модуля:

1 – основание; 2 – очищающий корпус; 3 – держатель ножа; 4 – очищающее лезвие; 5 – блок очищающей кромки; 6 – втулка; 7 – лента; 8 – ось вращения очищающего корпуса; 9 – точка пересечения; 10 – ось поворота очищающего корпуса

В данном случае модули скребка ленточного конвейера расположены рядом друг с другом на держателе системы таким образом, что очищающие лезвия, обращены точно под прямыми углами к направлению движения ленты. На рис. 2 (вид сбоку) показано, что очищающее лезвие формирует тупой угол по отношению к ленте, при этом угол между скребком и лентой слегка изменяется в соответствии с износом в течение всего срока службы.

Известная проблема с ленточными конвейерами охватывается в том, что большое обилие сыпучих материалов, например, нефтеносные пески, имеют стремление к слипанию и забивают модули скребка ленточного конвейера. Поэтому модули скребка ленточного конвейера должны быть выполнены таким образом, чтобы наибольшая площадь поверхности прохода оставалась между отдельными модулями, и модулями скребка ленточного конвейера, обеспечивая малые возможности для накопления сыпучего материала.

Преимущества наклонно расположенных скребков ленточного конвейера – это большая величина зазора для удаляющей поверхности и большая способность очистки.

Важно, чтобы действие очистки происходило все время при тянущем действии. Это значит, что ось поворота очищающего корпуса или выступ последнего вертикально на ленту, как видно в направлении движения ленты, расположены перед точкой пересечения между блоком очищающей кромки и лентой. [4]

Библиографический список

1. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: учеб. пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1983 – 487 с., ил.
2. Ромакин Н.Е. Машины непрерывного транспорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Ромакин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 – 432 с.
3. Конвейеры: Справочник / Р.А. Волков, А.Н. Гнутов, В.К. Дьячков и др. Под общ. ред. Ю.А. Пертена. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. 367 с.
4. Пат. 2690783 Российская Федерация, МПК В65G 45/16 (2006.01). Скребок ленточного конвейера, имеющий наклон модуля / Шварце Ханс-Отто;
5. Ленточные конвейеры / И.М. Тарасов; Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 1963. 216 с.
6. Очистка конвейерных лент. Способы и инструменты // instruments.zp.ua URL: <http://instruments.zp.ua/ru/reference/articles/291-ochistka->
7. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. – М.: Машиностроение, 1987.
8. Шарاپов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. К вопросу об разрушении материалов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 5-8.
9. Уваров В.А., Степанов М.А., Кошкарёв Е.К. Машины для технологического транспортирования строительных материалов и изделий. – М: МГСУ, 2013. – 216 с
10. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.
11. Шарاپов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
12. Шарاپов Р. Р., Уваров В. А., Орехова Т. Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

ОБЗОР УДЛИНЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭКСКАВАТОРОВ

Кориунов М.С., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Харламов Е.В., доц., к.т.н.

Экскаваторы с удлиненным рабочим оборудованием предназначены специально для работ, требующих увеличенный диапазон рабочей зоны, то что не могут машины, оснащенные стандартным рабочим оборудованием.

Эффективность работы экскаватора с таким оборудованием исключительно увеличивается в стандартных и специальных условиях работы, когда требуется большой радиус копания. Данное оборудование не заменимо при выполнении работ по зачистке русел рек, водоемов, прудов и прибрежной зоны, планирование откосов, подходит для работы на гравийных и песчаных карьерах.

Для объективности обзора удлиненного рабочего оборудования за основу взяты экскаваторы 5 размерной группы массой 32 – 50 тонн, на которые возможно установить оборудование с данными характеристиками.

Особенностью экскаватора Hitachi ZX330LC-5G SLF H22 является его удлиненное рабочее оборудование в виде рукояти и стрелы, благодаря чему значительно увеличивается радиус копания.



Рис. 1. Hitachi ZX330LC-5G SLF H22

Технические характеристики данной модели:
Эксплуатационная масса, 37,8 т.
Максимальный радиус копания, 22,02 м.
Максимальная глубина копания, 17,38 м.
Длина рукояти, 9,26 м.
Емкость ковша, 0,4 м³.

Модель Long Reach RR50-LR-H21 может быть установлена в экскаваторы эксплуатационной массой, указанной в технических характеристиках ниже. По техническому заданию заказчика осуществляется проектирование, производство и установка рабочего оборудования, с учетом специфики работы.



Рис. 2. Модель Long Reach RR50-LR-H21

Технические характеристики данной модели:
Эксплуатационная масса, 44 - 50 т.
Максимальный радиус копания , 20,9 м.
Максимальная глубина копания , 16,5 м.
Длина рукояти, 8,7 м.
Емкость ковша, 0,6 м³.

Телескопическая рукоять – это идеальное решение для тяжелых условий работы, где важную роль играет глубина копания. Она расширяет возможности экскаваторного оборудования. В зависимости от сложности вы-

полняемых работ, предлагаются телескопические рукояти с внешним или внутренним механизмом выдвижения.

Рассмотрим рукояти с внутренним механизмом выдвижения.

Экскаваторы ZAXIS-5 с телескопической рукоятью и грейферным ковшом могут осуществлять копание на глубину до 30 м и быструю загрузку самосвалов. За счет комбинированной подвески с использованием канатов и гидроцилиндров рабочее оборудование телескопической рукояти с грейферным ковшом обеспечивает динамичную и производительную разработку грунта.

Управление работой грейфера осуществляется при помощи двух канатов: подъемного и замыкающего. В случае разрыва одного из двух канатов второй предотвращает свободное падение грейфера.



Рис. 3. Hitachi ZX330LC-5A СТА 30 м

Технические характеристики данной модели:

Эксплуатационная масса, 45,7 т.

Максимальный радиус копания , 11,18 м.

Максимальная глубина копания , 30 м.

Длина рукояти, 14,06 м.

Емкость ковша, 1,55 м³.



Рис. 4. Hitachi ZX330LC-5G СТА 25 м

Технические характеристики данной модели:

Эксплуатационная масса, 42,05 т.

Максимальный радиус копания , 11,17 м.

Максимальная глубина копания , 25 м.

Длина рукояти, 12,13 м.

Емкость ковша, 1,3 м³.

Выпускается множество модификаций рукоятей Cosben TA, отличающихся по техническим характеристикам. Особенностью конструкции рукояти является то, что сводится к минимуму риск поломок, вызываемых контактом с наружными объектами, т.к. гидроцилиндры рукояти находятся внутри самой стрелы.

Цилиндр телескопической рукояти работает с помощью дополнительной гидравлической линии, установленной на экскаваторе. Если навесное оборудование, использующиеся с телескопической стрелой, нуждается в дополнительной гидравлической системе управления, экскаватор должен быть оснащен второй дополнительной гидравлической линией для используемого навесного оборудования.

Вывод: с увеличением рабочей зоны уменьшается усилие копания, опрокидывающий момент возрастает, поэтому объем ковшей меньше стандартных, а также требуется установка дополнительного контргруза. Из обзора удлиненных рабочих органов экскаватора следует вывод, что экскаваторы с удлиненными рукоятями обладают лучшим радиусом копания. Но для осуществлений работы, связанной с глубоким копанием, подходят лучше экскаваторы, оснащенные телескопическими рукоятями.



Рис. 5. Телескопическая рукоять Cosben 14169TA

Технические характеристики данной модели:

Эксплуатационная масса, 39 - 50 т.

Максимальный радиус копания , 11 м.

Максимальная глубина копания , 35 м.

Длина рукояти, 13,4 м.

Емкость ковша, 2,2 м³.

Библиографический список

1. Машинист экскаватора одноковшового: учеб. пособие. – У.И.Сапоненко. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 64 с
2. Дроздова Л.Г., Одноковшовые экскаваторы: конструкция, монтаж и ремонт: учеб. пособие. / Л.Г. Дроздова, О.А. Курбатова. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 235 с.
3. Патент РФ № 2266371 «Рабочее оборудование обратной лопаты гидравлических одноковшовых экскаваторов». Дата публикации: 20.12.2005. Авторы патента: Хребто И.Ф. (RU), Хребто Е.С. (RU), Богданов А.М. (RU), Хребто С.И. (RU)
4. Густов Д.Ю., Красочкин А.Г., Попов Г.А. Повышение производительности экскаватора посредством его автоматизации // Научное обозрение. 2015. № 20. С. 181-184.
5. Густов Д.Ю., Зотов О.А. Экскаваторное рабочее оборудование псевдоферменного типа // В сборнике: Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 65-69.

6. Зотов О.А., Густов Д.Ю. Моделирование псевдоферменной конструкции рабочего оборудования одноковшового экскаватора // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 3 (126). С. 376-385.

7. Кудрявцев Е.М., Густов Д.Ю. Определение производительности одноковшового экскаватора с оборудованием обратной лопата // Вестник МГСУ. 2010. № 4-1. С. 101-107.

8. Романович А.А., Харламов Е.В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.

9. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

10. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Харламов Е.В. Энергетический расчет приводов подъемно-транспортных машин на эвм (табличный процессор EXCEL) // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 183-186.

11. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т. Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ ДИСКОВОЙ МУФТЫ

*Кузьмицкая П.А., студентка 2-го курса 40 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Густов Ю.И., проф., д.т.н.*

Согласно ГОСТ Р 50371-92, дисковая фрикционная муфта-предохранительная муфта с неразрушающимся звеном, которая выключается за счет окружного усилия, превышающего окружную силу трения между поверхностями двух дисков установленных на полумуфтах и поджимаемых пружинами (рис. 1).

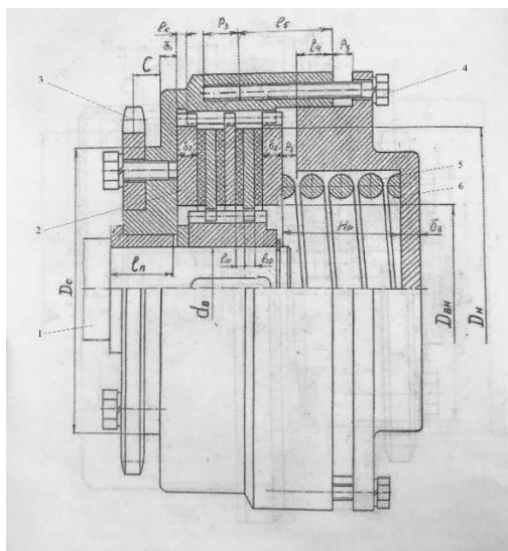


Рис. 1. Муфта дисковая фрикционная предохранительная D3:
1 – вал; 2 – нажимное кольцо; 3 – ведущая звездочка; 4 – винт; 5 – пружина;
6 – корпус

Целью работы является оценка триботехнических показателей предохранительной дисковой муфты с коэффициентом трения скольжения в пределах 0,25-0,3[1].

Задачами работы являются:

1. Определение парциальных величин микроизноса D_a и микрометалла D_m по предельным значениям коэффициента трения $f=0,25$ и $f=0,3$.
2. Установление степени трибодеструкционного упрочнения поверхности трения дисков и продуктов износа.
3. Оценка фрикционных температур поверхности трения дисков и продуктов износа.

4. Определение коэффициента полезного действия (КПД) дисковой муфты.

5. Построение нормализованной системы относительных опорных линий и сближений.

Методика исследования

Исследование проведено на основе деформационно-топографического метода, оценивающего микротопографию поверхностей трения посредством нормализованной системы координат относительных опорных линий и сближений с походными парциальными показателями микроизноса и микрометалла [2]. Парциальные величины микроизноса D_a и микрометалла D_m определяются по зависимости от коэффициента трения

$$D_a = 1 - f^{0,5}, \quad D_m = 1 - D_a \quad (1)$$

Результат расчета проверяется по формуле [3]

$$f = 1 - D_a^{1/D_a} = D_m^{1/D_m}, \quad (2)$$

Полученные значения должны совпасть с заданными величинами коэффициента трения с расхождением не более 5-10 %.

Степень трибodeформационного упрочнения поверхностей трения дисков определяется по зависимости [4]

$$K_s = H_s / H_o = 0,618 D_m^{A_m} D_a^{A_a}, \quad (3)$$

где H_o – исходная (технологическая) твердость; H_s -твердость вследствие трения (кинетическая); 0,618- гармоническое значение микрометалла D_m в системе золотой пропорции [5]

Степень упрочнения продуктов износа определяется по выражению

$$K_a = K_s K_s^{0,5} + K_s - 1^{0,5}, \quad (4)$$

Фрикционные температуры поверхностей трения ΔT_s оцениваются по формуле

$$\Delta T_s = \ln K_s \lambda, ^\circ\text{C}, \quad (5)$$

где $\lambda = 2,15 \cdot 10^{-3}$, $1/^\circ\text{C}$ - среднее значение температурного коэффициента для металлов [6].

Фрикционная температура продуктов износа определяется по формуле

$$\Delta T_a = \ln K_a \lambda, \quad (6)$$

Коэффициент полезного действия дисковой муфты определяется по зависимости [7]

$$\eta = 1 - L_\gamma, \quad (7)$$

где

$$L_\gamma = 1,4142 \frac{D_{max} - D_{min}}{D_a + D_m}, \quad (8)$$

$D_{max} = D_a$ при $D_a > D_m$, $D_{min} = D_m$ при $D_a < D_m$

Для сравнения используется выражение

$$\eta = 1 - K_a K_s, \quad (9)$$

Результаты исследования

Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Триботехнические показатели предохранительной дисковой муфты

f	D_a	D_m	K_s	K_a	$\Delta T_s, ^\circ C$	$\Delta T_a, ^\circ C$	$\eta_7, \%$	$\eta_9, \%$
0,25	0,5	0,5	1,236	1,975	98,5	316,54	41,4	38,5
0,3	0,45	0,55	1,152	1,686	65,8	242,96	40	40,6

Для построения нормализованной системы относительных опорных линий и сближений t_p - ε используется зависимость

$$t_p = \varepsilon^{D_a} D_m, \quad (10)$$

При $f=0,25$ $t_{p1}=\varepsilon$, при $f=0,3$ $t_{p2}=\varepsilon^{0,8}$

Для заданных значений ε получены следующие величины t_{p1} и t_{p2} при $f=0,25$ и $f=0,3$ (табл. 2)

Таблица 2

Показатели нормализованных систем t_p - ε

ε	0,05	0,1	0,15	0,20	0,30	0,40	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
t_{p1}	0,05	0,1	0,15	0,20	0,30	0,40	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
t_{p2}	0,0862	0,152	0,212	0,268	0,373	0,473	0,567	0,658	0,747	0,83	0,92

Нормализованные системы t_p - ε представлены на рис. 2.

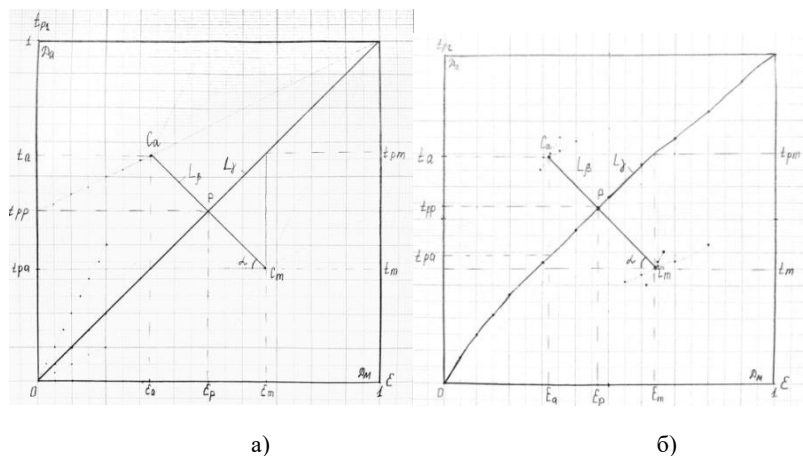


Рис. 2. Нормализованные системы относительных опорных линий и сближений при $f=0,25$ (а), и $f=0,3$ (б)

Значение координатных показателей полученных систем приведены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели нормализованных систем t_p - ε

f	D_a	ε_a	ε_p	ε_m	t_{pa}	t_{pp}	t_{pm}	t_a	t_m	L_β	L_γ
0,25	0,49	0,33	0,5	0,67	0,33	0,55	0,67	0,66	0,33	0,47	1,42
0,3	0,46	0,32	0,47	0,64	0,39	0,54	0,7	0,69	0,35	0,475	1,49

Анализ результатов

1. При коэффициенте трения $f=0,25$ парциальный микроизнос, определяемый методом бицентроидных отрезков, равен $D_a=0,49$; при $f=0,3$ $D_a=0,46$. Эти значения численно совпадают с полюсным сближением соответственно $\varepsilon_p=0,5$ и $\varepsilon_p=0,47$.

2. Отношения длин гипсограммы и бицентроиды составляют при $f=0,25$ $\gamma = L_\gamma / L_\beta = 3$, при $f=0,3$ $\gamma=3,13$. Для практических расчетов можно принимать значения $\gamma=3,0$ (расхождение $\Delta=1\%$ и $\Delta=1,78\%$), что позволяет определять длину гипсограммы без ее измерения по длине бицентроиды.

Выводы

1. На основе деформационно-топографического метода исследования триботехнические показатели поверхностей трения показано решение об-

ратной задачи: по известному коэффициенту трения (f) скольжения определены начальные парциальные величины микроизноса (D_a) и микрометалла (D_m) и их производные показатели трения.

2. Сопоставление расчетных и заданных эксплуатационных коэффициентов трения скольжения показало их полное совпадение.

3. При установленных парциальных величинах $D_a=0,5$ и $D_a=0,45$ трибодеформационное упрочнение поверхностей дисков составляет соответственно $K_s=1,236$ и $K_s=1,152$. Предельное упрочнение продуктов износа достигает значений $K_a=1,975$ и $K_a=1,686$.

4. Фрикционные температуры при указанных в п. 3 степенях упрочнения достигают уровней $\Delta T_s=98,6$ °С, $\Delta T_a=316,54$ °С при $f=0,25$ и $\Delta T_s=65,8$ °С, $\Delta T_a=242,96$ °С при $f=0,3$. Установленные температуры не представляются достаточными для существенного изменения микроструктуры и механических свойств трущихся материалов.

5. Расчетные значения коэффициентов полезного действия (КПД) муфты (η) согласуются с величинами порядка 40% для условий трения «клинового привода» при сухом трении [9]. Предлагаемые зависимости (7) и (9) для определения КПД дают вполне удовлетворительно совпадающие значения.

6. Построенная нормализованная система относительных опорных линий и сближений t_p - ε по аппроксимирующей функции (10) согласуется с начальными парциальными величинами D_a и D_m , а также с их производными координатными показателями L_γ , L_β , ε_a , ε_p , ε_m , t_{pa} , t_{pm} (см. рис. 2).

Библиографический список

1. Абрамов В.Н., Мещерин В.Н. Проектирование предохранительных фрикционных муфт: Учебн. пос./ Моск.гос. строит. ун - т/ М.: МГСУ, 2009. 65 с.

2. Густов Ю.И., Воронина И.В., Орехов А.А. Методология исследования трибомеханических показателей строительной техники // Механизация строительства 2011-№ 08. С. 10-12.

3. Густов Д.Ю., Густов Ю.И., Воронина И.В. Трибологические показатели рабочих органов и сопротивлений строительной техники: Матер. Междунар. научно - техн. конф. «Интерстроймех - 2015, Казань», 2015. С. 68-73.

4. Густов Ю.И., Воронина И.В. Исследование предельного трибодеформационного упрочнения рабочих органов и сопряжений строительной техники. Труды Новомосковского института НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, Выпуск №10 г. Новомосковск, НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, с.12-15.

5. Коробко В.И. Золотое сечение и проблемы гармоний систем / Изд - во АСВ стран СНГ: М., 1998. 373 с.

6. Основы трибологии (трение, износ, смазка) /А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Бушеи др. - М.: Машиностроение, 2001. 664 с.

7. Густов Ю.И., Воронина И.В. Соотношение в нормализованной системе строительных давлений и сближений поверхностей трения // Сборник докладов XXII Словенско - российско - польского семинара “Теоретические основы строительства”, 2013. С. 559-562.

8. Чихос Х. Системный анализ в трибонике. - М.: “МИР.”, 1982. 351 с.

9. Густов Д.Ю., Густов Ю.И., Воронина И.В. Критерии механических свойств конструкционных металлических материалов // Механизация строительства. 2015. № 11 (857). С. 34-39.

10. Густов Ю.И., Воронина И.В. Деформационно-топографический метод исследования триботехнических показателей строительной техники // В сборнике: Трибология - машиностроению Труды XII Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию ИМАШ РАН. 2018. С. 157-159.

11. Густов Ю.И., Воронина И.В. Прогнозирование триботехнических показателей фрикционных дисковых предохранительных муфт по коэффициенту трения // Приводы и компоненты машин. 2019. № 3-4 (32). С. 20-23.

НАЗНАЧЕНИЕ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ

*Куцаев Л.Э., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

Пластинчатый конвейер, представленный на рисунке 1, состоит из станины 1, в конечных точках которой установлены звездочки - приводная звездочка 2 с механизмом привода 3 и натяжная звездочка 4 с устройством натяжения 5 [1].

Бесконечный настил 6, который состоит из отдельных металлических пластин (которые определяют название данного типа конвейеров) прикреплен к одной или двум тяговым цепям 7, огибающим концевые звездочки и находящимся в зацеплении с зубцами звездочек. Тяговые цепи оборудованы опорными катками и движутся по направляющим путям станины 1 совместно с настилом вдоль продольной оси конвейера. Настил выступает несущим элементом конвейера, поскольку по нему перемещается транспортируемый груз. Загрузка конвейера грузом осуществляется в любом месте конвейера через одну или несколько загрузочных воронок 8, а разгрузка осуществляется через разгрузочную воронку 9 и концевую звездочку.

Пластинчатые конвейеры предназначены для транспортировки в наклонном и горизонтальном направлении различных штучных или насыпных грузов в химической, металлургической, энергетической, угольной, машиностроительной и других промышленных отраслях, а также применяются при поточном методе производства с целью перемещения изделий или деталей от одного рабочего места к другому в соответствии с технологическим процессом. На пластинчатом конвейере часто одновременно с транспортированием над грузами или изделиями совершаются такие технологические операции, как, например, закалка, отпуск, охлаждение, мойка, сушка, окраска, сборка, контроль и т. п [2].

Вследствие того, что пластинчатые конвейеры имеют жесткий металлический настил, который движется по сплошным направляющим путям, то, на пластинчатых конвейерах перемещают более тяжелые (по сравнению, например, с ленточными конвейерами) крупнокусковые, абразивные грузы (камень, руду и т. п.), а также горячие (отливки, поковки и т. п.).

К достоинствам пластинчатых конвейеров можно отнести [3]:

- транспортировка тяжелых горячих и крупнокусковых грузов;
- значительная производительность (до 2000 т/час и более);
- значительная протяженность перемещения (до 2 км) из-за большой прочности тяговых цепей и возможности использования многодвигательного привода;
- бесшумный и равномерный ход;
- непосредственная загрузка из бункеров без использования питателей;

– разнообразие возможных (по сравнению с ленточными конвейерами) трасс перемещения с более интенсивными наклонами и меньшими радиусами между направлениями.

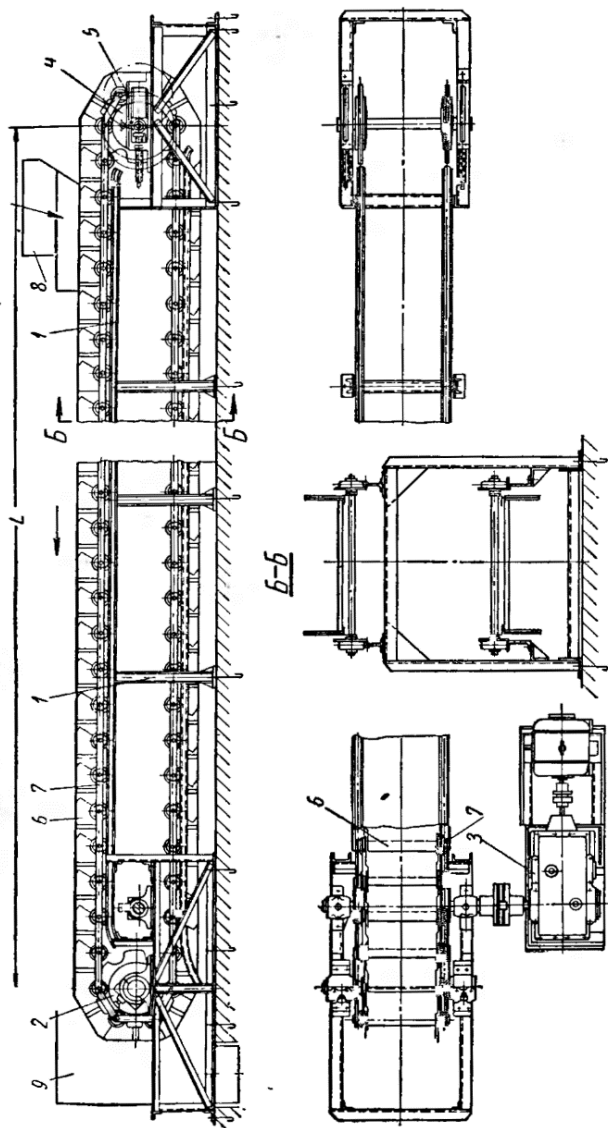


Рис. 1. Пластинчатый конвейер:

1 – станина; 2 – приводная звездочка; 3 – приводной механизм; 4 – натяжная звездочка; 5 – натяжное устройство; 6 – настил; 7 – тяговая цепь; 8 – загрузочная воронка; 9 – разгрузочная воронка

Недостатки пластинчатых конвейеров:

- большой собственный вес настила и цепей;
- повышенная стоимость и сложность изготовления;
- сложность реализации промежуточной разгрузки при использовании бортовых настилов;
- сложность вследствие значительного числа шарнирных сочленений.

Геометрические схемы трассы пластинчатых конвейеров приведены на рис. 2, при этом углы наклона могут составлять $30\div 35^\circ$, а при организации на настиле поперечных планок либо при специальном глубоком настиле - $45\div 60^\circ$, а переходы от горизонтального на наклонное направления выполняются при малых радиусах порядка $R=5\div 8$ м [4].

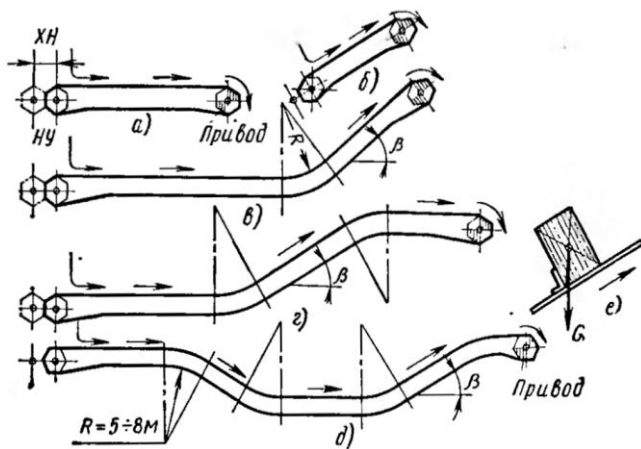


Рис. 2. Геометрические схемы пластинчатых конвейеров:

а – горизонтальные; комбинированные: б – наклонные; в – горизонтально-наклонные; г – наклонно-горизонтальные; д, е – одним или несколькими перегибами

Пластинчатые конвейеры классифицируются по [5]:

- конструктивным особенностям настила;
- конструктивным особенностям трассы;
- назначению.

Основные характеристики (ширина и тип настила, скорость движения) пластинчатых стационарных конвейеров общего назначения должны соответствовать требованиям [6].

К специальным разновидностям пластинчатых конвейеров относятся:

- разливочные машины;
- эскалаторы пассажирские;
- специальные пространственные пластинчатые конвейеры, изгибающиеся как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Промежуточная разгрузка пластинчатого конвейера возможна только для пластинчатых конвейеров с безбортовым плоским настилом, при помощи плужкового сбрасывателя.

Библиографический список

1. Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины: учеб. пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд., перераб. / А.О. Спиваковский, В.А. Дьячков – М.: Машиностроение, 1983. - 487.
2. Конвейеры: Справ. / Р.А. Волков, А.Н. Гнутов, В.К. Дьячков и др. под общ. ред. Ю.А. Пертена. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. 367 с.
3. Зенков, Р.Л. Машины непрерывного транспорта: учеб. для вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование». - 2-е изд., перераб. и доп. / Р.Л. Зенков, И.И. Ивашков, Л.Н. Колобов. - М.: Машиностроение, 1987. - 29 с.
4. Зенков, Р. Л. Машины непрерывного транспорта: учеб. для вузов, по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» / Р.Л. Зенков, И.И. Ивашков, Л.Н. Колобов, - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 432 с.
5. Катрюк, И.С. Машины непрерывного транспорта. Конструкции, проектирование и эксплуатация: учеб. пособие / И.С. Катрюк, Е.В. Мусияченко. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. - 266 с.
6. ГОСТ 22281-76. Конвейеры пластинчатые стационарные общего назначения. Технические условия.
7. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
8. Sharapov R.R., Ovsyannikov Yu.G., Boychuk I.P., Agarkov A.M., Prokopenko V.S. Research of aerodynamics of recirculation systems with forced aspirated air // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 21. С. 42707-42713.
9. Агарков А.М., Харламов Е.В. Разработка аспирационного оборудования для производства дорожно-строительных материалов // В сборнике: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. 2018. С. 22-26.
10. Харламов Е.В., Агарков А.М., Харламова В.В. Применение отходов обогащения при производстве строительных материалов // В сборнике: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. 2018. С. 313-317.
11. Skel V. Properties of the rubber vibration isolator of the elevator // В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 03022.

12. Скуль В.И. Открытая зубчатая передача как источник колебаний механизмов строительных машин // Техника и технология транспорта. 2019. № S (13). С. 42.

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

14. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.

15. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

16. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА С ЦЕЛЮ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*Лукьянов А.А., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Харламов Е.В., доц., к.т.н.*

Расширение зоны копания при неизменных габаритах рабочего оборудования является одним из основных направлений развития землеройных машин, таких как экскаватор. Существует несколько вариантов расширения зоны копания: установка механизма телескопирования стрелы или рукояти; установка шарнирно-сочлененного оборудования рукояти; установка дополнительных элементов на рабочее оборудование (рис. 1) и также другие варианты. Представленный на рисунке вариант позволяет расширить зону копания, а также механизм позволяет автоматически перемещать точки крепления цилиндров поворота стрелы и тем самым изменять момент сил гидроцилиндров, вращающих стрелу.

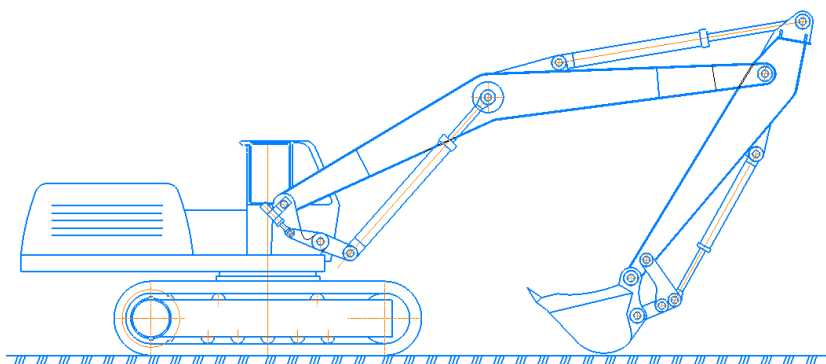


Рис. 1. Проект модернизации гидравлического экскаватора

Автоматизация систем управления является перспективным направлением развития в любой сфере технологий. Не исключением является и землеройные машины, такие как экскаваторы. Автоматизация систем управления экскаваторов сводится к достижению следующих результатов:

- наилучшее техническое обслуживание;
- поддержку;
- защиту машин от неправильной эксплуатации;
- возросшую эффективность и время безотказной работы.

Системы управления экскаваторов встречаются двух видов: встроенные, т.е. установленные с заводом изготовителем и устанавливаемые, которые можно установить на практически любую машину, об этих системах и пойдет речь далее.

Topcon, Lieca Geosystems, Trimble, MOBA Mobile Automation AG – имена ведущих производителей «умных» систем управления экскаваторов.

Компанией Topcon разработана система 3D X53i для экскаваторов, которая представляет собой аппаратную платформу, готовую к расширению функциональных возможностей и созданию новых конфигураций. Система включает в себя две спутниковые GNSS-антенны для позиционирования и получения ориентации корпуса машины, четыре датчика наклона с диапазоном определений 360 градусов для измерения углов между кабиной, стрелой, рукоятью и ковшом, GNSS-приемник и панель управления с сенсорным экраном и индикаторами (рис. 2).



Рис. 2. Панель управления

Данная система позволяет в блок управления цифровую модель проекта, строить картограммы земляных работ и проводить сравнительный анализ произведенных работ с проектными. На экране панели управления может выводиться трехмерная визуализация рельефа с текстурами и графически указать точное положение экскаватора на объекте, а также положение режущей кромки относительно проектной поверхности. Система простая в монтаже и устанавливается на машину в течении двух дней.

Leica GEOSYSTEMS разработала простую экономичную систему iCON iXE1 POWERDigger Lite идеально подходящая, как для тяжелых экскаваторов, так и для мини-экскаваторов (рис. 3). Данная система является отличным решением для подрядчиков, которые хотят получить контроль за их машиной. Система состоит из датчиков, установленных на стреле, рукояти и ковше, блока управления и устройства ввода, которое представляет из себя 3,5 дюймовый сенсорный дисплей. На дисплее можно указать значение высоты и угла наклона поверхности. Интеллектуальная система упрощает слепую выемку грунта, такую как выемку грунта под водой и в других случаях, также система позволяет дистанционное управление экскаватором. Эту систему можно встретить на экскаваторах компании Case, которая вместе с Leica GEOSYSTEMS разрабатывает автоматические системы управления.



Рис. 3. Leica GEOSYSTEMS iCON iXE1 POWERDigger Lite

Одной из лидеров производящей «умные» системы для экскаваторов является компания Trimble, которая разработала систему GCSFlex (рис. 4). Эта система является надежной и доступной. У системы есть несколько различных конфигураций позволяющие выполнять различного рода задачи, такие как профильная выемка грунта с уклонами, траншеи, котлованы и производить селективную выемку грунта. Данная система предоставляет широкий спектр возможностей:

- использовать известную точку в качестве точки отчета;
- простой ввод требуемой глубины касанием ковша точки с известной отметкой;
- возможность хранения неограниченного количества измерений ковшей;
- возможность хранения неограниченного количества профилей и проектов;
- измеряет расстояния и уклоны касанием ковша и сохраняет в качестве проектной плоскости.

MOBA Automation разработала системы управления экскаватором Xsite. Особенностью данной системы является трехосевые датчики уклона, с помощью которых определяется точное положение ковша. Датчики данной системы устанавливаются на стрелу, рукоять, ковш и поворотную платформу экскаватора. В процессе работы система контролирует глубину копания, уклон и расстояние. Система идеально подходит для различных типов земляных работ:

- при устройстве фундаментов;
- прокладке коммуникаций в траншеях;
- подводной выемке грунта.

Преимуществами данной системы являются:

- точное выполнение работы в соответствии с планом;
- сокращает усилия по обследованию;

- улучшает работу в местах с плохой видимостью;
- экономия топлива за счёт меньшего количества простоев;
- экономия времени за счёт точности выполнения работ.

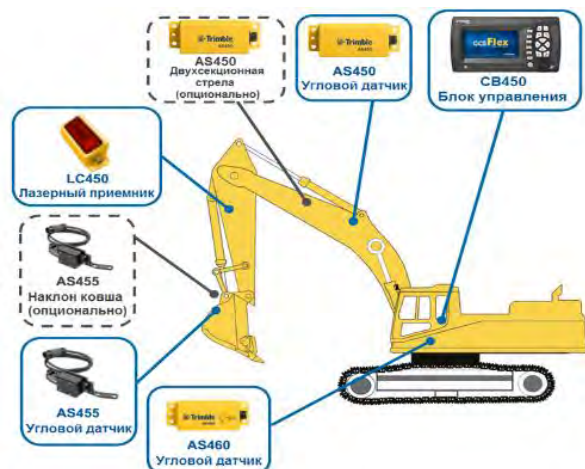


Рис. 4. Схема установки автоматической системы управления Trimble GCSFlex

Система обладает следующими особенностями: две антенны GNSS для позиционирования и ориентации; сенсорное устройство управления, на котором визуализируется 3D модель процесса копания; система позволяет импортировать 3D данные без конвертации через беспроводной защищенный сервер, документирование результатов работы.

На рынке интеллектуальных систем управления экскаваторами на сегодняшний день масса различных разработок от различных компаний, которые разрабатывают системы для облегчения процесса выемки грунта, в этой статье рассмотрены наиболее известные системы управления. В конце хочется сказать, что прогресс не стоит на месте и с каждым днём придумываются новые научно-технологические решения, которые облегчают труд человека и экономят энергетические ресурсы.

Библиографический список

1. Сайт Moba Automation [Электронный ресурс]. – Moba, – Режим доступа: <https://moba-automation.com/>, свободный.
2. Сайт Topcon [Электронный ресурс]. – Topcon, – Режим доступа: <https://topcon.pro/> свободный.
3. Сайт Leica Geosystems [Электронный ресурс]. – Leica, – Режим доступа: <https://leica-geosystems.com/> свободный.
4. Сайт SITECH [Электронный ресурс]. – Timble, – Режим доступа: <https://sitech-cr.ru/> свободный.

5. Габдуллин Т.Р. Разработка лесопильного узла к одноковшовому экскаватору. // В сборнике «Интерстроймех-2015» материалы международной научно-практической конференции. Казанский государственный архитектурно-строительный университет 2015. С. 46-52.

6. Габдуллин Т.Р. Система орошения ковша экскаватора. // В сборнике «Интерстроймех-2015» материалы международной научно-практической конференции. - Казанский государственный архитектурно-строительный университет 2015. С.53-55.

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

8. Густов Д.Ю., Красочкин А.Г., Попов Г.А. Повышение производительности экскаватора посредством его автоматизации // Научное обозрение. 2015. № 20. С. 181-184.

9. Густов Д.Ю. Проблемы описания динамики гидрофицированных строительных машин // Вестник МГСУ. 2010. № 4-1. С. 97-100.

10. Густов Д.Ю., Зотов О.А. Экскаваторное рабочее оборудование псевдоферменного типа // В сборнике: Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 65-69.

11. Зотов О.А., Густов Д.Ю. Моделирование псевдоферменной конструкции рабочего оборудования одноковшового экскаватора // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 3 (126). С. 376-385.

12. Кудрявцев Е.М., Густов Д.Ю. Определение производительности одноковшового экскаватора с оборудованием обратная лопата // Вестник МГСУ. 2010. № 4-1. С. 101-107.

13. Исаков В.С., Степанов М.А., Чухряев Н.П. Основы производственного сервиса строительных, дорожных и коммунальных машин. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003 г. 153 с

14. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.

15. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

16. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Харламов Е.В. Энергетический расчет приводов подъемно-транспортных машин на эвм (табличный процессор EXCEL) // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2015. № 6. С. 183-186.

17. Габделхаев Р.Р., Габдуллин Т.Р. Автоматизация дорожно-строительной техники // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 3. Шарапов Р. Р., Уваров В. А., Орехова Т. Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ БЕТНОСМЕСИТЕЛЕЙ

*Мальцев В.С., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кайтуков Б.А. доц., к.т.н.*

В настоящее время, в связи с ростом интенсивности производства строительных работ, а также с техническим усовершенствованием узлов и механизмов, постоянно растут расходы на техническое обслуживание строительных машин. С ростом производительности машин их детали всё быстрее изнашиваются, что приводит к их скорейшему выходу из строя. Ремонт или замена изношенных частей приводит к увеличению времени простоя оборудования, что напрямую влияет на их производительность.

Данная проблема остро проявляется в бетоносмесительном оборудовании. Лопастей бетоносмесителей обычно имеют форму прямоугольной трапеции [1], сужающиеся к передней грани, то есть в форме ножа, чтобы при прохождении через приготавливаемый продукт придавать его движению осевую составляющую. При этом передняя грань – это грань (кромка), расположенная впереди по направлению вращения смесительного барабана или соответствующего ротора и при вращении непосредственно перемешивающая материал раньше остальных частей. Однако при данном конструктивном исполнении смесительной лопасти повышенному износу особенно подвергается передняя кромка. Данное явление часто проявляется при содержании в бетонной смеси крупнозернистых материалов (например, щебень крупной фракции). При контакте передней кромки лопасти бетоносмесителя с такими компонентами нагрузка на неё прямо пропорциональна сужению поперечного сечения, а также массе крупнозернистых компонентов и их твердости.

Сама лопасть бетоносмесителя обычно выполнена как единое целое из сравнительно мягкого материала, например, конструкционной стали. Для предотвращения преждевременного износа кромки и конец, чаще других контактирующие с перемешиваемым материалом, а также непосредственно примыкающие к ним зоны защищены износостойким материалом, твердосплавным покрытием или твердой поверхностной наплавкой. Твердая поверхностная наплавка может представлять собой, например, износостойкое покрытие, в частности из сплава, содержащего карбид бора [2]. Вместе с этим толщина наплавки может зависеть от различных условий износа в отдельно взятой зоне лопасти. После полного износа наплавленного материала в непосредственный контакт с перемешиваемым материалом вступает более мягкий металл основы лопасти, что приведёт к очень интенсивному его истиранию, которой также распространяется на зоны за ещё оставшейся наплавки. Это приводит к выкрашиванию фрагментов защитной поверхностной наплавки и материала лопасти, что вызовет возникновение повреждений, неисправностей или даже простой оборудования, находящегося в технологической цепочке и предшествующие бетоносмесителю.

Поэтому в процессе эксплуатации лопасти бетоносмесителя, которые, как правило, закреплены на роторе смесителя или на кронштейнах, расположенных на смесительном барабане (рис. 1), необходимо регулярно заменять полностью, даже если до более мягкого материала стерты лишь небольшие фрагменты лопасти, а на остальных краях износостойкое покрытие еще имеет достаточную толщину.

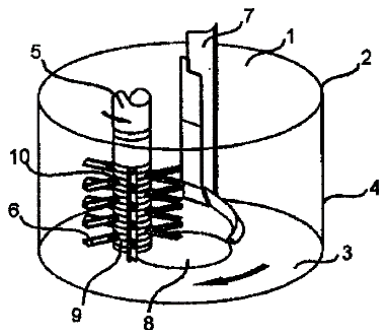


Рис. 1. Схема бетоносмесителя:

1 – бетоносмеситель; 2 – смесительный резервуар; 3 – днище; 4 – стенка; 5 – смесительный ротор; 6 – смесительная лопасть; 7 – скребок; 8 – разгрузочное устройство; 9 – кронштейн; 10 – крепежные болты

В рассмотренном патенте [3] приведена лопасть бетоносмесителя (рис. 2), у которой можно заменять только отдельную часть лопасти отдельно от её основы, которые больше всего подвержены абразивному износу в следствии большей окружной скорости.

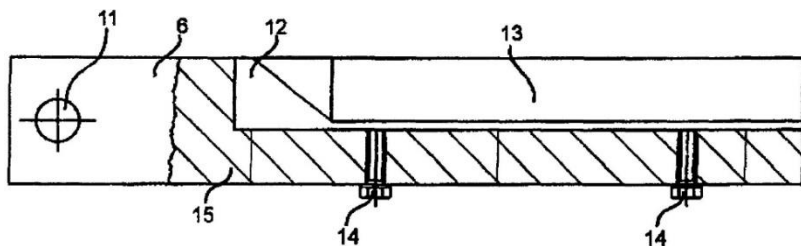


Рис. 2. Смесительная лопасть со съёмной концевой частью:

11 – крепежное отверстие; 12 – съёмная часть; 13 – скос; 14 – крепежные болты

Такое конструктивное исполнение смесительной лопасти позволяет при необходимости заменять изношенные части лопасти смесителя отдельно от основной, к которым относятся концевая часть и внешняя половина передней кромки. Таким образом, замена изнашивающихся элементов ограничивается частями лопасти, которые действительно подвержены интенсивному износу. На съёмный изнашивающийся элемент приходится от

20 до 80%, предпочтительно от 30 до 70% и наиболее предпочтительно от 50 до 60% общей ширины лопасти смесителя [4]. При этом особенно предпочтителен вариант смесительной лопасти, в котором съёмный изнашивающийся элемент имеет составную конструкцию из отдельных элементов, например, из отдельного элемента кромки и концевой части, устанавливаемых на основную часть лопасти по отдельности.

Однако, данное конструктивное исполнение смесительной лопасти не решает данную проблему полностью, так как наравне со съёмными элементами лопасти износу могут в такой же мере подвергнуться части лопасти, находящиеся ближе к оси вращения (т.е. внутри концевой части). Таким образом всё же придется заменить изношенную смесительную лопасть целиком. Помимо этого, в местах крепления основной части лопасти и съёмных её частей может возникнуть образование микротрещин с их дальнейшим развитием ввиду постоянных ударных нагрузок в связи с взаимодействием с перемешиваемым крупнозернистым материалом [5]. В данных трещинах будет образовываться скопление мелких частиц перемешиваемого материала, что приведет к ослаблению резьбового соединения и, как следствие, к выходу его из строя. Также, наряду с этим, при высоких окружных скоростях смесительных лопастей и, как следствие, значительных центробежных усилиях, может происходить сильное растяжение крепежных изделий, что может привести к нарушению целостности лопасти. центробежных сил может происходить сильная вытяжка средств крепления вплоть до их выхода из строя.

Значительное удлинение наконечника для охвата более значительной части смесительной лопасти, в той же мере не является эффективным решением данной задачи, так как достигаемый экономический эффект при замене концевой части по сравнению с заменой лопасти смесителя в сборе был бы сравнительно не велик.

Современные тенденции строительства заставляют производителей применять всё более и более технологичные решения в плане снижения стоимости, повышения ремонтпригодности и увеличения производительности бетоносмесительного оборудования. На первый план выходит удобство эксплуатации и технического обслуживания строительных машин.

Библиографический список

1. Густов Ю.И. Анализ конструктивно-расчетных схем бетоносмесителей [Текст] / Ю.И. Густов, М.А. Степанов, Б.А. Кайтуков // Механизация строительства 2013. - №12 (834). С. 30-31.
2. Густов Ю.И. Повышение эффективности работы роторного бетоносмесителя принудительного действия [Текст] / Ю.И. Густов, Б.А. Кайтуков, Д.П. Мишагин, // Механизация строительства 2016. – Т. 77. - №4 - С. 39-41.
3. Патент РФ № 2007142846/15, 29.03.2006. Лопасть смесителя со съёмным изнашивающимся элементом // Патент России № 2392043. 2006. / Зайлер А., Вёрнер В., Аке К.

4. Густов Ю.И. Трибологические показатели работы рабочих органов и сопряжений строительной техники [Текст] / Ю.И. Густов, Д.Ю. Густов, И.В. Воронина // сб. докладов международной научно-технической конференции «Интерстроймех - 2015». Казань: Изд-во КГАСУ, 2015. С. 68-73.

5. Густов Ю.И. Повышение износостойкости лопастей смесителя принудительного действия [Текст] / Ю.И. Густов, Д.П. Мишагин // сб. докладов международной научно-технической конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании». М.: Изд-во МГСУ, 2017. С. 770-773.

6. Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий. Учебник для вузов. М.: Издательский дом «Альянс», 2009, 368 с.

7. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017, Т. 78, №7. С. 5-8

8. Харламов Е.В., Агарков А.М., Харламова В.В. Применение отходов обогащения при производстве строительных материалов // В сборнике: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. 2018. С. 313-317.

9. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. Определение оптимальных скоростей движения лопастей роторных бетоносмесителей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2017. № 3. С. 80-84.

10. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. К вопросу производительности и унификации гравитационных бетоносмесителей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2017. № 11. С. 138-143.

11. Скель В.И. Открытая зубчатая передача как источник колебаний механизмов строительных машин // Техника и технология транспорта. 2019. № S (13). С. 42.

12. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Шаптала В.В. Агрегат для получения строительных материалов из отвалов горно-обогатительных комбинатов КМА // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2013. № 3. С. 82-85.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ ДИСКОВОЙ МУФТЫ

*Маркевич В.Н., студентка 2-го курса 40 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Густов Ю.И., проф., д.т.н.*

Согласно ГОСТ Р 50371-92, дисковая фрикционная муфта - предохранительная муфта с неразрушающимся звеном, которая выключается за счет окружного усилия, превышающего окружную силу трения между поверхностями двух дисков установленных на полумуфтах и поджимаемых пружинами (рис. 1).

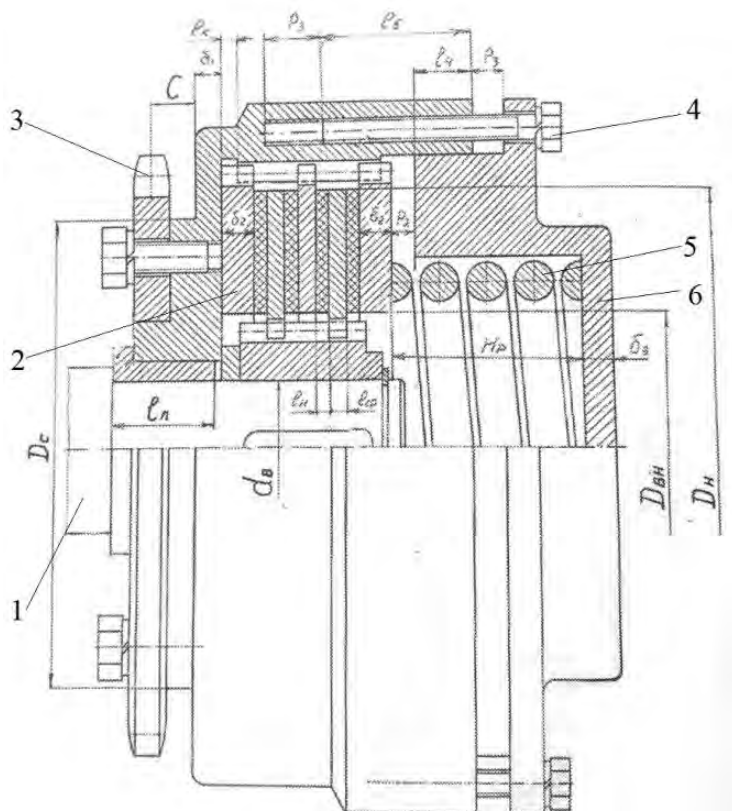


Рис. 1. Муфта дисковая фрикционная предохранительная D3:
1 – вал; 2 – нажимное кольцо; 3 – ведущая звездочка; 4 – винт; 5 – пружина;
6 – корпус

Целью работы является исследование триботехнических показателей предохранительной дисковой муфты при трении чугуна по закаленной стали с коэффициентом трения скольжения в пределах 0,1-0,2. [1]

Задачами работы являются:

1. Определение парциальных величин микроизноса D_a и микрометалла D_m по предельным значениям коэффициента трения $f=0,1$ и $f=0,2$.
2. Установление степени трибодеформационного упрочнения поверхности трения дисков и продуктов износа.
3. Оценка фрикционных температур поверхности трения дисков и продуктов износа.
4. Определение коэффициент полезного действия (КПД) дисковой муфты.
5. Построение нормализованной системы относительных опорных линий и сближений.

Методика исследования

Исследование проведено на основе деформационно-топографического метода, оценивающего микро топографию поверхностей трения посредством нормализованной системы координат относительных опорных линий и сближений с исходными парциальными показателями микроизноса и микрометалла [2]. Парциальные величины микроизноса D_a и микрометалла D_m определяются по зависимости от коэффициента трения

$$D_a = 1 - f^{0,5}, \quad D_m = 1 - D_a \quad (1)$$

Результат расчета проверяется по формуле [3]

$$f = 1 - D_a^{1/D_m} \quad (2)$$

Полученные значения должны совпасть с заданными величинами коэффициента трения с расхождением не более 5-10 %.

Степень трибодеформационного упрочнения поверхностей трения дисков определяется по зависимости [4]

$$K_s = H_s / H_o = 0,618 D_m^{D_a} \quad (3)$$

где H_o – исходная (технологическая) твердость; H_s – твердость вследствие трения (кинетическая); 0,618 – гармоническое значение микрометалла D_m в системе золотой пропорции [5]

Степень упрочнения продуктов износа определяется по выражению

$$K_a = K_s K_s^{0,5} + K_s - 1^{0,5} \quad (4)$$

Фрикционные температуры поверхностей трения ΔT_s оцениваются по формуле

$$\Delta T_s = \ln K_s \lambda, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (5)$$

где $\lambda=2,15 \cdot 10^{-3}$, $1/^\circ\text{C}$ - среднее значение температурного коэффициента для металлов [6].

Фрикционная температура продуктов износа определяется по формуле

$$\Delta T_a = \ln K_a \lambda, \quad (6)$$

Коэффициент полезного действия дисковой муфты определяется по зависимости [7]

$$\eta = 1 - L_\gamma, \quad (7)$$

где

$$L_\gamma = 1,4142 \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_a + D_m}, \quad (8)$$

$D_{\max}=D_a$ при $D_a > D_m$, $D_{\min}=D_a$ при $D_a < D_m$
 Для сравнения используется выражение

$$\eta = 1 - K_a K_s \quad (9)$$

Результаты исследования

Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Триботехнические показатели предохранительной дисковой муфты

f	D_a	D_m	K_s	K_a	$\Delta T_s, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_a, ^\circ\text{C}$	$\eta_7, \%$	$\eta_9, \%$
0,1	0,85	0,2	1,326	2,283	131,2	383,9	36	36,7
0,2	0,6	0,4	1,336	2,452	234,7	417,2	39	35

Для построения нормализованной системы относительных опорных линий и сближений t_p - ε используется зависимость

$$t_p = \varepsilon^{D_a} D_m, \quad (10)$$

При $f=0,1$ $t_{p1}=\varepsilon^4$, при $f=0,2$ $t_{p2}=\varepsilon^{1,5}$

Для заданных значений ϵ получены следующие величины t_{p1} и t_{p2} при $f=0,1$ и $f=0,2$ (табл. 2)

Таблица 2

Показатели нормализованных систем $t_p-\epsilon$

ϵ	0,05	0,1	0,15	0,20	0,30	0,40	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
t_{p1}	$6,2 \cdot 10^{-6}$	0,0001	0,0005	0,0016	0,0081	0,0256	0,062	0,129	0,24	0,4	0,656
t_{p2}	0,011	0,032	0,058	0,089	0,16	0,25	0,35	0,46	0,59	0,71	0,85

Нормализованные системы $t_p-\epsilon$ представлена на рис. 2

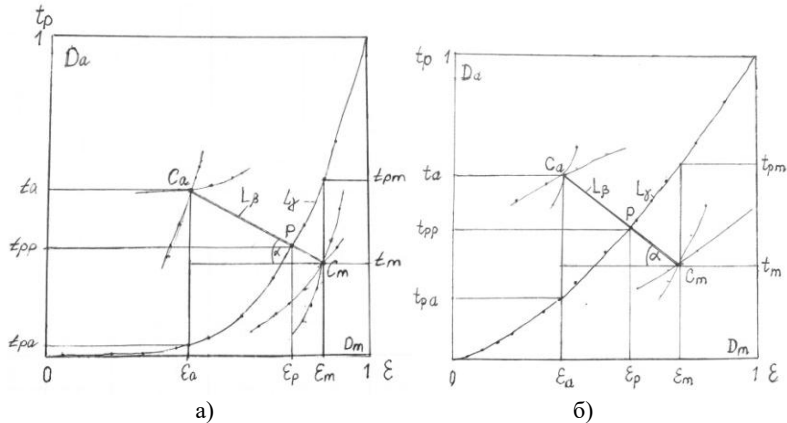


Рис. 2. Нормализованные системы относительных опорных линий и сближений при $f=0,1$ (а); и $f=0,2$ (б)

Значения координатных показателей полученных систем, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Показатели нормализованных систем $t_p - \epsilon$

f	D_a	ϵ_a	ϵ_p	ϵ_m	t_{pa}	t_{pp}	t_{pm}	t_a	t_m	L_β	L_γ
0,1	0,76	0,43	0,76	0,86	0,03	0,33	0,54	0,51	0,28	0,482	1,6
0,2	0,58	0,36	0,58	0,74	0,20	0,42	0,64	0,60	0,30	0,485	1,4

Анализ результатов

1. При коэффициенте трения $f=0,1$ парциальный микроизнос, определяемый методом бицентридных отрезков, равен $D_a=0,76$; при $f=0,2$ $D_a=0,58$.

2. Отношения длин гипсограммы и бицентроиды составляют при $f=0,1$ $\gamma = L_\gamma$ $L_\beta = 3,32$, при $f=0,2$ $\gamma=2,89$. Для практических расчетов можно принимать значение $\gamma=3,0$ (расхождение $\Delta=10\%$ и $\Delta=3,8\%$), что позволяет определить длину гипсограммы по длине бицентроиды без ее измерения.

Выводы

1. На основе деформационно - топографического метода исследования триботехнические показатели поверхностей трения показано решение обратной задачи : по известному коэффициенту трения (f) скольжения определены начальные парциальные величины микроизноса (D_a) и микрометалла (D_m) и их производные показатели трения.

2. Сопоставление расчетных и заданных эксплуатационных коэффициентов трения скольжения показало их практическое совпадение: при заданном коэффициенте трения $f=0,1$ расчетное $f=0,15$; при $f=0,2$ расчетное $f=0,228$.

3. При установленных парциальных величинах $D_a=0,85$ и $D_m=0,6$ трибодеформационное упрочнение поверхностей дисков составляет соответственно $K_s=1,326$ и $K_s=1,336$. Предельное упрочнение продуктов износа достигает значений $K_a=2,283$ и $K_a=2,452$.

4. Фрикционные температуры при указанных в п. 3 степенях упрочнения достигают уровней $\Delta T_s=131,2$ °C, $\Delta T_a=383,9$ °C при $f=0,1$ и $\Delta T_s=134,7$ °C, $\Delta T_a=417,2$ °C при $f=0,2$. Установленные температуры не представляется достаточными для существенного изменения микроструктуры и механических свойств трущихся материалов.

5. Расчетные значения коэффициентов полезного действия (КПД) муфты (η) согласуются с величинами порядка 40% для условий трения “клинового привода” при сухом трении [9]. Предлагаемые зависимости (7) и (9) для определения КПД дают вполне удовлетворительно совпадающие значения.

6. Построенная нормализованная система относительных опорных линий и сближений $t_p - \varepsilon$ по аппроксимирующей функции (10) согласуется с начальными парциальными величинами D_a и D_m , а также с их производными координатными показателями L_γ , L_β , ε_a , ε_p , ε_m , t_{pa} , t_{pm} (см. рис.2)

Библиографический список

1. Абрамов В.Н., Мещерин В.Н. Проектирование предохранительных фрикционных муфт: Учебн. пос./Моск.гос. строит. ун – т /М.: МГСУ, 2009. 65 с.
2. Густов Ю.И., Воронина И.В., Орехов А.А. Методология исследования трибомеханических показателей строительной техники // Механизация строительства 2011-№ 08. С. 10-12.
3. Густов Д.Ю., Густов Ю.И., Воронина И.В. Трибологические показатели рабочих органов и сопротивлений строительной техники: Матер. Междунар. научно - техн. конф. “Интерстроймех - 2015, Казань”, 2015. С. 68-73.

4. Густов Ю.И., Воронина И.В. Исследование предельного трибодетформационного упрочнения рабочих органов и сопряжений строительной техники. Труды Новомосковского инст - та НИ РХТУ им. Д.И.Менделеева, Выпуск № 10 г. Новомосковск, НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, С. 12-15.
5. Коробко В.И. Золотое сечение и проблемы гармоний систем / Изд - во АСВ стран СНГ: М., 1998. 373 с.
6. Основы трибологии (трение, износ, смазка) /А.В. Чичинадзе, Э.Д.Браун, Н.А. Бушеи др. - М.: Машиностроение, 2001. 664 с.
7. Густов Ю.И., Воронина И.В. Соотношение в нормализованной системе строительных давлений и сближений поверхностей трения // Сборник докладов XXII Словенско - российско - польского семинара “Теоретические основы строительства” -2013. С. 559-562.
8. Чихос Х. Системный анализ в трибонике. - М.: “МИР.”, 1982. 351 с.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭКСКАВАТОРА

Плющенко А.В., аспирант 1-го курса ИИЭСМ

Научные руководители – Густов Ю.И., проф., д.т.н.; Густов Д.Ю., доц., к.т.н.

Повышение долговечности строительной техники в целом или её отдельных элементов является актуальной задачей [1]. Все мировые производители решают её различными способами, среди которых предпочтительным является математическое моделирование

Теоретически, оптимизация формы и размеров рабочего оборудования экскаватора является многокритериальной задачей решаемой в условиях риска [2]. Однако, применение компьютерных программ позволяет использовать широкий спектр способов компьютерного моделирования как на стадии проектирования [3], так и на стадии оптимизации конструкции и прогнозирования её состояния в процессе эксплуатации [4].

Наибольший интерес представляет совершенствование и улучшение наиболее многофункциональных машин, которые могут работать в разных условиях с разным навесным специализированным оборудованием. Типичным представителем такой многофункциональной машины является универсальный одноковшовый гидравлический экскаватор. В настоящее время он применяется при производстве строительных работ как для выполнения узко специальных работ (например, при производстве работ методом гидромеханизации с навесным оборудованием землесосный снаряд), так и для производства работ широкого назначения. Одноковшовый гидравлический экскаватор является многофункциональной строительной машиной, которая помимо основной функции (экскавация грунта) применяется также для выполнения широкого спектра работ, причем таких, для которых он не предназначен посвоему основному функционалу.

Использование широкого перечня рабочего оборудования и органов специального назначения приводят к принципиально иному подходу в проектировании машины. Приходится принципиально иначе проектировать не только само рабочее оборудование, но и, возможно, всю базовую машину, так как может не только измениться рабочая зона проектируемой машины, реализуемая кинематика механизма и иные воздействия на рабочие органы.

В настоящее время рассматриваются разные варианты рабочего оборудования для традиционных функций экскаватора [5, 6]. Традиционная конструкция рабочего оборудования по-прежнему является наиболее распространённым, но требует модернизаций, направленных на повышение экономичности и технологичности.

Но наибольший интерес представляют работы, в которых предлагаются новые подходы по анализу рабочего оборудования при иных, более тяжелых режимах работы. К таким режимам относится работа одноковшового экскаватора при использовании ударных типов рабочих органов. К таким типам рабочих органов можно отнести широкий спектр оборудования,

при работе которого возникает ударные воздействия разового или циклического характера. Наибольшее ударное воздействие возникает у экскаваторов, работающих с оборудованием гидромолот [7], при этом величина энергии удара не всегда просто определяема [8]. При этом имеет место не просто ударное воздействие, но и циклическое, которое приводит к колебательным процессам в металлоконструкции экскаватора, что может вызвать резонанс и, следовательно, быстрое разрушение. Проблем описания динамического воздействия достаточно много [9], и все они требуют соответствующего решения.

Ударное воздействие происходит при работе со сменными рабочими органами типа гидроножницы [10]. Если при работе классических гидроножниц (так называемого гильотинного типа) при переработке металлического лома ударные воздействия незначительны, то при работе бетоноломов (крашеров), часто называемых гидроножницами в широком смысле этого слова, они могут составлять существенное воздействие.

Первичные бетоноломы, работающие при разрушении строения формируют ударные воздействия на рабочее оборудование в силу того, что конструкция здания и разрушается и возникают «провалы» рабочего оборудования, обусловленные уходом сопротивления из зоны действия челюстей. При этом могут возникать ударные воздействия от прямого воздействия на рабочее оборудование перемещающихся и, даже падающих, элементов конструкции. Такие воздействия не прогнозируемы и сложно моделируемы.

Ещё одним типом рабочего оборудования при котором могут возникать ударные воздействия являются рыхлители, навешиваемые на экскаватор вместо ковша [11]. Работы по разрыхлению мерзлого грунта всегда сопряжены с фазами разгона и торможения рыхлящего рабочего органа, что приводит к периодическим ударным воздействиям.

С учетом того, что в настоящее время ведутся работы по повышению эффективности разрушения грунтов с применением магнитострикционных возбудителей [12], вопрос учета ударных воздействий крайне актуален.

Описанное выше разнообразие типов рабочего оборудования, приводящее к необходимости использования при проектировании одноковшового универсального экскаватора широкого спектра разнообразных схем нагружения, существенно усложняет стадию проектирования.

Моментов, которые необходимо учитывать достаточно много. К серьёзно усложняющим расчётную схему событиям относится то, что на «экскаваторах малой и средней массы часто сменное рабочее оборудование крепится не к рукояти, а к быстросменному захвату, который по своим функциям позволяет вращать и наклонять рабочий орган» [6]. Такие элементы, представляя собой дополнительное звено со своими жёсткостями и шарнирными сочленениями, добавляют к рабочему органу около примерно 25-40 % и даже более к массе рабочего оборудования [6].

Анализ работы рабочего оборудования, подвергающегося динамическому воздействию, показывает, что для машин с гидроприводом, не име-

ющих конструктивных элементов большой протяженности, основными факторами, способными существенно повлиять на возникающие в металлоконструкции усилия, а, следовательно, и напряжения, являются: податливости (жесткости) элементов гидропривода; зазоры в сопряжениях.

Возможность учета жесткости элементов гидропривода связана с точность описания свойств рабочей жидкости гидросистемы, которая будет меняться в значительной степени от режима работы, температуры окружающей среды, состояния самой жидкости, связанного со сроком ее эксплуатации. Помимо того, при моделировании элементов гидросистемы могут возникнуть сложности с их математическим описанием [13], потому что жидкость как упругий элемент работает только на растяжение, а не на сжатие. Указанное не позволяет использовать классические подходы замены, например, гидроцилиндра пружиной, так как жесткость пружины примерно одинакова на растяжение и сжатие, а у гидроцилиндра это будет зависеть от величин столбов жидкости в штоковой и поршневой полостях.

Зазоры в сопряжениях также являются сложно описываемыми математически в силу того, что характер нагружения узлов достаточно неизучен и имеются примерные данные по износу в шарнирах, сложность использования которых отмечалась ранее [14]. Так, в указанной работе отмечено: «затруднение оценки интенсивности износа связана с тем, что износ в проведенных экспериментах определялся именно на выработку грунта, а не на суммарный угол поворота соответствующего шарнира», а «интенсивность износа по суммарному углу поворота будет изменяться для равного объема работ при разных параметрах сооружения» [14].

Характер изменения износа в шарнире, будет существенно влиять на возникающие в процессе эксплуатации зазоры, а, следовательно, и на динамические нагрузки через возникающие биения элементов.

Такими образом, проведя анализ существующих видов сменного оборудования и сформировав понимание потребности учета существенного ряда факторов при проектировании рабочего оборудования, стало возможным сформулировать цель предстоящей работы как повышение долговечности рабочего оборудования одноковшового универсального гидравлического гусеничного экскаватора.

Локализация именно на гусеничном экскаваторе обусловлена тем, что пневмоколесная ходовая часть экскаватора обладает существенно меньшей жесткостью и значительно большим количеством упругих элементов [7]. Таким образом на начальном этапе представляется целесообразным провести моделирование именно элементов рабочего оборудования без учета влияния на них колебательных процессов в ходовой части. Многие работы [15] были направлены именно на такую локализацию постановки задачи. Гусеничное оборудование позволяет принять гусеничную ходовую часть в качестве абсолютно жесткого элемента и исключить ее из рассмотрения на начальном этапе производства работ.

С целью реализации вышеозначенной цели в дальнейших работах потребуется провести следующие мероприятия:

- провести оценку и анализ научных исследований, связанных с проектированием рабочего оборудования одноковшового универсального гидравлического экскаватора;
- дать оценку факторов, влияющих на изменение долговечности рабочего оборудования одноковшового универсального гидравлического экскаватора;
- осуществить аналитическое моделирование и создание математических и динамических моделей для определения при проектировании особенностей нагружения рабочего оборудования одноковшового универсального гидравлического экскаватора при использовании разных видов сменного рабочего оборудования;
- провести динамический анализ одноковшового универсального гидравлического экскаватора в условиях динамического нагружения.

Указанный перечень задач не является окончательным, так как в процессе выполнения работы могут возникнуть непредвиденные задачи, решение которых будет необходимо для достижения означенной нами итоговой цели работы.

Имеющиеся на сегодня результаты работы также показывают на целесообразность более детального моделирования стрелы–рукояти в том числе и с целью оптимизации массово-геометрических характеристик.

Завершение работы по установленному плану позволит получить предполагаемую научную новизну и практическую значимость, заключающиеся в разработке комплекса математических и динамических моделей, алгоритмов и компьютерных программ, повышающих точность расчетов при проектировании рабочего оборудования одноковшового универсального гидравлического гусеничного экскаватора.

Библиографический список

1. Густов Ю.И., Воронина И.В. Повышение долговечности средств механизации строительства / Вестник МГСУ, 2011, №2, том 2 - с. 305-308.
2. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений // Москва: Мир, 1990. с. 35-40.
3. Finite Element Modelling of Excavation and Advancement Processes of a Shield Tunnelling Machine / K. Komiya, K. Soga, H. Akagi, T. Nagiawara, M.D. Bolton. – 1999.
4. R. Dhawale, S. Wagh, Finite Element Analysis of Components of Excavator Arm- A Review, International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, 3(2), 2014, pp. 341-346.
5. Хмара Л.А., Дахно О.А. Тенденции развития рабочего оборудования гидравлических экскаваторов с изменяемыми геометрическими параметрами // В сборнике: Транспортные системы Сибири. развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства Международная научно-практическая конференция. Сибирский федеральный университет; ред. В.В. Минин. 2016. с. 343-356.

6. Зотов О.А., Густов Д.Ю. Моделирование псевдоферменной конструкции рабочего оборудования одноковшового экскаватора // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 2. С. 376–385. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.3.376-385.

7. Густов Д. Ю., Якушев С. Е. Влияние работы гидромолота на динамику одноковшового экскаватора // Автоматизация и современные технологии. - 2007. - № 6. - с. 18-19.

8. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. О подходе к определению энергии на разрушение твердых тел // В сборнике: Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. с. 289-293.

9. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

10. Гончаренко Д. Ф. Технология демонтажных и строительномонтажных работ при восстановлении частично разрушенного здания / Д. Ф. Гончаренко, Н. А. Меленцов, А. С. Константинов // Промислове будівництво та інженерні споруди. - 2013. – № 1. – С. 42-44.

11. Боровский Б. Техногенные аварии в системах газоснабжения и их предупреждение / Б. Боровский, Е. Лапина // Motrol. - 2009. – № 11А. – С. 120-122.

12. Илюхин А.В., Марсова Е.В., Джабраилов Х.А., Чантиева М.Э. Особенности использования магнитострикционного вибровозбудителя для разработки тяжелых грунтов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №2, <https://t-s.today/PDF/03SATS218.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/03SATS218.

13. Густов Д.Ю. Проблемы описания динамики гидрофицированных строительных машин // Научно-технический журнал Вестник МГСУ, 2010, №4, Т.1, 304 с., с. 97-100.

14. Густов Д.Ю., Шишков П.Е. Влияние вида работ гидравлического экскаватора на износ шарниров рабочего оборудования // Механизация строительства. - 2017 - № 12 - с. 23-27. – <http://ms.enjournal.net/article/13252/>.

15. Великанов В.С., Исмагилов К.В., Савельев В.И., Габитов И.А. Программная реализация расчета ресурса рукояти экскаватора // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 12 (56). с. 351-354.

КОНТРОЛЬ ОБЪЁМА КАБИНЫ ЛИФТА МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКА, ОСНОВАННЫМ НА ЭФФЕКТЕ ДОПЛЕРА

*Савенков М.Э., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

Введение

В данной статье рассматривается проблема, возникающая при эксплуатации лифта, а именно нерациональное использование объёма кабины и, как следствие, снижение комфортабельности и производительности грузоподъёмной машины. С этими негативными факторами можно столкнуться в повседневной жизни, чаще всего при использовании грузопассажирского лифта, когда занимаемый объём не всегда совпадает с загрузкой кабины на 90%, т.е. в режиме «без промежуточных остановок». Эта проблема решается путём контроля объёма кабины в процессе работы лифта. Реализация данного варианта возможна с помощью измерения пространства кабины ультразвуковым методом, основанным на эффекте Доплера.

Рассмотренная выше проблема приобретает актуальный характер и делает необходимым использование системы контроля объёма кабины с целью более точной идентификации её заполнения.

Основой достижения поставленной цели является эффект Доплера, который возникает при распространении волн в пространстве.

Суть эффекта:

Эффект Доплера – это физическое явление, заключающееся в изменении частоты и, соответственно, длины волны излучения воспринимаемой человеком (живым существом или приёмником), вследствие движения источника излучения и/или движения объекта восприятия.

В упрощённом варианте причина эффекта Доплера заключается в том, что когда источник волн движется в направлении наблюдателя, каждый последующий гребень волны выходит из точки, более близкой к наблюдателю, чем гребень предыдущей волны. Таким образом, каждой последующей волне необходимо немного меньше времени для того, чтобы добраться до наблюдателя, чем предыдущей волне. Из этого следует, что время между приходом последовательных гребней волн на наблюдателя сокращается, тем самым, вызывая увеличение частоты.

Математическое описание эффекта:

Если источник волн движется относительно среды, то расстояние между гребнями волн (длина волны λ) зависит от скорости и направления движения. Если источник движется в сторону базирования приёмника, то есть догоняет испускаемую им волну, то длина волны сокращается, если удаляется – длина волны увеличивается. В этом случае длина волны λ определяется по формуле

$$\lambda = \frac{2\pi * (c - v)}{\omega_0};$$

где ω_0 – угловая частота, с которой источник испускает волны, c – скорость распространения волн в среде, ϑ – скорость источника волн относительно среды (положительная, если источник приближается к приёмнику и отрицательная, если удаляется).

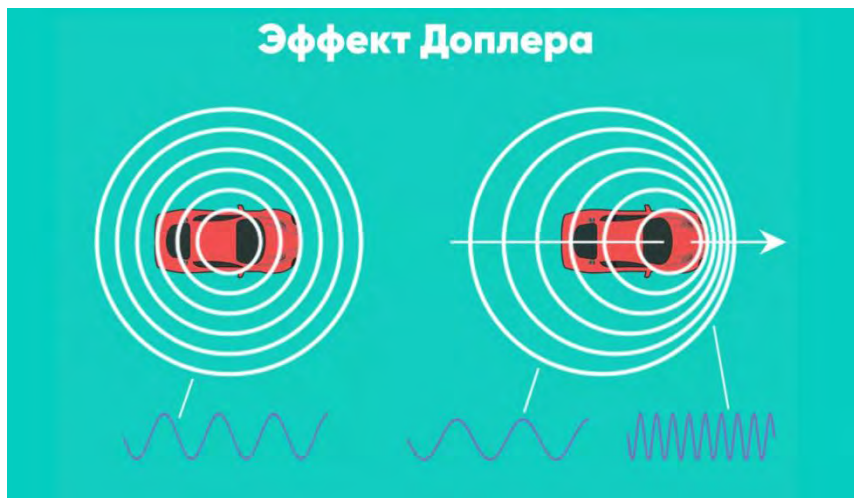


Рис. 1. Эффект Доплера на примере движущегося объекта (машины)

Частота, регистрируемая неподвижным приёмником, ω определяется по формуле

$$\omega = 2\pi \frac{c}{\lambda} = \omega_0 \frac{1}{1 - \frac{\vartheta}{c}}. \quad (1)$$

Аналогично, если приёмник подвижен и осуществляет перемещение навстречу волнам, он регистрирует их гребни чаще или наоборот реже. Для неподвижного источника и движущегося приёмника

$$\omega = \omega_0 \left(1 + \frac{\vartheta}{c} \right); \quad (2)$$

где ϑ – скорость приёмника относительно среды (положительная, если он движется по направлению к источнику).

Подставив вместо ω_0 в формуле (2) значение частоты ω из формулы (1), получим формулу для общего случая

$$\omega = \omega_0 \frac{1 + \frac{\vartheta}{c}}{1 - \frac{\vartheta}{c}}. \quad (3)$$

Очевидно, что в случае с кабиной лифта будет иметь место формула, которая описывает частоту, регистрируемую неподвижным приёмником (1).

Подробно описать процесс измерения занимаемого объёма можно следующим образом:

Когда кабина пуста, ультразвуковые волны, испускаемые источником, отражаются от её стен и воспринимаются приёмником с какой-то постоянной угловой частотой ω . При заполнении кабины геометрические параметры пространства меняются, и волны, отражённые от объектов заполнения возвращаются к приёмнику уже с другой угловой частотой ω' .

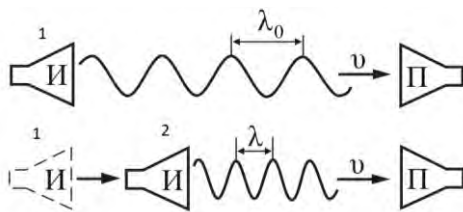


Рис. 2. Визуальное представление вышеописанного процесса:

И – источник (объект отражения); П – приёмник (датчик объёма); 1 – стены кабины лифта; 2 – при загрузке кабины; λ и λ_0 – длины волны в разных случаях соответственно

Рассмотрим необходимость использовать прибор измерения объёма кабины на следующем примере:

Имеется многоэтажный многоквартирный дом новой постройки, в квартирах которого ещё ведётся ремонт и обустройство жилой площади. Обычно, в таких домах, а именно в их подъездах, устанавливаются грузопассажирские лифты.



Рис. 3. Кабина грузопассажирского лифта

Во время проведения отделочных работ возникает необходимость доставлять строительный материал на верхние этажи и для этого во многих случаях используется грузопассажирский лифт. Одновременно с этим в доме уже есть жильцы, которые используют лифт для того, чтобы подняться или спуститься с верхних этажей. Во время загрузки кабины строительным материалом датчик объёма сигнализирует о том, что она заполнена, и дальнейшее заполнение её чем-либо невозможно и лифт будет игнорировать вызовы с промежуточных этажей.

Библиографический список

1. Ландсберг Г.С., Оптика, 5 изд., М., 1976;
2. Франкфурт У.И., Френк А.М., Оптика движущихся тел, М., 1972;
3. Осипов Л.В. Физика и техника ультразвуковых диагностических систем // Медицинская визуализация. 1997. № 1. С. 6-14; № 2. С. 18-37; № 3. С. 38-46; № 4. С. 42-53. 1998. № 1. С. 28-33; № 2 (в печати).
4. Г.Г. Архангельский, Н.И. Балабанов, Л.В. Гушин, А.А. Ионов, А.А. Рожков, М.А. Степанов, В.Я. Ткаченко., Лифты, эскалаторы. Часть 1. Лифты., Издательство АСВ, Москва, 2019.
5. ТР ТС 011/2011 Технический регламент Таможенного союза "Безопасность лифтов" (с изменениями на 19 декабря 2019 года).
6. Савельев И. В. Курс общей физики: Учеб. пособие. В 3-х т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 3-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 496 с.
7. Материалы, предоставленные ООО «Траст-Лифт» <https://www.trastlift.ru/about>.
8. Густов Ю.И., Слётов С.Ю. Прогнозирование трибомеханических показателей системы тяговой канат - канатоведущий шкив лифтов по коэффициенту трения скольжения // Подъемно-транспортное дело. 2019. № 1-2 (96). С. 2-4.
9. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А. Экспериментальные исследования высокочастотных колебаний кабины лифта // Механизация строительства. 2011. № 12 (810). С. 17-20.
10. Kaytukov V. Sustainable limitation of high-frequency oscillations of elevator cabin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2017. С. 012193.
11. Степанов М.А., Кайтуков Б.А. Обеспечение безопасности подъемников при эксплуатации // Техника и технология транспорта. 2019. № S (13). С. 43.
12. Мечиев А.В., Севрюгина Н.С., Степанов М.А. Общеметодологический подход к оценке риска обеспечения конструктивной безопасности лифтов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 4. С. 24-29.
13. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННОЙ СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДНО-ЦЕМЕНТНОЙ СУСПЕНЗИИ

*Савичев А.О., аспирант 1-го курса ИИЭСМ
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

В Технологии производства строительных материалов, применяют процессы перемешивания для:

- создания однородной массы из нескольких компонентов.
- растворения и изменения состояния компонентов.
- ускорения химических процессов.

По способу ускорения процессов твердения и гидратации цемента можно разделить на группы: механические методы (дополнительны помол цемента, суть увеличения удельной поверхности на 15-30%), химический методы (растворение различных химических добавок, дегидротация), электрофизические воздействия на компоненты бетонной смеси, термическая обработка (нагрев, пропаривание)

Основные технологические сложности при производстве цементосодержащих строительных материалов описаны в работах ученых: В.А. Воробьева, П.И. Боженова, Ю.М. Баженова, А.В. Волжепского, И.А. Рыбьева и других.

Бетон – искусственный каменный материал, получаемый в результате перемешивания и уплотнения смеси из нескольких компонентов, вяжущего вещества, воды, мелкого (песок) и крупного заполнителя (щебень) взятых в определенной пропорциях. До начала схватывания называется бетонная смесь, после-бетон.

На современных бетонных заводах применяются несколько десятков рецептур бетонной смеси, при применении однокомпонентных и многокомпонентных вяжущих. Подготовку и активацию жидкофазных бетонных смесей получают в результате физических, физико-химических и химических способов воздействия как на всю бетонную смесь, так и на отдельные компоненты смеси.

Активированная бетонная смесь имеет однородное строение - равномерное распределение воды между отдельными компонентами или вяжущего вещества (цемента), обеспечивая снижение времени набора марочной прочности и более полное использование химической энергии цемента.

Один из активных компонентов бетонной смеси является - Вода затворения. От состояния, при котором она вступает в реакцию с вяжущим, во многом зависит скорость гидратации цементного камня и его механическая прочность. Обычно применяют водопроводную воду, не содержащую вредных примесей рН должен быть не менее 4 и не более 12,5. Вода, предназначенная для приготовления бетонных смесей и строительных растворов, должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732-2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия».

Бетон на активированном вяжущем составе имеет однородную объемную структуру; это снижает концентрацию напряжений на границе заполнитель – цементный камень, поэтому деформирование данного бетона под нагрузкой длительное время совершается без микро-разрушений.

«Рециклинг»- система переработки бетонной смеси на жидкий шлам (вода с цементом) и твердые составляющие (инертные материалы), позволяя повторно использовать твердые остатки бетона и воду. Из опыта работы на БСУ оборудованным рециклингом, при использовании шламовой воды во вторичном использовании, при замесе наблюдается снижение расхода цемента при сохранении марки бетона. Из этих наблюдений, основанных на фактах производственной деятельности при выпуске бетона, принято решение и основная задача исследовать эффективность механической активации водно-цементной суспензии и разработать комплекс оборудования для достижения максимального эффекта экономии цемента и энергоресурсов при производстве бетона.

Цель исследования разработка опытной лабораторной установки активации водно-цементной суспензии, совершенствование процесса перемешивания.

Предлагаемая линия цепи оборудования представлена на рисунке предназначена для активации цемента, раствора, бетона. Более полного использования потенциала цемента, минимизирования отрицательных факторов (долговременное хранение, фракционный состав заполнителей) и увеличения экономического эффекта.



Рис. 1. Предлагаемая линия цепи оборудования для активации цементной суспензии

1. Узел хранения, дозирования компонентов и добавок (УХД) – предназначен для дозированного введения воды, цемента, наполнителей, заполнителей, добавок для бетона на различных этапах замеса в оборудование, входящее в состав линии.

2. Смеситель-активатор – предназначен для высокоскоростного перемещения цементно-водной суспензии (ЦС), наполнителей, заполнителей, добавок при минимальном водоцементном соотношении (В/Ц). Смешивание осуществляется в высокоскоростном режиме, в режиме барботирования сжатым воздухом и кавитации. Процессы, проходящие при перемещении, гарантируются конструкцией оборудования и настраиваются скоростью перемешивания и давлением воздуха. Подобные режимы обеспечивают эффект «незарастания» смесителя продуктами гидратации цемента и быструю разгрузку смесителя-активатора.

3. Узел ультразвуковой обработки ЦС (УЗО) ультразвуковой смеситель – представляет собой волновую камеру, разгоняющую поток до сверхзвуковых скоростей и обеспечивающую резонансные колебания.

4. Насос – обеспечивает механическую циркуляцию внутри системы с последующей подачей на заданное расстояние (к основному смесителю РБУ или завода ЖБИ).

5. Смеситель РБУ

6. Система АСУП – обеспечивает дозирование компонентов ЦС, работу смесителя-активатора, подачу добавок в зону эффективного введения, по заданной программе (совместной с программами РБУ, ЖБИ).

В готовом бетоне присутствует не прореагировавший цемент, с чем это связано:

– цемент в смесителе не перемешивается полностью, часть цемента уходит в виде наполнителя, соответственно в таком случае технологи повышают расход цемента.

– хим. добавки вводят в бетон (пластификаторы и т.д.) эти добавки работают только с цементом, но не избавляет нас от примесей в инертных материалах, которые содержат пыль, глину и т.д. тем самым снижает эффективность добавки и качество бетонной смеси.

Одним из эффективных способов повышения уровня параметров качества цементного бетона, является активация воды затворения ультразвуком, стабилизация структурно-технологических характеристик смеси заполнителя, а также проектирование состава бетона с высокой степенью прогнозирования заданных свойств.

В предлагаемой линии активации цементной суспензии, схема, приведенная выше, химическая добавка смешивается напрямую с цементом и водой затворения, происходит доизмельчение цемента разбиваются комки лежавшего цемента. На этой стадии частицы вяжущего хорошо диспергированы, благодаря внедрению ультразвукового смесителя, использованного в потоке. Ультразвуковой смеситель распыляет частицы вяжущего, используя кавитационный сдвиг. В результате, вся поверхность каждой частицы полностью подвергается воздействию воды, обеспечивая более полную гидратацию. На следующем этапе легко смешивается заполнитель (инертные материалы) с цементной суспензией. Данную технологию планируется испытать и линейно масштабировать.

Одним из эффективных способов повышения уровня параметров качества цементного бетона, является активация воды затворения ультразвуком, стабилизация структурно-технологических характеристик смеси заполнителя, а также проектирование состава бетона с высокой степенью прогнозирования заданных свойств.

Библиографический список

1. Пуляев С.М., Степанов М.А., Кайтуков Б.А и др. «Механическое оборудование и технологический комплекс»: учебное пособие. М-во образования Рос. Федерации, Моск. гос. строит. Ун-т: МГСУ, 2015 г. 480 с.

2. Каушанский В.Е., Боженова О.Ю., Трубицин А.С. Влияние термообработки шлаковой составляющей портландцемента на его активность // Цемент и его применение. 2001. № 3. С. 25–26.
3. Fediuk R.S. Mechanical Activation of Construction Binder Materials by Various Mills. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016(125):1. P. 012019.
4. Расцветова Е.А. Повышение механических свойств бетонных изделий путем механической активации цементных суспензий: автореферат дис. на соиск. уч. степ. канд. тех. наук. ГО ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». 2011г, 19 с.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебник. М.: Изд-во АСВ, 2003. 500 с.
6. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. К вопросу об разрушении материалов / Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 26-29.
7. Пунагин В.В. Свойства и технология бетона для высотного монолитного строительства // Вестник Донбасской державной академии строительства и архитектуры. 2009. № 1(78). С. 122–127.
8. Durdziński P.T., Ben Haha M., Zajac M., Scrivener K.L. Phase assemblage of composite cements. Cement and Concrete Research, 2017.
9. Низина Т.А., Селяев В.П., Балыков А.С., Володин В.В., Коровкин Д.И. Оптимизация составов многокомпонентных мелкозернистых фибробетонов, модифицированных на различных масштабных уровнях // Нанотехнологии в строительстве: науч. интернет-журн. 2017. Т. 9, № 2. С. 43–65.
10. Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Алфимова Н.И. Прогнозирование дисперсных характеристик высокодисперсных цементов. Строительные материалы. 2007. № 8. С. 24-25.
11. ГОСТ 23732-2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия»
12. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Харламов Е.В. Совершенствование конструкций пылеочистного оборудования // Системные технологии. 2018. № 4 (29). С. 96-100.
13. Агарков А.М., Харламов Е.В. Разработка аспирационного оборудования для производства дорожно-строительных материалов // В сборнике: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. 2018. С. 22-26.
14. Харламов Е.В., Агарков А.М., Харламова В.В. Применение отходов обогащения при производстве строительных материалов // В сборнике: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. 2018. С. 313-317.
15. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Шаптала В.В. Агрегат для получения строительных материалов из отвалов горно-обогатительных комбинатов КМА // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2013. № 3. С. 82-85.

16. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341-31348.

17. Миролюбов Д.И., Габдуллин Т.Р. Использование новейших разработок в дорожном строительстве // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 1.

18. Шарاپов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

ОЧИСТНОЕ УСТРОЙСТВО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

*Сенькина П.Ю., Королёва В.Д., студенты 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Харламов Е.В., доц., к.т.н.*

Проблема хорошей очистки ленточного конвейера была актуальна раньше и до сих пор, т.к. увеличивается разнообразие в использовании материалов для ленточных конвейеров, одним из которых является бетонная смесь.

Ленточные конвейеры используются уже более ста лет. Основой данного транспорта является бесконечная лента, вращаемая приводным барабаном. Ленточный конвейер или по – другому транспортер – это недорогое и эффективное средство механизации, предназначенное для перемещения грузов на производстве и складах [1,2]. Они используются для дозированной непрерывной подачи материалов или предметов, с определенной скоростью или по мере надобности. Применения различных транспортёров включает в себя [3]:

- подача штучных, сыпучих материалов в технологических установках в любой отрасли промышленности, а также в логистических комплексах и на складах;
- перемещение заготовок на сборочных линиях;
- движение сырья на линиях ручной и машинной обработки, сортировки;
- погрузка и разгрузка всех видов транспорта;
- доставка багажа в аэропортах;
- перевозка пассажиров в терминалах аэропортов, торговых центрах и вокзалах.

Достоинствами ленточных конвейеров по сравнению с остальными видами машин непрерывного транспорта являются их большие производительность и длина транспортирования, низкая энергоёмкость, высокая надёжность [4].

Сыпучий груз подается на ленту через загрузочную воронку, которая устанавливается у натяжного барабана в начале конвейера. Разгрузка ленты может быть конечной или/и промежуточной, для этого используют передвижную разгрузочную тележку или стационарный плужковый сбрасыватель, а направление потока сбрасываемого груза обеспечивается разгрузочной коробкой, которая имеет одну или две воронки [5].

Для очистки рабочей стороны ленты от прилипших частиц устанавливают капроновые или резиновые вращающиеся щётки или неподвижные скребки. Для многих видов материалов установка очистного устройства просто необходима, так как оставшиеся частицы образуют на роликах трудноудаляемую корку, приводящую к неравномерному их вращению, вызывающему ускоренное изнашивание ленты [6].

Наиболее широкое применение получили скребковые устройства для очистки ленты, также являясь самыми простыми. Но многие из них недо-

статочно хорошо очищают ленту, особенно если транспортируемый на конвейере материал имеет свойство прилипать. Данная проблема была решена путем создания устройства, которое оптимальным образом приспособляется к поверхности ленты, требует сравнительно мало места и обеспечивает улучшенное очищение и при этом бережно воздействует на ленту [7], изображённого на рис. 1.

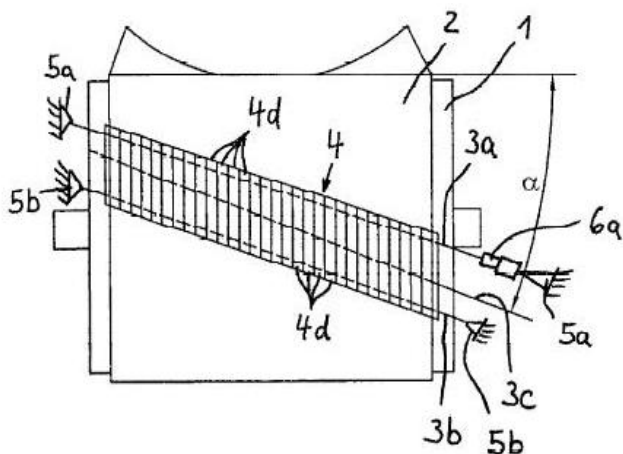


Рис. 1. Очистное устройство:

1 – разгрузочный барабан; 2 – очистное устройство; 3а – несущий элемент; 3б – поднимающий элемент; 3с – соединительный элемент; 4 – скребок; 4д – отдельные элементы скребка; 5а, 5б – места крепления; 6а – пружина

В Патенте № 2010137426/11 Дюнвальда Вилфрида опублик. 27.01.2014 Устройство для удаления материала с конвейерной ленты ленточного конвейера скребков и несущий элемент испытывают чрезмерное, направленное по касательной силовое воздействие, вызванное относительно серьезным повреждением конвейерной ленты либо воткнувшимся в нее посторонним объектом, то поднимающий элемент в скребке создает реактивное усилие, которое вызывает крутящий момент, направленный от барабана, так что скребок или его подвергшаяся столкновению часть отходит от конвейерной ленты, и скребок, таким образом, безопасно проходит над поврежденной секцией конвейерной ленты или над воткнувшимся в нее посторонним объектом»[7].

Выбранный нами вариант реализации фигурного скребка изображен на рис. 2.

Пневматическая пружина 6а, действующая на нижний конец скребка, является своеобразным ограничителем приложенных усилий, а также демпфирует возникающие вибрации. Для зоны воздействующих усилий предварительно задаётся необходимый предел прочности, и в случае пре-

вышения максимально допустимого усилия, таким образом, будет обеспечиваться отделение скребка 4 от места крепления 5а. В прилегающих зонах, обращенных к ленте 2 и соприкасающихся с ней, каждый элемент 4d скребка 4 имеет панели 13а, 13б, которые изготавливаются из износостойчивой керамики или твердого металла и предназначены для скольжения по ленте 2 [4]. Элементы 13а, находящиеся в верхней части скребка 4, образуют зачищающие кромки для очистки ленты 2 от прилипшего транспортируемого материала.

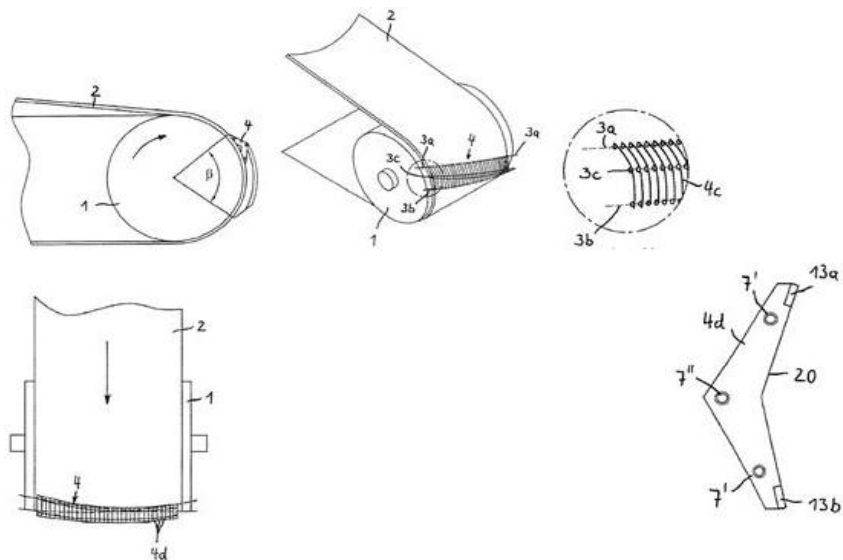


Рис. 2. Выбранный вариант реализации очистного устройства ленточного конвейера

Таким образом, скребковое устройство, соответствующее представленному изобретению, является наиболее бережным для очистки конвейерной ленты, чем ранее известные скребковые устройства, а также обеспечивает наилучшее приспособление скребка к подлежащей очистке поверхности ленты, благодаря сочетанию несущего и дополнительного поднимающего элемента. В совокупности вышеперечисленные преимущества обеспечивают улучшенное очищение. Скребковое устройство настоящего изобретения занимает минимум места – всего лишь немного больше, чем остальные.

Библиографический список

1. Сайт Станки Эксперт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stankiexpert.ru/tehnologicheskaya-osnastka/prisposobleniya/lentochnyj-konvejjer.html>, свободный.

2. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. Учебное пособие для вузов. – М: Машиностроение, 1983. – 487 с., ил.
3. ГОСТ 22644 – 77. Конвейеры ленточные. Основные параметры и размеры. – Введ. 1980 – 01 – 01. – М: Госстандарт России: Изд – во стандартов, 1992.
4. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. №7. С. 5 – 8.
5. Ромакин Н.Е. Машины непрерывного транспорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Ромакин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 – 432 с.
6. Чаплыгин В.В., Николаев Е.Д. Практичная теория очистки конвейерных лент. Научная работа. Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – Поступила 20 марта 2015 г.
7. Устройство для удаления материала с конвейерной ленты ленточного конвейера. пат. 2505471 Рос. Федерация. № 2010137426/11 / Дюнвальд Вилфрид; заявл. 02.04.2009; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 3 27 с.
8. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. К вопросу об разрушении материалов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 5-8.
9. Уваров В.А., Степанов М.А., Кошкарёв Е.К. Машины для технологического транспортирования строительных материалов и изделий. – М: МГСУ, 2013. – 216 с
10. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.
11. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
12. Шарапов Р. Р., Уваров В. А., Орехова Т. Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИФТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ВЫСОТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Суслина П.А., Швец А.Е., студентки 4-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Скель В.И., доц., к.т.н.*

Что такое лифт для большинства людей? Удобное средство передвижения, как в жилых, так и в коммерческих зданиях, которое за несколько минут может поднять Вас на нужный этаж. Механизм, который облегчает жизнь, но при этом в повседневной жизни мы его не замечаем, принимаем как данность.

Заходя в любое здание, такое как: жилой дом, торговый или бизнес центр, больницу, офис - мы не задумываемся о том, как нам нужно будет подняться на какой - либо этаж. Эту работу совершает за нас лифт.

Современный мир устроен так, что жилые и офисные здания строятся все выше и вмещают в свои стены все больше людей. В жилых домах ожидание лифта не вызывает особого напряжения, так как люди выходят из дома в разное время. Противоположную ситуацию можно наблюдать в офисных зданиях и бизнес центрах, где мобильность людей намного выше.

В повседневной жизни современного человека, живущего в мегаполисе, трудно удивить пробками на дорогах в утренние и вечерние часы. Поэтому время на дорогу планируется с запасом. Так чем же будут отличаться «пробки» перед входом в лифт в большом бизнес центре, где могут работать несколько тысяч или десятки тысяч человек? Всем работникам нужно добраться до своего рабочего места вовремя. А если лифт не будет приспособлен к таким условиям? Например, медленно подниматься, иметь множество пересадок, останавливаться на каждом этаже и не иметь универсальную систему управления. Данные факторы могут способствовать снижению производительности труда сотрудников, так как время, проведенное в ожидании лифта, могло быть потрачено на деятельность, способствующую получению прибыли.

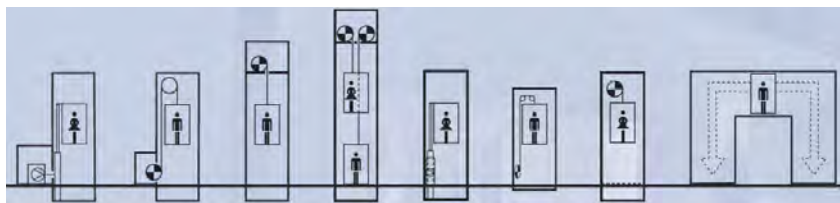


Рис. 1. Способы размещения лифтового оборудования

В настоящий момент несколько организаций разрабатывают технологии, которые позволяют улучшать сферу лифтовой индустрии. Благодаря выдающимся инженерным решениям были разработаны лифты, которые

способны подниматься на большую высоту и с большей скоростью. Но не все проблемы решает скорость и количество лифтовых шахт (рис. 1) [1]. Многие бизнес-центры, такие как Московский международный деловой центр «Москва-Сити» вынуждены терять до 5 кв. м. на одну шахту лифта на каждом этаже.

Проблему с лифтами в больших офисных зданиях решают по-разному. Например, строят здания с несколькими шахтами, разрабатывают специальные алгоритмы движения кабин, увеличивают их площадь, чтобы за один раз, лифт мог перевезти большое количество человек.

Наиболее часто для решения данной проблемы используют два пути. Первый приводит к увеличению количества шахт, но у данного способа есть существенный минус, так как уменьшается полезная площадь. Второй способ подразумевает под собой увеличение скоростных характеристик, что позволит перевозить пассажиров быстрее.

Относительно недавно ведущие компании рынка лифтовой индустрии задумались о решении данной проблемы другим способом, например, таким как лифты системы TWIN и MULTI компании Thyssenkrupp. Мы предлагаем рассмотреть систему TWIN или «две независимые кабины в одной шахте» (рис. 2) [2, 3].

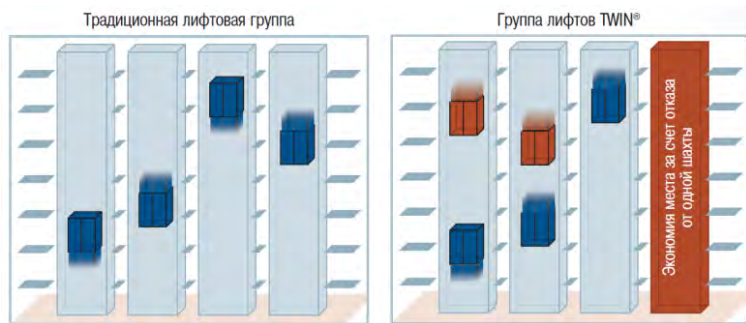


Рис. 2. Сравнение традиционной лифтовой группы с группой лифтов TWIN

Данная система заключается в том, что в одной шахте расположены две кабины, одна над другой, они используют одни направляющие и двери шахты, кабины могут независимо друг от друга подъезжать к этажам, находящимся друг над другом. Такая лифтовая система может быть использована для высотного строительства до 250 метров (примерно 80 остановок), скорость лифта может достигать 7 м/с и грузоподъемность до 1800 кг. Для офисных зданий такие характеристики являются основополагающими.

Благодаря такому решению, площадь, занимаемая шахтами в высотных зданиях, может уменьшиться до 25%. Эта уникальная лифтовая система открывает совершенно новую концепцию движения и устанавливает новые стандарты высокой работоспособности. У такой системы есть множество плюсов, такие как: эффективное использование пространства в

офисных зданиях, большая пропускная способность, повышение производительности. Тем самым открывает огромное количество возможностей и обеспечивает высокую эффективность при возведении и обустройстве новых высотных зданий.

Так же данная система увеличивает эффективность работы лифтов в группе. Благодаря интеллектуальному блоку управления появляется возможность безупречно распределять вызовы. Путем передачи вызова через специальное устройство (терминал) в фойе регистрируется направление движения и пункт прибытия. Данная система TWIN показывает свою эффективность в полном объеме, начиная с высоты подъема в 50 метров.

Каждая кабина оборудована собственным приводом с рабочим шкивом, противовесами и двигаются по одним направляющим. Работа лифта контролируется за счет четырехступенчатой концепции безопасности. Первый уровень отвечает за распределение вызовов с учетом положения каждой кабины. Распределение происходит так, чтобы кабины не мешали друг другу. Второй уровень позволяет контролировать минимальное расстояние между лифтами. При приближении кабин, система срабатывает так, чтобы кабины замедлились и смогли остановиться на ближайшем посадочном этаже. Третий уровень безопасности включает в себя аварийную остановку, при отключении электроэнергии происходит срабатывание магнитного тормоза, вследствие чего происходит остановка лебедки. Четвертый уровень: срабатывание ловителей. Если остановка кабин не совершается, то на обеих кабинах срабатывают ловители. Благодаря данной системе безопасности исключается столкновение кабин между собой.

Стоит обратить внимание и на привод данной конструкции. Благодаря использованию безредукторной лебедки повышается комфортность поездки за счёт плавности хода, точности остановок и значительно снижается уровень шума [4]. Усовершенствованная система управления приводом позволяет обеспечить постоянное питание лебедки даже в случае отключения электропитания. Существенно уменьшаются затраты, что очень важно для заказчиков, на расходные материалы, электроэнергию и некоторые виды узлов, которые, к тому же требуют квалифицированного технического обслуживания. Важно, что монтаж становится проще на 20% - 50% за счет уменьшения веса и габаритов привода. Ниже приведены данные, в которых сравниваются стоимости эксплуатации приводов лифта (рис. 3).

Лифт системы TWIN в здании высотой 20 этажей по примерным оценкам может перевозить на 40% пассажиров больше на единицу площади шахты, чем традиционный. В этом случае мы говорим о единице площади, которая вмещает в себя противовесы, оборудование, размещенное в машинном помещении и приямке.

Приведем пример того, как может быть использована данная лифтовая система. Имеется 45 - этажное здание, в котором верхние 5 этажей заняты привилегированными квартирами. Так же в здании выделено два этажа под парковочные места. Всего в данном здании было смонтировано пять лифтов, один из которых является служебным.

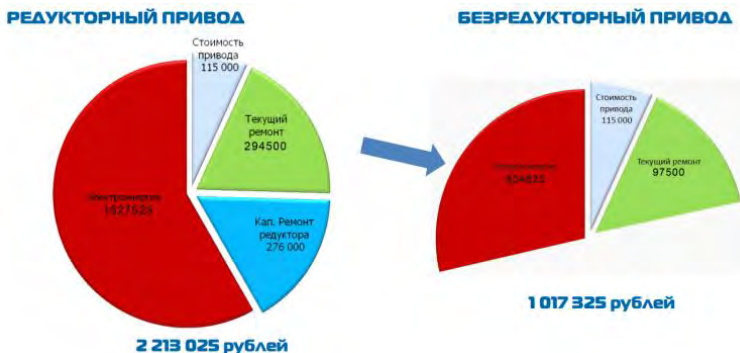


Рис. 3. Сравнение стоимости эксплуатации приводов за 25 лет

Если рассматривать традиционную лифтовую группу, где каждая из кабин может перемещаться с последнего этажа на нижний этаж, то проживающие на верхних этажах «столкнуться» с частыми промежуточными остановками по пути на нижние этажи.

Возможен вариант, запрограммировать один из четырёх лифтов передвигаться только на верхние пять этажей, пропуская все остальные посадочные пункты. Такой вариант лучше тем, что создает дополнительную защиту для людей, проживающих в привилегированных квартирах. Но при данном способе программирования возникает проблема ожидания лифта. Например, при переезде одного из жильцов с верхних этажей, одна лифтовая кабина будет занята, из-за этого, длительное время, так как находится либо на первом этаже, либо на одном из пяти верхних этажей.

Если рассмотреть такое же здание, но с тем условием, что будут установлены лифты системы TWIN, то вместо пяти лифтовых шахт, можно возвести всего три. Сами лифты запрограммировать таким образом, чтобы две верхних кабины могли курсировать между верхними пятью этажами, вестибюлем и двумя подземными. Три нижние кабины могут курсировать на все этажи, кроме верхних пяти. Еще одна кабина может быть использована только для служебного пользования.

Из всего вышесказанного, мы делаем вывод, что в настоящее время система лифтов TWIN является одной из самых универсальных для высотных зданий любого назначения. Благодаря своим характеристикам она может улучшить многие показатели, такие как производительность, экономичность, использование полезного пространства здания, экономия многих других ресурсов и т.п. Благодаря интеллектуальному блоку управления и четырехступенчатой системы безопасности данная лифтовая система становится высокоэффективной по передвижению по высотным, офисным и коммерческим зданиям.

Наряду с большими достоинствами лифтов системы TWIN возможно ожидание и определенных трудностей. В сложной системе интеллектуального управления лифтом возможно возникновение проблем с надежностью

такой сложной разветвленной системы [5, 6]. Также в высотных зданиях могут быть актуальными вопросы динамики лифтов и, в связи с этим, комфорта пассажира [7, 8]. Вероятно, что более сложными, по нашему мнению, могут оказаться технологии монтажа нового лифта и ликвидации возможных отказов элементов лифта, находящегося в эксплуатации. Эти и другие интересные темы возможно составят предмет наших дальнейших рассуждений.

Библиографический список

1. Лифты, платформы подъемные для инвалидов, эскалаторы. Часть 1. Лифты. Архангельский Г.Г., Балабанов Н.И., Гушин Л.В. и др. 2019 г.: – 680 с.
2. Корпоративный сайт Thyssenkrupp <https://thyssenkrupp-elevator.ru/products/elevators/passenger-elevators/twin/>.
3. Безопасность - <https://montajlift.ru/thyssenkrupp/twin.html>
4. Безредукторный привод <https://www.ruselprom.ru/products/bezreduktornyuy-privod-liftov/>.
5. Надежность машин и механизмов: учебник/ В.А. Черкасов [и др.]. – Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.
6. Степанов М.А., Б.А. Кайтуков, А.В. Мечиев. Определение уровня безопасности лифтов при эксплуатации. Подъемно-транспортное дело № 6, 2018 г. С 7-10.
7. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
8. Vladimir Skel. Properties of the rubber vibration isolator of the elevator. MATEC Web of Conferences 251. 03022 (2018) IPICSE-2018 <http://doi.org/10.1051/matecnf/201825103022>.
9. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А. Экспериментальные исследования высокочастотных колебаний кабины лифта // Механизация строительства. 2011. № 12 (810). С. 17-20.
10. Kaytukov V. Sustainable limitation of high-frequency oscillations of elevator cabin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2017. С. 012193.
11. Мечиев А.В., Севрюгина Н.С., Степанов М.А. Общеметодологический подход к оценке риска обеспечения конструктивной безопасности лифтов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 4. С. 24-29.

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И КОНСТРУКЦИИ СКОРОСТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА ПАНОРАМНОГО ТИПА ПРОИЗВОДСТВА ИТАЛЬЯНСКОЙ КОМПАНИИ NOVA ELEX

*Татаринов И.М., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

Лифтостроение – отрасль промышленности, характеризующаяся большой динамикой развития и рентабельностью, но вместе с тем в ней наблюдается достаточно жесткая конкуренция производителей. Современные темпы развития техники приводят к тому, что продукция быстро устаревает, а также изменяются традиционные понятия в данной области. В настоящее время отмечается непрерывный рост парка лифтов при устойчивой тенденции поиска новых конструктивных решений, отражающих требования рынка и научно-технические достижения в различных отраслях промышленности.

Рассмотрим более подробно лифты компании Nova Elex. Они имеют высокое качество и надежность при высоком уровне технических решений. Гибкое, способное быстро перестраиваться производство Nova Elex, ориентировано на нестандартные заказы, эксклюзивные лифты и решение самых сложных задач. Модельный ряд включает полную гамму лифтов: домашние, коттеджные, грузовые, панорамные, для агрессивных сред, больничные, специальные [2].

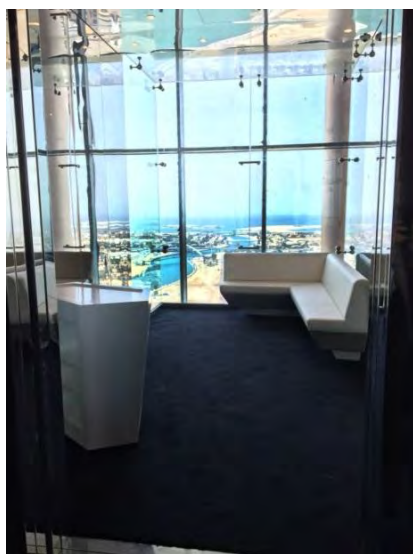


Рис. 1. Интерьер купе кабины лифта

В отеле W Hotel, новом отеле класса люкс в Дубае, находятся два крупнейших в мире панорамных пассажирских лифта, спроектированных и изготовленных компанией Nova Elex и установленных компанией Otis. Вместимость одного лифта 26 человек, грузоподъемность 2000 кг, а максимальная скорость движения кабины составляет 4 м/с. Они поднимают постояльцев отеля в эксклюзивный клуб, находящийся в верхней части здания. VIP клиенты могут насладиться захватывающим видом с высоты 150 метров от земли, при этом употребляя вкусные напитки из бара, расположенного прямо в кабине лифта. Максимальная же высота подъема каждого лифта составляет 180,5 м, а количество остановок 48. Безредукторный привод, разработанный и произведенный компанией Nova Elex, также уникален [1].

Кабина панорамного лифта представляет собой сборную металлоконструкцию, состоящую из купе, каркаса и дверей. Стены купе полностью стеклянные. Каркас кабины выполнен в виде грузовой платформы с наклонными стойками. Общая масса кабины составляет 1981 кг. Кабина обладает следующими внутренними размерами: ширина – 1500 мм, глубина – 2700 мм, высота – 2500 мм, что является достаточным для размещения в ней всех 26-ти пассажиров. На кабине и в шахте установлены автоматические стеклянные панорамные раздвижные двери Pegasus Skyline производства компании Wittur. Для обеспечения компактности расположения дверей при их открытии, они сделаны телескопическими двухстворчатыми (двухскоростными) (рис. 2).

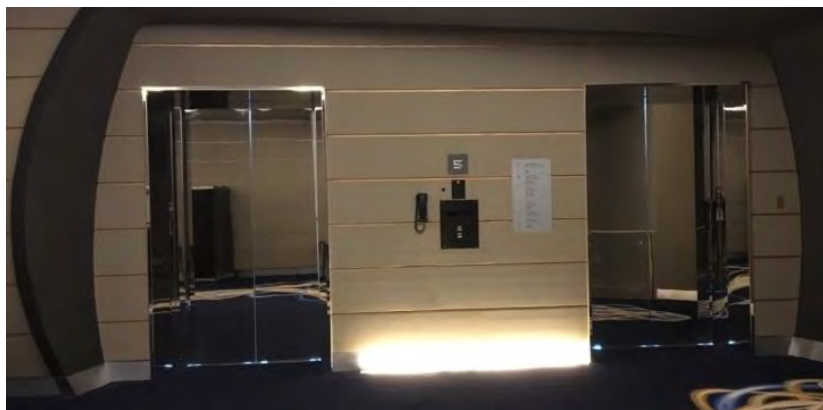


Рис. 2. Двери Pegasus Skyline

В целях уравнивания силы тяжести кабины лифта и обеспечения достаточных сил сцепления канатов с ободом канатопроводящего шкива (КВШ) установлен противовес массой 2961 кг, также для уравнивания силы тяжести неуравновешенной части тяговых канатов применяется уравнивающая цепь в резиновой оболочке [3]. Резиновая оболочка предна-

значена для снижения шума, производимого цепью при работе лифта. Выбрана схема взаимного расположения кабины и противовеса в плане шахты – сбоку сзади (рис. 3) [4]. Так как номинальная скорость движения кабины превышает 1 м/с, для кабины и противовеса использованы буферы энергорассеивающего типа с ходом штока 680 мм [5].

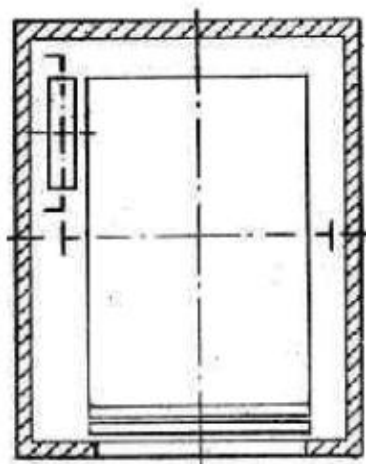


Рис. 3. Схема взаимного расположения кабины и противовеса в плане шахты

Кабина и противовес перемещаются по жестким направляющим, прикрепленным с помощью металлических кронштейнов к стенам шахты. Для кабины использованы направляющие Т 127 – 1/В (Т 127х96х16 мм), а для противовеса Т90 – 1/В (Т 90х75х16 мм). Головка направляющих подвергается механической обработке с выборкой по обеим сторонам рельсы. Обработка проводится, как правило, либо на фрезервальном станке, либо протяжкой через валцы. Только такие направляющие пригодны для использования в лифтовых системах, оборудованных ловителями для предупреждения несчастных случаев. На кабине и противовесе установлены роликовые башмаки, которые применяются при скорости движения кабины лифта превышающей 1,4 м/с [6]. Они предназначены для центрирования относительно направляющих кабины и противовеса соответственно.

Для обеспечения требуемых грузоскоростных характеристик установлен привод компании Torin Drive [7]. Безредукторная лебедка GTN2-204P5 (рис. 4, 5), установленная в машинном помещении, разработана на базе синхронного электродвигателя. Мощность данной лебедки составляет 54,3 кВт, а крутящий момент 1910 Нм [7]. Лебедка имеет конструкцию с наружным расположением ротора, которая позволяет увеличить производительность с точки зрения крутящего момента (нагрузки), скорости и комфортности движения.



Рис. 4. Безредукторная лебедка Torin Drive GTN2-204P5

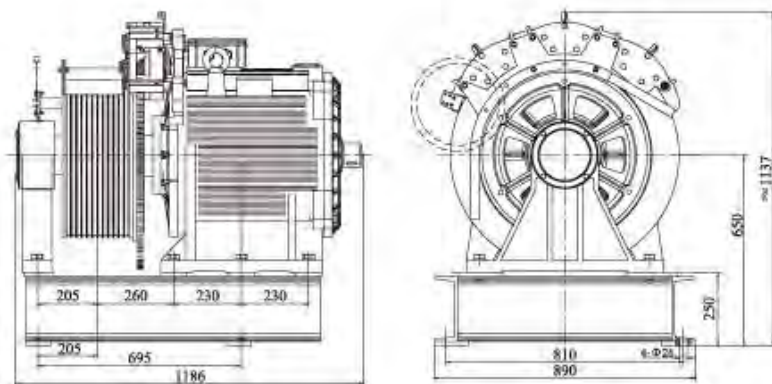


Рис. 5. Общий вид безредукторной лебедки Torin Drive GTN2-204P5

На лебедке установлен дисковый трехпоршневой тормоз с тремя приводными электромагнитами модели PZ220. Три электромагнита установлены для обеспечения требуемого тормозного момента при номинальном значении грузоподъемности лифта в 2000 кг.

С целью снижения энергии, затрачиваемой на подъем и опускание лифта, была использована схема с двухкратным полиспастом (рис. 6). Для обеспечения требуемой скорости движения лифта применяется КВШ диаметром 560 мм. В качестве тягового органа используются канаты марки D300T диаметром 12 мм. Количество параллельных ветвей канатов – 6.

Для обеспечения требуемого уровня безопасности эксплуатации лифта установлены следующие приборы безопасности:

1. Ограничитель скорости центробежного типа, предназначенный для приведения в действие ловителей при аварийном превышении скорости движения кабины вниз. Для надежной работы системы ограничителя скорости требуется поддерживать канат в натянутом состоянии, при котором гарантируется достаточная величина силы трения между канатом и ободом шкива ограничителя [6]. Для этого в приямке шахты установлено грузовое натяжное устройство. Расположенный на нем концевой выключатель контролирует чрезмерную вытяжку или обрыв каната.

2. Ловители плавного торможения SHLOSSER KB55. Ловители данного типа обеспечивают плавное замедление кабины за счет работы сил трения гладких (или с поперечной насечкой) тормозных колодок при ограничении силы нормального давления за счет наличия упругого элемента [6]. Применение ловителей плавного торможения в данном лифте обусловлено тем, что номинальная скорость движения его кабины превышает 0,63 м/с [5]. Ловители включаются автоматически и затормаживают кабину относительно направляющих при аварийном превышении скорости движения, надежно удерживая ее на направляющих после остановки.

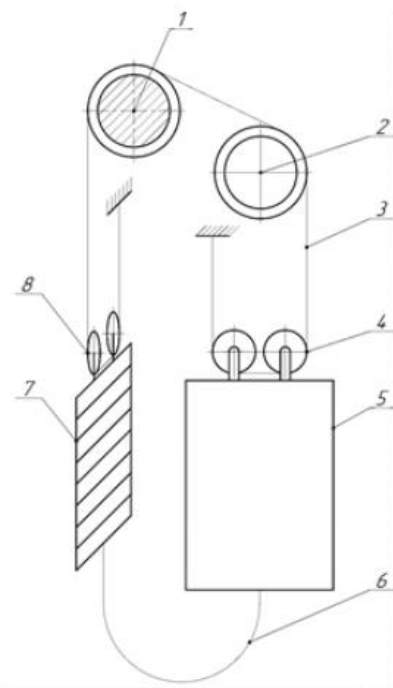


Рис. 6. Кинематическая схема лифта:

1 – КВШ; 2 – отводной блок; 3 – тяговый канат; 4 – блоки полиспастной подвески кабины лифта; 5 – кабина лифта; 6 – уравновешивающая цепь; 7 – противовес; 8 – блоки полиспастной подвески противовеса

В заключение хочу сказать, что данные лифты по соотношению величины грузоподъемности к скорости движения кабины, являются одними из самых передовых. Они обладают высокой производительностью, позволяющей постояльцам отеля добираться до своих номеров с большим комфортом в кратчайшие сроки, не задумываясь о времени потраченном на пользование лифтом.

Библиографический список

1. Сайт компании Nova Elex [Электронный ресурс] – Монтодине (Италия): Nova Elex S.r.l. – Режим доступа: <http://www.novaelex.com/en>, свободный.
2. Сайт компании Траст-Лифт [Электронный ресурс] – М.: ООО «Траст-Лифт» - Режим доступа: <https://trastlift.ru/>, свободный.
3. Архангельский Г.Г., Балабанов Н.И., Гуцин Л.В. и др.; под общей ред. Л.В. Гуцина. Лифты, платформы подъемные для инвалидов, эскалаторы. Ч. 1. Лифты: Учебник. – М.: АСВ, 2019. 680 с.
4. Архангельский Г.Г., Вайсон А.А., Ионов А.А. Эксплуатация и расчет лифтовых установок. - М.: МИСИ, 2008. – 128 с.
5. ГОСТ Р 56743-2016. Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования людей или людей и грузов. – Введ. 2017-21-03. – М.: Стандартиформ 2019. – 128 с.
6. Волков Д.П., Горбунов Э.А. и др.; под общей редакцией Д.П. Волкова. Лифты. – М.: АСВ, 2010. 576 с.
7. Сайт компании Torin Drive [Электронный ресурс] – Чаншу (Китай): Torin Drive International – Режим доступа: <https://torindriveintl.com/>, свободный.
8. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
9. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А. Экспериментальные исследования высокочастотных колебаний кабины лифта // Механизация строительства. 2011. № 12 (810). С. 17-20.
10. Kaytukov V. Sustainable limitation of high-frequency oscillations of elevator cabin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2017. С. 012193.
11. Мечиев А.В., Севрюгина Н.С., Степанов М.А. Общеметодологический подход к оценке риска обеспечения конструктивной безопасности лифтов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 4. С. 24-29.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОЛЁСНЫХ МАШИН С ЖИДКОТЕКУЧИМ СТРОИТЕЛЬНЫМ ГРУЗОМ

*Тугов Д.А., студент 5-го курса 41 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Плавельский Е.П., проф., д.т.н.*

Для приготовления строительных растворов и бетонных смесей, их транспортирования к месту укладки применяются автобетоносмесители, автобитумовозы, автобетоновозы, авторастворовозы, автоизвестковозы, автоцистерны на базовых шасси различных грузовых автомобилей (КамАЗ, КраЗ, МАЗ и т.д.). Опыт многолетних испытаний и испытаний данных машин свидетельствует о высокой динамичности как в поперечной, так и в продольной плоскостях и, как следствие, повышенной аварийности. Подвижность груза кардинально влияет на безопасность колёсных машин: деформируются рама шасси при поперечном опрокидывании и рулевая тяга при экстренном торможении машины; увеличиваются колебания в горизонтальной плоскости системы «водитель – машина с рабочим сосудом, частично заполненным жидкотекучим грузом; при разрыве переднего колеса автобетоносмеситель теряет управляемость; при резком повороте машина может опрокинуться в поперечном направлении, а также вперёд или назад при движении по косоугору, в том числе при разгрузке; прогрессирует асимметрия жесткости рессорной подвески шасси, повышается утомляемость водителя. Поэтому к колёсным машинам с жидкотекучим строительным грузом предъявляются, в первую очередь, требования, соответствующие грузовым автомобилям с жёстко закреплённым грузом. Нейтрализовать в той или иной степени отрицательное влияние по подвижности жидкотекучего строительного груза на динамику всей машины можно путём соблюдения необходимого режима движения (ограничение скорости движения) или совершенствования конструкции. Испытания при этом необходимо проводить с использованием реального жидкотекучего груза или реологически подобного аналога.

К жидкотекучим строительным грузам, как правило, относят подвижную бетонную смесь, строительный раствор, разогретый битум, мазут и др. Большая часть этих смесей неэквивалентна ньютоновским жидкостям (вязкая жидкость, подчиняющаяся в своём течении закону вязкого трения Ньютона, то есть касательное напряжение и градиент скорости в такой жидкости линейно зависимы). При малых внутренних напряжениях сплошной среды они аналогичны жёстко закреплённому грузу, а при увеличении внутренних напряжений, превышающих допустимую величину (например, τ), характеризуется лавинообразным разрушением внутренних связей, резким снижением вязкости жидкотекучей массы и, как правило, увеличением подвижности.

Продольно- и поперечно-угловые колебания колёсной машины с рабочим сосудом, частично заполненным жидкотекучим грузом, генерируют низкочастотные волновые процессы свободной поверхности жидкотекучей

массы, что существенно влияет на качество транспортирования и динамические характеристики самой машины.

Эффективный путь повышения безопасности колёсных машин с жидкотекучим грузом – управление рабочим сосудом для машин, имеющих привод рабочего органа. Вращение частично заполненного рабочего сосуда обуславливает смещение жидкотекучего груза в ту или иную сторону. Управление вращением рабочего сосуда при маневрировании колесной машины обеспечивает условия движения эквивалентной колесной машины с жестко закреплённым грузом и пониженным центром масс.

Для снижения вредного влияния подвижности транспортируемого груза на динамику колесной машины в рабочем сосуде устанавливают волноломы, в том числе откидывающиеся (А. с. 1076334, СССР), схема которого представлена на рис. 1.

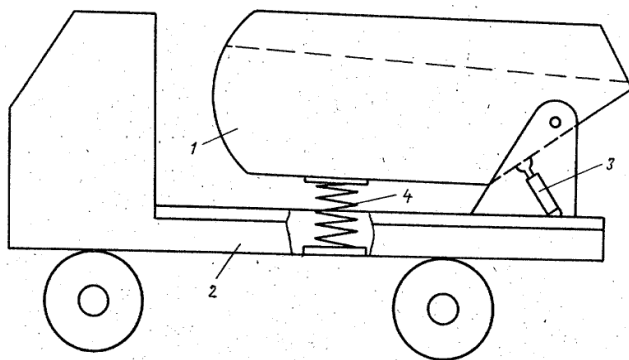


Рис. 1. Общая схема изобретения А. с. 1076334, СССР:

1 – кузов; 2 – автомобильное шасси; 3 – механизм подъёма кузова; 4 – упругие элементы (пружины)

Автобетоновоз работает следующим образом: при движении номинально загруженного автобетоновоза по дорожным неровностям вторично поддрессоренный относительно оси разгрузки кузов 1 с бетонной смесью при движении вниз сжимает упругие элементы (пружины) 4, что снижает уровень ускорения кузова 1, а, следовательно, и расслоение бетонной смеси по сравнению с бездрессорным опиранием кузова.

Ещё для снижения вредного влияния подвижности транспортируемого груза на динамику колесной машины в рабочем сосуде устанавливают демфирующие рёбра (А. с. 1234250, СССР), общая схема которого представлена на рис. 2.

На рис. 3 изображён разрез А – А.

Устройство работает следующим образом: при транспортировании растворной смеси по неровному дорожному полотну или при маневрировании в ёмкости 2, установленной на базовом шасси 1 и частично заполненной растворной смесью, возникают волновые движения смеси на свобод-

ной поверхности. Продольные волновые движения гасятся роторными лопастным аппаратом 3, а поперечные волновые движения свободной поверхности раствора смеси являются самыми опасными и приводят к существенному снижению креновой устойчивости машины.

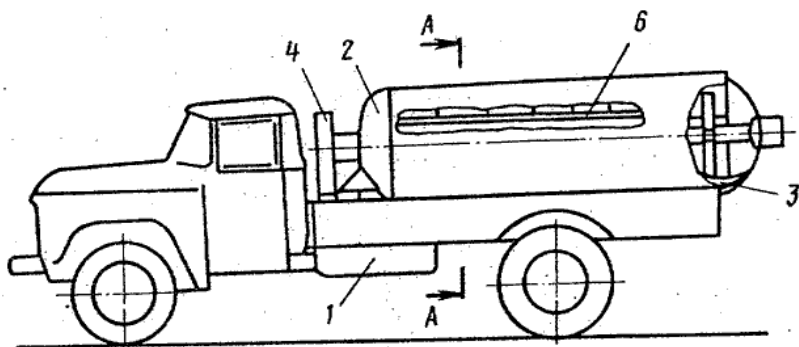


Рис. 2. Общая схема изобретения А. с. 1234250, СССР:

1 – базовое шасси; 2 – ёмкость; 3 – лопастной аппарат; 4 – привод; 6 – кронштейны

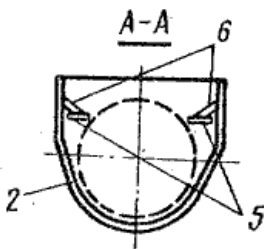


Рис. 3. Разрез А-А:

2 – ёмкость; 5 – демпфирующие рёбра; 6 – кронштейны

Также для снижения вредного влияния подвижности транспортируемого груза на динамику колесной машины применяют вторичное подрессоривание (А. с. 1036, СССР), применяют стабилизаторы поперечной устойчивости, устанавливаемые на шасси или технологическом оборудовании (А. с. 1036587, 1296453, СССР), на рис. 4 представлена общая схема стабилизатора поперечной устойчивости (А. с. 1036587, СССР), на рис. 5, вид А на рис. 4.

С целью улучшения эксплуатационных характеристик путём повышения поперечной устойчивости, резервуар для воды выполнен герметичным U – образной формы и установлен в задней части рамы с возможностью охватывания смесительного барабана, при этом верхние части резервуара заполнены воздухом и сообщены между собой трубопроводом с вмотированным в него дроселем.

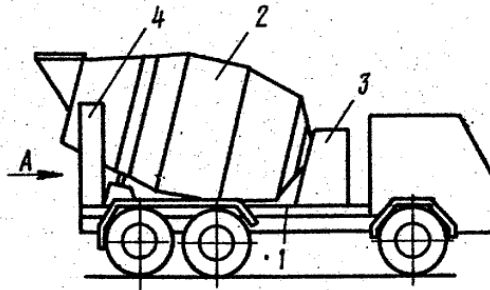


Рис. 4. Общий вид автобетономесителя:

1 – ходовое шасси; 2 – смесительный барабан; 3 – привод; 4 – U-образный резервуар для воды

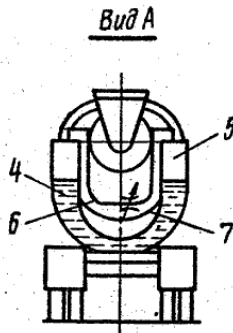


Рис. 5. Вид А:

4 – резервуар с водой; 5 – воздушная подушка; 6 – трубопровод; 7 – регулируемый дроссель

Расчёт креновых характеристик автобетономесителя среднего типоразмера показывает, что даже незначительное (на 6 см) снижение высоты центра масс заметно повышает статическую и динамическую устойчивость автобетономесителя.

Совершенствование колёсных машин с жидкотекучим грузом актуально и довольно перспективно на сегодняшний день и заслуживает внимательного изучения, подробных исследований, определяющих успешную эксплуатацию и обслуживание колёсных машин с жидкотекучим грузом.

Библиографический список

1. Плавельский Е.П. Колёсные бетонотранспортные машины. – М.: ЦНИИТЭстройдормаш, 1984, с. 48.
2. Архангельский Г.Г. Техника инструментальных испытаний строительных машин. - М.: МИСИ, 2007. - 131 с.

3. Бауман В.А. Строительные машины. Справочник. – М.: Машиностроение, 1976, с. 427.
4. Плавельский Е.П., Шарапов И.К., Самойлов Ю.А., Ушаков Б.И., Португальский Л.М. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 1076334, СССР. – Москва, Центральный научно-исследовательский полигон – филиал Всесоюзного научно-исследовательского института строительного и дорожного машиностроения, 1984.
5. Плавельский Е.П. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 1036587, СССР. – Москва, Центральный научно-исследовательский полигон – филиал Всесоюзного научно-исследовательского института строительного и дорожного машиностроения, 1983.
6. Плавельский Е.П., Шарапов И.К., Самойлов Ю.А., Ушаков Б.И., Португальский Л.М. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 1234250, СССР. – Москва, Центральный научно-исследовательский полигон – филиал Всесоюзного научно-исследовательского института строительного и дорожного машиностроения, 1986.
7. База патентов СССР [электронный ресурс]. – М. – режим доступа: <http://www.patents.su/>, свободный
8. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
9. Kaitukov V., Stepanov M., Kapyrin P. The choice of concrete mixers for the concrete preparation // В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 06016.
10. Plavelsky E., Sharapov R. Modeling of movement the flowable building load in the operating vessel of vehicle // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. Т. 692. С. 760-768.
11. Plavelsky E.P., Sharapov R.R. The problems of dynamics of wheeled vehicles with flow able building cargo // В сборнике: Procedia Engineering 2017. С. 86-92.
12. Исаков В.С., Степанов М.А., Чухряев Н.П. Основы производственного сервиса строительных, дорожных и коммунальных машин. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003г. 153 с
13. Уваров В.А., Степанов М.А., Кошкарёв Е.К. Машины для технологического транспортирования строительных материалов и изделий. – М: МГСУ, 2013. – 216 с
14. Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 160 с.

НАВЕСНОЕ СНЕГОУБОРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА БАЗЕ УРАЛ NEXT

Фролов Д.В., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ

Научный руководители – Густов Д.Ю., доц. к.т.н.; Скель В.И., доц. к.т.н.

Технические характеристики, материальная часть, и принцип действия данной фрезерно-роторной установки, смонтированной на шасси Урал Next описывается в статье «Снегоборщик на базе Урал Next» [1].

В данной статье речь пойдет об испытаниях навесного фрезерно-роторного снегоуборочного оборудования на базе Урал Next с колесной формулой 4x4 (Урал-43206-5551-71) [2] в проектировании которого автор принимал участие.

Проводя патентный поиск, можно увидеть основных производителей подобной техники как отечественного, так и зарубежного производства: отечественные Переволоцкий Механический завод [3] и завод СпецАгрегат [4] и зарубежные Kahlbacher [5] и Covaco [6]. Производители навесного оборудования предлагают ее на специальное шасси, которое не унифицировано. Мы придерживаемся тенденции унифицирования машин.

Испытания проводились в различных условиях, таких как: малый и большой слой свежеснежавшего мокрого и сухого, слежавшегося, укатанного и другие состояния снега. Проводились испытания на горах собранного снега высотой до 3-3,5 метров.



Рис. 1. Погрузка собранного снега в автомобиль

При уборке снега свыше 2 метров целесообразно срезать его послойно, примерно по 1 метру за один проход. Снег укладывается на обочину, если есть такая возможность, либо грузится в самосвал для транспортирования его в специализированное место.



Рис. 2. Погрузка уложенной горы снега

После сильных метелей машину отправляли на участки переметенной автомобильной трассы, где она показала высокую скорость и чистоту уборки снега. Снег укладывался на обочину на расстоянии до 25 метров от очищаемой полосы.

Так же производилась расчистка городских улиц в условиях живого трафика. Как показала практика, снегоуборочная машина не затрудняет и не препятствует движению автотранспорта. Уборка снега без погрузки занимает в несколько раз меньше времени по сравнению с погрузкой его в самосвалы из-за простоя снегоуборочной машины во время смены самосвалов. Если есть возможность не грузить снег, а укладывать его на обочину, это наиболее удобный и экономически выгодный вариант. Уборка снега с укладкой на обочину имеет еще один немаловажный положительный эффект, который заключается в более быстром таянии снега ввиду его окрашивания в темный цвет из-за смешивания его с фрагментами дорожной пыли и грунта, находящегося на покрытии и в снеге.

Машина без проблем преодолевает снежный покров высотой до 1,5 метра по целине с относительно высокой скоростью, оставляя за собой проход достаточный для проезда большегрузных автомобилей.

При проектировании оборудования решается ряд вопросов, среди которых обычно отдельно рассматривается расчет и проектирование приво-

дов оборудования [7]. На данный момент производится компьютерное моделирование с прочностным расчетом основных нагруженных узлов машины, таких как привод, рама, и фреза. По результатам расчетов могут быть скорректированы некоторые элементы.



Рис. 3. Очистка обочины в населенном пункте

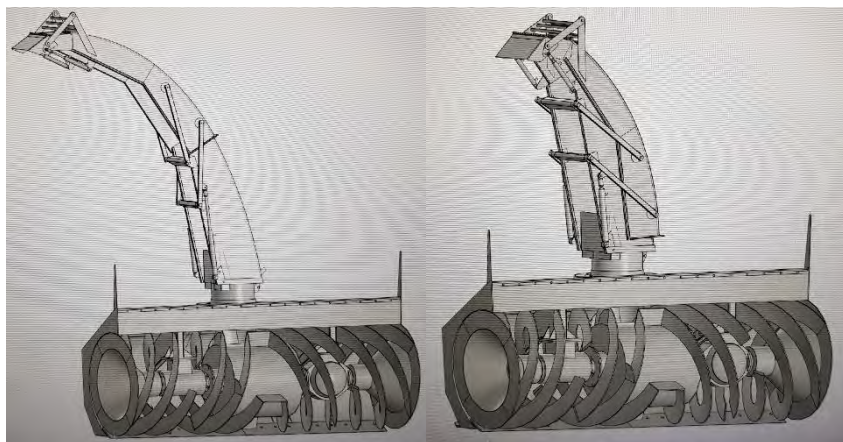


Рис. 4. Навесное оборудование в погрузочном положении и положении метателя

Эксплуатация опытного образца снегоуборочной машины показала, что она ведет себя адекватно и показывает неплохие результаты. За время проведения испытаний снегоуборщик преодолел сотни километров и перекидал несколько сотен тысяч тонн снежной массы с различными характеристиками. О надежности и потенциале всех узлов и агрегатов может гово-

ритель тот факт, что не произошло ни одного отказа за время испытаний [8, 9]. В процессе испытаний будут выявляться достоинства и недостатки данной конструкции навесного оборудования. Возможно, так же будут сравнительные испытания данной машины с другими машинами для очистки и прокладывания путей в зимних условиях.

Библиографический список

1. Фролов Д.В. Снегоборщик на базе Урал NEXT // дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ. Москва. НИУ МГСУ 2019, 630с. - с.220-225
2. Завод Урал г. Миасс <https://www.uralaz.ru> (дата обращения: 24.01.2020).
3. Переволоцкий механический завод. [сайт] <http://www.pmzavod.ru> (дата обращения: 23.01.2020).
4. Завод Спецагрегат г. Миасс. [сайт] <http://zavodsa.ru> (дата обращения: 23.01.2020).
5. Производитель снегоборочной техники, Австрия. [сайт] <http://www.kahlbacher.com> (дата обращения: 23.01.2020).
6. Компания производящая навесное оборудование для различной техники, Словакия. [сайт] <http://ru.kovaco.sk> (дата обращения: 23.01.2020).
7. Густов Д.Ю. Проектное прогнозирование режима работы насосной установки гидропривода СДМ // Интерстроймех-2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018, 420с. – с.62-65.
8. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А., Капырин П.Д., Скуль В.И., Степанов М.А. Надежность машин и механизмов. Учебник. Министерство образования и науки РФ. Национальный исследовательский Московский Государственный Строительный Университет. Москва. НИУ МГСУ 2015. 272 с.
9. Шарапов Р.Р., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Исследование удара частицы о лопатку в инерционном концентраторе // Интерстроймех-2016 Сборник трудов конференции Международной научно-технической конференции. Национальный исследовательский Московский Государственный Строительный Университет. Москва. НИУ МГСУ 2016. 257 с. – с.57-61.

РАСЧЕТ ОСТАНОВОЧНОЙ СКОРОСТИ ДЛЯ БЕЗРЕДУКТОРНЫХ ЛИФТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ОДНОСКОРОСТНЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Шафеев Э.Р., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Васильев В.Г., доц., к.т.н.

На современном этапе развития и совершенствования лифтостроения, кроме требований, предъявленными к лифтам согласно ГОСТ 33984.1, появились новые дополнительные требования, такие как: плавность движения; комфортабельность для пассажиров; общедоступность (простота эксплуатации для пассажиров); бесшумность; точность остановки кабины на этаже, допустимый уровень электромагнитных помех; компактность силовой установки; долговечность [1].

Для решения большинства из требуемых и дополнительных задач, современная лифтовая индустрия постепенно отказывается от привычных редукторов и делает выбор в пользу частотных преобразователей. Кинематическая сема безредукторной лебедки показана на рис. 1.

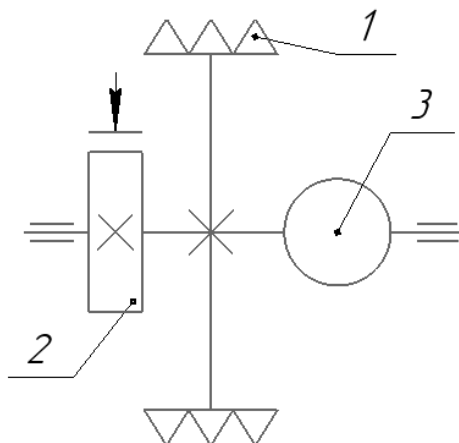


Рис. 1. Кинематическая схема безредукторной лебедки:
1 – КВШ; 2 – колодочный тормоз; 3 – электродвигатель с частотным преобразователем

Данное устройство позволяет регулировать скорость движения кабины лифта посредством регулирования частоты тока, питаемого электродвигатель. Это означает, что именно посредством частотного регулирования задается требуемая малая остановочная скорость для обеспечения точной остановки в ± 35 мм [2, 3]. Схема к расчету точности остановки кабины лифта показана на рис. 2.

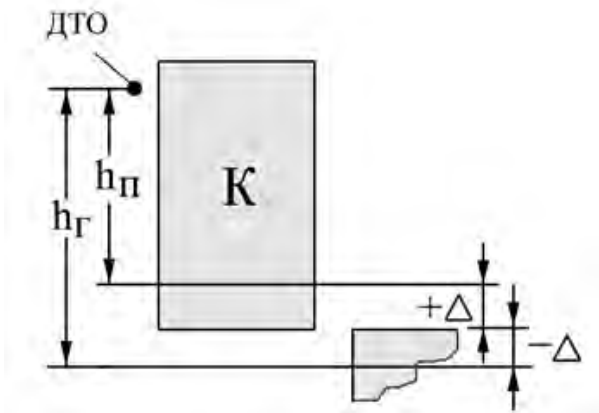


Рис. 2. Схема к расчету точности остановки кабины лифта

Так как необходимость в двух скоростях электродвигателей отпадает, за счет использования частотного преобразователя на лифтовые лебедки устанавливаются односкоростные асинхронные электродвигатели. Скорости для разных режимов работы лифта выставляются с помощью ручного ввода на панели специального устройства диагностирования и настройки (сервис тул) или с помощью специальных компьютерных программ для рядового компьютера.

Для нахождения малой остановочной скорости, привычного расчета, характерного для двухскоростного двигателя, недостаточно, так как электродвигатель - односкоростной, а регулирование - частотное. Для решения данной проблемы в работе представлен возможный способ определения параметров точной остановки для односкоростных двигателей с частотным регулированием.

Данный метод решения не требует построения графиков характеристик электродвигателя, а требует наличие базовых (основных) характеристик, указанных в паспорте лифта или же непосредственно на самой лебедке.

На рис. 3 показывается скорость и ее изменение при разных режимах движения: 1–2 режим разгона при времени t_p ; 2–3 режим установившейся большой скорости (V_{yb}) движения кабины при времени t_{yb} ; 3–4 режим генераторного торможения при времени t_{bM} ; 4–5 режим установившейся малой остановочной скорости при времени t_{yM} ; 5–6 период выбега (время между отключением двигателя и включением тормозов t_b); 6–7 режим торможения, характеризующийся временем t_T .

Малая остановочная скорость кабины в i -ом режиме для двухскоростных электродвигателей рассчитывается по формуле [1]:

$$v_{Mi} = \frac{\pi D}{60} \cdot \left[n_{0M} - (n_{0M} - n_{HM}) \frac{M_{Ci}^B}{M_{MH}} \right], \text{ м/с}, \quad (1)$$

где D – диаметр КВШ лебедки, м; n_{0M} – синхронная частота вращения ротора на малой скорости, об/мин; n_{MH} – номинальная частота вращения ротора на малой скорости, об/мин; M_{Ci}^B – приведенный к валу момент двигателя после отключения статорной обмотки малой скорости, Н·м; M_{MH} – момент ротора на малой скорости, Н·м.

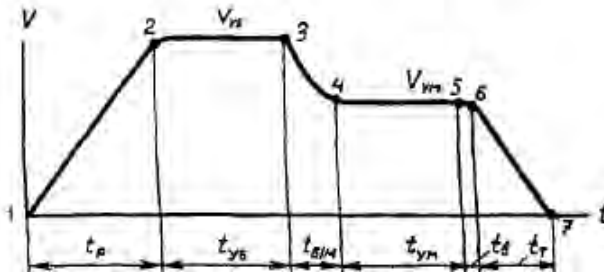


Рис. 3. Диаграмма изменения скорости кабины при разгоне и замедлении

Для нахождения синхронной частоты используем формулу [1]:

$$n_{0M} = \frac{60 \cdot v_{MP}}{3,14D \cdot 10^{-3}}, \text{ об/мин}, \quad (2)$$

где v_{MP} – статистически выведенный диапазон малых остановочных скоростей ($v_{MP} = 0,25 \dots 0,40$), м/с.

Далее, для нахождения момента ротора на малой скорости, воспользуемся зависимостью вращающего момента и частоты вращения асинхронных электродвигателей, изображенной на рис. 4, который достаточно точно описывает характеристики стандартных двигателей для лифтовых лебедок [4].

Момент ротора электродвигателя определим по формуле:

$$M_{MH} = \frac{M_H \lambda_M}{150}, \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (3)$$

где λ_M – процент вращающего момента, определяемый по проценту частоты вращения согласно графику; M_H – номинальный вращающий момент, Н·м.



Рис. 4. Зависимость вращающего момента от частоты вращения

Процент синхронной частоты вращения рассчитаем по формуле:

$$\lambda_n = \frac{95n_{0M}}{n_0}. \quad (4)$$

Оставшуюся неизвестную n_{MH} для формулы малой остановочной скорости в виде номинальной частоты вращения ротора на малой скорости рассчитаем по формуле [4]:

$$n_{MH} = n_{0M}(1 - s), \text{ об/мин,} \quad (5)$$

где s – скольжение, которое определено для каждого двигателя (1...3).

Таким образом, по известной методике можно найти малую остановочную скорость кабины в i -ом режиме по формуле (1), продолжить расчет и найти тормозные пути в каждом из режимов работы, а в последствии точность остановки, которая определяется половиной от разности тормозных путей при движении кабины (груженой и порожней) в одном направлении [5, 6].

Для уменьшения отклонения от уровня остановки, требуется прохождение итераций в пределах статистически выведенного диапазона, или же установить систему повторного выравнивания лифта. При этом следует учесть, что отклонения поменяются в соответствии с требованием ГОСТ 33984.1, поэтому допустимые значения будут находиться в пределах ± 10 мм [7].

Библиографический список

1. Архангельский Г.Г. Лифты [Текст] / Архангельский Г.Г. Д.П. Волков, Э.А. Горбунов и др.: под общ. ред. Д.П. Волкова. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов (АСВ), 2010. 576 с.
2. ГОСТ 33984.1-2016 (EN 81-20:2014). Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования людей или людей и грузов. Введ. 2018.11.01. – М.: Стандартиформ, 2019. 130 с.
3. ГОСТ Р 53780-2010 (ЕН 81-1:1998, ЕН 81-2:1998). Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Введ. 2010.10.14. – М.: Стандартиформ, 2010. 75 с.
4. Сайт ЭлектроТехИнфо [электронный ресурс]. – М.: ЭлектроТехИнфо, – Режим доступа: <https://eti.su/>, свободный.
5. Архангельский Г.Г. Основы расчёта и проектирования [Текст] / Архангельский Г.Г., Ионов А.А. – М.: МИСИ, 1985. 73 с.
6. Архангельский Г.Г. Эксплуатация и расчет лифтовых установок [Текст] / Архангельский Г.Г. – М.: МИСИ, 2008. 128 с.
7. Бродский М.Г. Безопасная эксплуатация лифтов [Текст] / Бродский М.Г., Вишневецкий И.М., Грейнман Ю.В. – М.: Недра, 2005. 124 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ЭКСКАВАТОРА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

*Шестаков М., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кабырин П.Д., доц., к.т.н.*

Из всех видов работ земляные работы наиболее трудоемки, особенно, если это касается горнодобывающей промышленности и дорожного строительства.

Использование экскаваторов при разработке прочных горных пород, а также смерзшихся мягких и рыхлых пород требует специальной подготовки их к выемке. Наиболее часто применяют следующие виды подготовительных работ: предотвращение промерзания; оттаивание; буровзрывные работы; рыхление породы механическим способом.

Наиболее распространен механический способ разрушения пород, с помощью которого выполняется до 85% всего объема горных работ [1]. Недостатком многих механических способов разработки твердых пород является необходимость использования двух машин. Такие обстоятельства усложняют технологический процесс разработки грунта, это приводит к простоям техники.

Машиной, которая способна осуществить весь процесс разработки твердых и прочных пород, является экскаватор циклического действия, оснащенный ковшом активного действия.

В процессе резания породы чаще всего используется клиновидный рабочий орган. При копании таким рабочим органом породы перед клином вначале происходит сжатие пласта грунта до определенного предела прочности, а увеличение напряжений приводит к разрушению породы.

Повышение эффективности работы по разрушению породы возможно путем создания отдельных локальных динамических усилий. Направленное динамическое усилие большой величины за небольшой промежуток времени способно произвести разрушение породы и вызвать разупрочнение основного массива.

При ударе происходит передача в массив большой величины энергии за относительно короткий промежуток времени, в результате чего происходят необратимые процессы, выражающиеся в потере сплошности и появлении значительного числа трещин.

Гидроударные устройства позволяют снизить затраты на разрушение и дробление породы в среднем на 30% [2].

Ковш активного действия (рис. 1) представляет собой сварную конструкцию с четырьмя гидроударными устройствами. Подвод рабочей жидкости к гидроударникам осуществляется по гидромагистралям высокого давления, которые расположены в рукояти и стенках корпуса (рис. 2).

Основными параметрами гидроударного устройства являются [3]: работа единичного удара и число ударов поршня-бойка в минуту, мощность привода и расход рабочей жидкости. При расчете делаем следующие до-

пушения: рабочий ход поршня-бойка происходит при постоянном давлении рабочей жидкости; противодействие на поршень-боек во время рабочего и холостого ходов неизменно; движение поршня-бойка – равноускоренное.

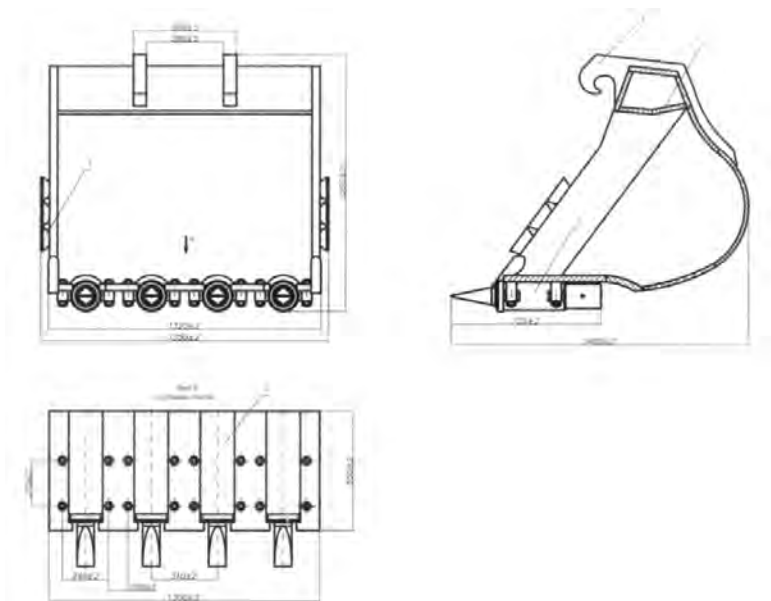


Рис. 1. Активный ковш с гидроударниками:

1 – сварная конструкция ковша; 2 – гидроударное устройство; 3 – зуб

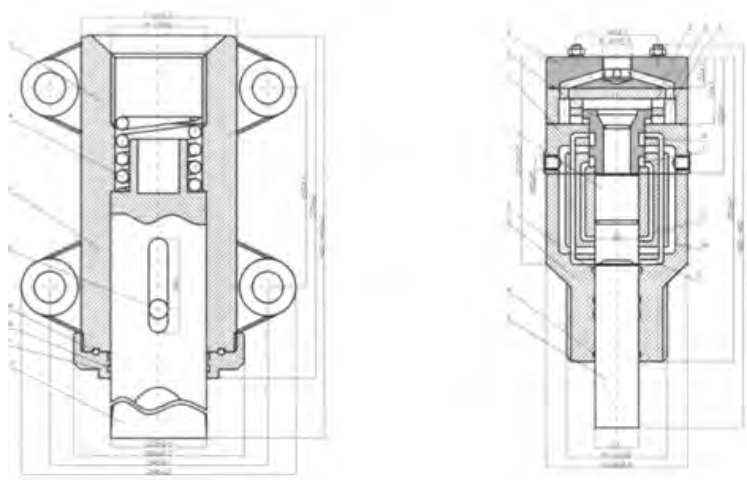


Рис. 2. Гидроударное устройство

При этом кинетическая энергия A_1 (Н·м), накопленная поршнем-бойком за рабочий ход, составит:

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s \cdot p_i, \quad (1)$$

где d – диаметр поршня-бойка, равный 0,05 м; s – ход поршня-бойка, равное 0,15 м; p_i – среднее индикаторное давление в цилиндре при рабочем ходе, Па.

Потери давления в пусковых и распределительных устройствах примерно составляют 20...30% от номинального. Тогда:

$$p_i = (0,7 \cdot p_0 - 0,05) \cdot 10^6, \quad (2)$$

где p_0 – номинальное давление, равное $30 \cdot 10^6$ Па.

Фактическая работа A_2 (Н·м), которую совершает рабочий наконечник, с учетом потерь будет меньше, т.е.:

$$A_2 = A_1 \cdot \eta_{уд}, \quad (3)$$

где $\eta_{уд}$ – КПД удара, зависящий от масс соударяющихся тел и их упругих свойств, равный 0,85...0,98.

Число ударов поршня-бойка $n_{уд}$ (мин⁻¹):

$$n_{уд} = \frac{60}{T}, \quad (4)$$

где T – продолжительность времени между двумя ударами.

$$T = t_p + t_{x-x}, \quad (5)$$

где t_p – время рабочего хода поршня-бойка; t_{x-x} – время холостого хода поршня-бойка.

$$t_p = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{m_1 \cdot s}{p_i \cdot d^2}}, \quad t_{x-x} = 1,2 t_p \quad (6)$$

где m_1 – масса поршня-бойка, $m_1 = 0,35$ кг.

Мощность, развиваемая одним гидроударным устройством N (кВт):

$$N = A_1 \cdot n_{уд} \cdot \eta_{уд} \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

Расход жидкости Q_i (л/мин), затрачиваемый на работу гидроударного устройства:

$$Q_i = k_n \frac{\pi d^2}{4} \cdot s \cdot n_{\text{ш}}, \quad (8)$$

где k_n – коэффициент потерь рабочей жидкости в гидромагистралях устройств, равный 1,2...1,35.

На основании выполненного расчета получены следующие характеристики гидроударного устройства:

Давление рабочей жидкости, МПа	21
Энергия единичного удара, Дж	6
Частота ударов, Гц	10,4
Мощность одного устройства, кВт	5,2
Расход рабочей жидкости одного устройства, л/мин	12

Вывод

Ковши активного действия позволяют выполнять одновременно рыхление и экскавацию грунта без привлечения дополнительных средств механизации, что существенно сказывается на увеличении производительности экскаватора. Однако, необходимо отметить, что, несмотря на относительно многолетний опыт исследований ковшей активного действия, до широкого внедрения их в практику дело не дошло.

Библиографический список

1. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
2. Габделхаев Р.Р., Габдуллин Т.Р. Автоматизация дорожно-строительной техники // Техника и технология транспорта. 2019. № 4 (15). С. 3.
3. Габдуллин Т.Р. Разработка лесопильного узла к одноковшовому экскаватору // Механизация строительства. 2015. № 8 (854). С. 6-8.
4. Густов Д.Ю., Зотов О.А. Экскаваторное рабочее оборудование псевдоферменного типа // В сборнике: Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 65-69.
5. Густов Д.Ю., Красочкин А.Г., Попов Г.А. Повышение производительности экскаватора посредством его автоматизации // Научное обозрение. 2015. № 20. С. 181-184.
6. Зотов О.А., Густов Д.Ю. Моделирование псевдоферменной конструкции рабочего оборудования одноковшового экскаватора // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 3 (126). С. 376-385.

7. Исаков В.С., Степанов М.А., Чухряев Н.П. Основы производственного сервиса строительных, дорожных и коммунальных машин. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003г. 153 с
8. Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 206 с.
9. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.
10. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Харламов Е.В. Энергетический расчет приводов подъемно-транспортных машин на эвм (табличный процессор EXCEL) // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2015. № 6. С. 183-186.
11. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. К вопросу об разрушении материалов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 5-8.
12. Шарапов Р.Р., Харламов Е.В., Агарков А.М. О подходе к определению энергии на разрушение твердых тел // В сборнике: Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 289-293.

МОНТАЖ ЛИФТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВРЕМЕННЫХ РАБОЧИХ ПЛАТФОРМ

*Якушев Д.О., студент 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Степанов М.А., доц., к.т.н.*

Рост городов это результат непрекращающегося повышения уровня урбанизации. Высокие темпы, а также особые технологические процессы высотного строительства, требуют более быстрые, в сравнении с классическими, методы монтажа вертикального транспорта.

Применение временных монтажных платформ позволяет использовать поточную схему работ при планировании календарного графика, т.к. на одной и той же шахте могут работать как строительные бригады, так и монтажные.

Специальный метод монтажа лифтов – GLM (без лесов)

Это метод является комбинацией специальных вариантов, которые применяются во время подготовки шахты и включают в себя установку Halfen-шин и монтажа, проводимого по методу GLM с использованием специальной передвижной монтажной платформы. Данный метод позволяет уменьшить срок выполнения текущих монтажных работ примерно в 5 раз по сравнению со стандартными методами монтажа, а также для некоторых объектов является единственным реальным вариантом выполнить монтаж скоростных лифтов или лифтов системы TWIN.

Например: для 40-этажного здания при использовании специального метода GLM (с подготовкой шахты и установкой Halfen-шин) позволит начать выполнение монтажа в шахте, построенной до 18-20 этажа.

На данном примере видно, что одним из преимуществ вышеуказанных специальных методов монтажа является отсутствие необходимости в окончательной достройке шахт для возможности проведения всех необходимых монтажных работ. Все это позволяет ускорять сроки выполнения этих работ и реально ускорять сроки ввода в эксплуатацию всех объектов.

Вне зависимости от схемы запасовки основным грузоподъемным механизмом во время безлесового монтажа лифтов является специальная лебедка Tirak. Конструкция передаточного механизма позволяет пропускать стальной трос без его наматывания и, таким образом, создавать неограниченную длину троса

Этот метод монтажа – наиболее современный и эффективный, он разрабатывался с учетом техники безопасности и рационального подхода. Здесь применяются такие компоненты лифтового оборудования, как рама ловителя, ловитель, ограничитель скорости, а также подъемные устройства, допустимые для перевозки людей. Перемещение монтажной площадки с действующим ловителем осуществляется по уже выверенным направляющим кабины.

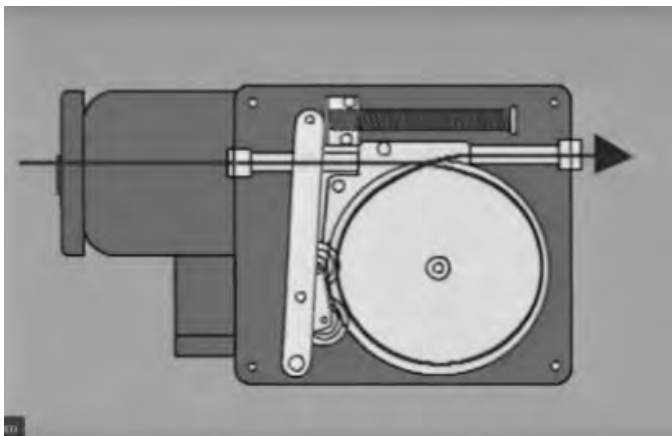


Рис. 1. Устройство лебедки Tirak с одним диском

Преимущества:

- Требуется только одно подъемное устройство для подтягивания материала и монтажной площадки.
- Высокий уровень безопасности благодаря монтажной площадке с действующим ловителем, перемещаемой по направляющим.
- Высокий уровень безопасности благодаря подъемному устройству для перевозки людей и безопасной подвеске.
- Направляющие натягиваются плетью, соединение стыков направляющих осуществляется в одном месте, таким образом, не нужно перевозить инструменты и менять место работы.
- Направляющие не получают повреждений из-за ударов или зацепления за леса.
- Шахта и отвесы, которые используются при проведении работ, могут просматриваться по всей высоте, что создает особые преимущества.
- Отсутствует необходимость передвигаться рабочим по самой шахте из-за того, что доступы к ней отсутствуют.
- Все необходимые для проведения монтажных работ инструменты и прочие принадлежности перемещаются по вертикали вместе с площадкой.
- Благодаря рабочей площадке, имеющей необходимую подвижность, можно добиться рациональной работы на оптимальной высоте.
- Оптимальная подсветка благодаря основному и запасному (аварийному) освещению, установленному на площадке.
- Расходы, которые можно четко просчитать.
- Начало монтажных работ возможно еще до окончания строительства всей шахты.
- Можно беспрепятственно контролировать уже смонтированные направляющие с помощью измерительного устройства.

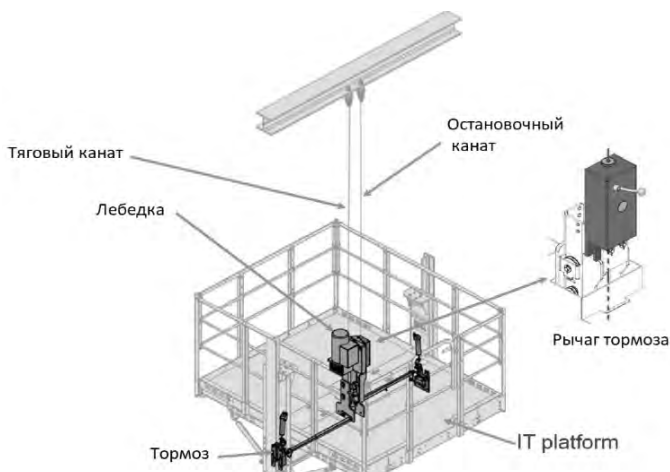


Рис. 2. GLM-монтаж KONE с использованием временной платформы с запаской 1:1

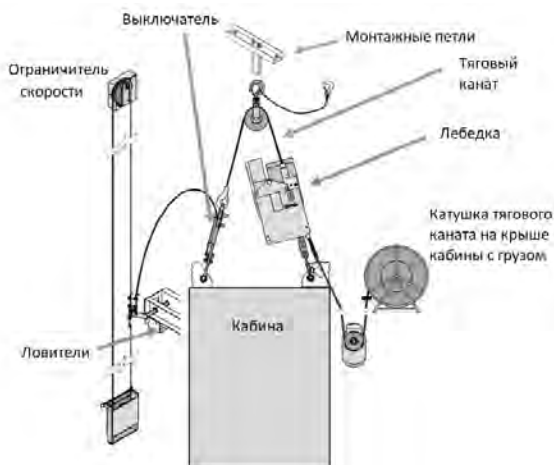


Рис. 3. GLM-монтаж KONE с использованием площадки (кабины) с запаской 2:1

Библиографический список

1. Васильев М.И., Бродский М.Г. Монтаж лифтов. М.: Стройиздат, 2005, 223 с.
2. Лифты. Архангельский Г.Г. Д.П. Волков, Э.А. Горбунов и др.: под общ. ред. Д.П. Волкова. АСВ. 2010, 576 с.
3. Архангельский Г.Г. Техника инструментальных испытаний строительных машин. М.:МИСИ, 2007. С. 73.

4. Лифт и способы монтажа лифта. Фишер Даниэль Номер патента: RU 2351529 С2 Патентное ведомство: Россия Год публикации: 2009
5. Способ и устройство для монтажа лифта. Петерссон Хок, Ван Дер Меден Герт, Тот Истван Номер патента: RU 2196096 С2 Патентное ведомство: Россия. Год публикации: 2003
6. Способ монтажа дверей шахты лифта. Авдеев В.Н, Смирной Д.А., Номер свидетельства: SU 1127834 А1 Патентное ведомство: СССР Год публикации: 1984.
7. Технический регламент ТС о безопасности лифтов. - Москва: Наука, 2011. - 147 с.
8. ГОСТ 22845-2018 Лифты. Лифты электрические. Монтаж и пусконаладочные работы. Правила организации и производства работ, контроль выполнения и требования к результатам работ
9. Агарков, А.М. Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / А.М. Агарков. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
10. Густов Ю.И., Кенарейкин В.Е. Обследование пассажирского лифта с использованием метода магнитной памяти металлов // Подъемно-транспортное дело. 2017. № 2-3 (89). С. 25-26.
11. Черкасов В.А., Кайтуков Б.А. Экспериментальные исследования высокочастотных колебаний кабины лифта // Механизация строительства. 2011. № 12 (810). С. 17-20.
12. Kaytukov V. Sustainable limitation of high-frequency oscillations of elevator cabin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2017. С. 012193.
13. Степанов М.А., Кайтуков Б.А. Обеспечение безопасности подъемников при эксплуатации // Техника и технология транспорта. 2019. № 5 (13). С. 43.
14. Мечиев А.В., Севрюгина Н.С., Степанов М.А. Общеметодологический подход к оценке риска обеспечения конструктивной безопасности лифтов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 4. С. 24-29.
15. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 5-8.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКСКАВАТОРА С РАЗРАБОТКОЙ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СТРЕЛЫ

*Якушева Е.М., студентка 5-го курса 43 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Шаранов Р.Р., проф., д.т.н.*

Экскаватор в настоящее время является неотъемлемой частью комплекта машин, используемых для комплекса строительных и земляных работ. Усовершенствование рабочего оборудования данной машины является важной для настоящего момента задачей машиностроения.

Во всех отраслях промышленности производители стремятся к повышению таких показателей, как производительность и унификация. С учётом имеющегося направления вектора развития машиностроения, большую часть экскаваторов проектируют с возможностью работы со сменным рабочим оборудованием. Производители преследуют цель расширения возможностей машины путем создания рабочего оборудования для строительных, монтажных, демонтажных и других работ.

Ранее [1] нами уже рассматривался вопрос усовершенствования металлоконструкции рабочего оборудования экскаватора через создание псевдоферменной конструкции. Такая модернизация существенно уменьшает массу оборудования, но никак не влияет на рабочую зону машины.

Коллектив Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет" во главе с С.В. Репиным в своем патенте рег. № RU 112220U1 опубликован 2012.01.10 Рабочее оборудование одноковшовых гидравлических экскаваторов предлагает свой вариант модернизации. «Рабочее оборудование гидравлического одноковшового экскаватора, включающее изогнутую моноблочную стрелу, шарнирно связанную с ней модернизированную рукоять, с поворотным ковшем, гидроцилиндры поворота стрелы, рукояти и ковша. Рабочее оборудование гидравлического одноковшового экскаватора отличается тем, что рукоять содержит неповоротную и поворотную имеющую возможность вращаться на 360° вокруг своей продольной оси части, выполненные в виде трубчатой конструкции квадратного сечения с люками для монтажа и осмотра конструкции, кроме того, неповоротная и поворотная части рукояти связаны между собой опорно-поворотным устройством (зубчатой парой с внутренним зацеплением), приводящимся в движение гидромотором. На поворотной части рукояти смонтирован гидроцилиндр ковша, подвод рабочей жидкости к которому осуществляется через коллектор» [2].

Предложенный вариант конструкции рабочего оборудования значительно усложняет конструкцию, что приводит к возникновению сложности в обслуживании. За счет новых узлов и соединений повышается износ. Необходимость установки нового оборудования (гидромотора-редуктора) значительно увеличивает стоимость. Такая модернизация способна увеличить рабочую зону копания экскаватора, но встает вопрос ее целесообразности из-за представленные выше недостатков.

С целью устранения выявленных недостатков, а также большего увеличения рабочей зоны копания экскаватора, нами предлагается изменить геометрические параметры конструкции стрелы экскаватора прибегнув к телескопированию головной части стрелы относительно корневой.

Такое усовершенствование позволит увеличить функциональные возможности машины, в частности для работы в ограниченных условиях, когда есть необходимость обеспечить не только возможность работы в определенной точке земляного сооружения, но и преимущественные углы воздействия и, как следствие, усилия (моменты).

Когда принималось решение о создании телескопической стрелы, мы обдумывали и перечень недостатков, возникающих при такой модернизации. Это, в первую очередь, увеличение массово-геометрических параметров стрелы.

Нами был проведен анализ уже существующих вариантов телескопирования различного оборудования. Данные, которые удалось получить, позволили сформировать базовый вариант конструкции. Именно он и был взят за основу выполняемой в настоящее время работы.

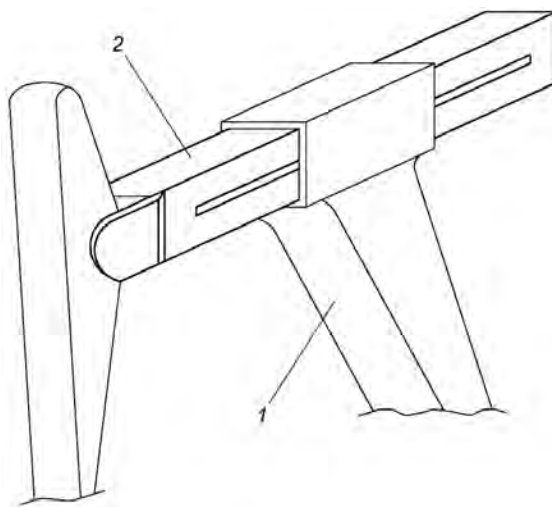


Рис. 1. Телескопическая стрела одноковшового гидравлического экскаватора:
1 – неподвижная (корневая) часть стрелы; 2 – подвижная (головная)

Конструкция телескопической стрелы одноковшового гидравлического экскаватора, которую мы предлагаем, представлена на рис. 1. Она имеет две составные части:

– неподвижную (корневую). Эту часть крепят к пяте поворотной платформы экскаватора, и в зоне крепления к платформе максимально совпадает с параметрами металлоконструкции существующей моноблочной стрелы классического исполнения;

– подвижную (головную). Эта часть соответствует участку моноблочной стрелы привычного исполнения, который идет от зоны кривизны стрелы до её крепления с рукоятью. Здесь подвижный участок стрелы максимально схож с параметрами существующей металлоконструкции.

Рекомендуется выполнить подвижную часть стрелы в виде балочной конструкции, представляющей собой прямоугольное коробчатое сечение и зафиксированной в окончании корневой части стрелы. Из изложенного ясно, что обеспечивается телескопическое соединение посредством размещения подвижного элемента внутри неподвижного. Нами был выбран такой способ соединения элементов из-за возможности обеспечения необходимой жёсткости конструкции при возникновении разнонаправленных усилий, появляющихся в металлоконструкции стрелы.

Принимаемая длина телескопической части стрелы - 4 м. Именно такая длина гарантирует заданную величину выдвигания стрелы и достижения поставленной цели - увеличение рабочей зоны копания экскаватора. Также формируется необходимая опорная база головной части рукояти внутри корневой в момент максимального выдвигания.

Для уменьшения трения в зоне телескопирования предлагается установить ролики и/или втулки. Этот вопрос на данном этапе работы находится на стадии проектной проработки.

Само телескопирование реализуется за счет гидравлического цилиндра, который размещён внутри подвижной секции стрелы. Крепление проушины штока гидроцилиндра производится при помощи проушины, расположенной внутри рукояти. Второе крепление цапфенного типа находится в головной части гильзы цилиндра. Оно, через прорези в боковых стенках головной секции стрелы, фиксируется на неподвижной части секции.

По выполнению данных исследований, нами было сделано заключение о возможности создания телескопической стрелы с возможностью сохранения подсоединительных размеров с целью унификации модернизированной конструкции.

Вектор дальнейшей работы будет направлен на более тщательное рассмотрение металлоконструкции и поиск решений на следующие вопросы:

- как минимизировать массу стрелы;
- как снизить напряжения, которые возникают в критических сечениях.

Библиографический список

1. Зотов О.А., Гоева Е.М. Модернизация металлоконструкции рабочего оборудования экскаватора // XXII Московская международная межвузовская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые машины и робототехнические комплексы»: материалы конференции. В 2 т. Т.1 – М.:МАДИ, 2018 – 286 с., с 143-144.

2. Репин С.В., Рулис К.В., Андреева Ю.В., «Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора». Патент № RU112220U1, опубликован 2012.01.10.

3. Шарапов Р.Р., Кайтуков Б.А., Степанов М.А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники // Механизация строительства. 2017. Т.78. № 7. С. 5-8.

4. Хмара Л.А., Дахно О.А. Тенденции развития рабочего оборудования гидравлических экскаваторов с изменяемыми геометрическими параметрами // В сборнике: Транспортные системы Сибири. развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства Международная научно-практическая конференция. Сибирский федеральный университет; ред. В. В. Минин. 2016. с. 343-356.

5. Густов Д. Ю., Зотов О.А. Экскаваторное рабочее оборудование псевдоферменного типа // Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 65-69.

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

7. Янсон Р.А., Саськов Р.В. Экскаваторы одноковшовые полноповоротные. Учебное пособие. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2014. 352 с.

8. Габдуллин Т.Р. Разработка лесопильного узла к одноковшовому экскаватору // Механизация строительства. 2015. № 8 (854). С. 6-8.

9. Густов Д.Ю., Зотов О.А. Экскаваторное рабочее оборудование псевдоферменного типа // В сборнике: Интерстроймех–2018 Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.Я. Галицкова. 2018. С. 65-69.

10. Зотов О.А., Густов Д.Ю. Моделирование псевдоферменной конструкции рабочего оборудования одноковшового экскаватора // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 3 (126). С. 376-385.

СЕКЦИЯ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ВОЗДУХЕ ОФИСНОГО ПОМЕЩЕНИЯ

*Молодкин Н.М., студент 4-го курса 14 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Рымаров А.Г., доц., к.т.н.*

Каждый из нас ежедневно соприкасается с сотнями различных механизмов и электронных устройств, каждый из которых являются творением рук человека. Нашу жизнь уже просто невозможно представить без компьютеров, автомобилей и мобильных телефонов. Технический прогресс, естественно, стоит на стороне интересов человечества, делая его существование более комфортным и простым. Однако быстро развивающиеся технологии приносят не только пользу человеку, они также влекут за собой большое количество проблем, так как крупные производства загрязняют окружающую среду, да и сами плоды технического прогресса зачастую могут нанести весомый удар по здоровью человека. Простой тому пример. Мобильный телефон стал неотъемлемым частью жизни человека, всего десятков лет, а безопасность его использования уже давно находится под вопросом, хотя на сегодняшний день "железные" данные и неопровержимые доказательства так и не представлены.

Мы же, со своей стороны, попытаемся разобраться в уже привычных в нашей жизни печатных устройствах. Так в чем же конкретном заключена опасность?



Рис. 1. Принтер

Начав анализировать проблемы, которые, теоретически могут негативно повлиять на здоровье человека. Остановимся на трёх основных:

- 1 – шум и тепловыделение при работе;
- 2 – бесконтрольное выделение озона в атмосферу;
- 3 – нерегулируемое выделение частиц тонера.

Далее подробнее рассмотрим каждый пункт.

1. Шум и тепловыделение при работе

Данный пункт, связан с технологией нанесения изображения (листы протягиваются специальными механизмами, а тонер закрепляется на бумаге при высокой температуре) [1–5]. Однако его можно назвать фиктивным, т.к. повседневный шум и так стал нормой жизни, а дополнительная его доза в сумме с чрезмерным теплом может привести лишь к незначительному раздражению. В общем, неприятно, но не более того.

Взяв паспортные данные принтера, и приняв разные расходы воздуха (20, 40, 60, 80 м³/ч) в помещении, при разных видах работ. Мы провели расчет и получили график зависимости температуры уходящего воздуха от различных расходов воздуха.

$$c = \frac{M_{\text{вп}}}{L_y} + c_{\text{п}} - \left(\frac{M_{\text{вп}}}{L_y} + c_{\text{п}} - c_0 \right) \cdot \exp\left(-\tau \cdot \frac{L_y}{V_{\text{пом}}}\right) \quad (1)$$

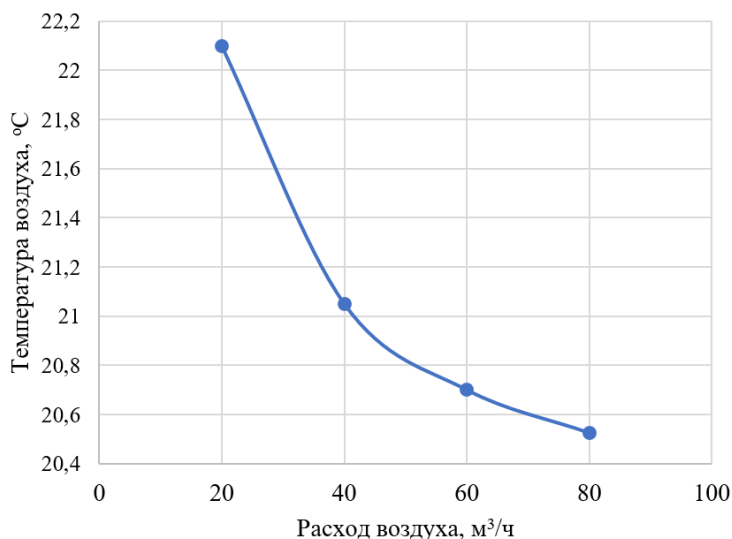


Рис. 2. График температуры воздуха при различных температурах

Из получившихся данных мы можем сделать вывод, что при увеличении расхода воздуха температура воздуха в помещении становится более комфортной для пребывания человека.

2. Неконтролируемое выделение озона в атмосфере

Озон представляет собой версию кислорода, когда молекула из двухатомной становится трехатомной. Химическая формула – O³. В атмосфере данный газ возникает вследствие большого количества химических реак-

ций и физических явлений. При определенных концентрациях озон раздражает органы дыхания и приводит к повреждению тканей. В России он отнесен к самому высокому классу опасности.

В области печатной техники выделение озона вызвано использованием высокого напряжения в процессе нанесения тонера. Каждый из нас без особого труда вспомнит появление специфичного запаха, которым сопровождается работа любого принтера. Однако не стоит чересчур переживать. Дело в том, что домашние лазерные принтеры и мелкие копиры уже давно используют резиновые коротроны-валики, для которых применимо низкое напряжение, поэтому выбросы озона минимальны, можно сказать, они находятся в пределах с его естественным уровнем в атмосфере. Проблемной остается лишь высокопроизводительная техника. Но и для нее нашли простое и продуктивное решение в виде озоновых фильтров. Фильтр состоит из специальных частиц, преобразующих чрезмерный озон в кислород и углекислый газ.

3. Неконтролируемое выделение частиц тонера

Как известно, любой аппарат, использующий ксерографическую технологию, не важно является он лазерным или светодиодным, использует для печати порошок из мельчайших частиц, называемый тонером. Чем меньше каждая частица, тем лучше качество печати, поэтому все производители на данный момент стараются всеми средствами уменьшать размеры составляющих порошка. Дойдя до показателей 3...4 микрон, мы наткнулись с весьма любопытной ситуацией, когда частицы настолько малы, что легко просачиваются даже через технологические зазоры картриджа, причем они не могут быть эффективно отфильтрованы обычными бытовыми решениями, а человеческий организм сопротивляется им весьма слабо. При вдыхании мельчайшие частицы не опознаются как сторонний элемент и не откашливаются, как это происходит с пылью, например.

Узнав ПДК тонера в воздухе ($0,1 \text{ мг/м}^3$), объем помещения в котором находится принтер (100 м^3), и приняв разные расходы воздуха (20, 40, 60, $80 \text{ м}^3/\text{ч}$). Мы принимаем, что принтер работает непрерывно в течение рабочего дня (8 ч).

$$G = \frac{Q^{\text{я}}}{c(t_{\text{г}} - t_{\text{н}})\tau} \quad (2)$$

По получившимся значениям, мы можем сделать вывод, что не при одном расходе воздуха концентрация частиц тонера не входит в пределы ПДК. Что очень плохо влияет на здоровье человека!

Рассмотрим способы организации вентиляции в помещениях.

Систему вентиляции в помещении предусматриваем общеобменную с механическим притоком и вытяжкой, без использования рециркуляции.

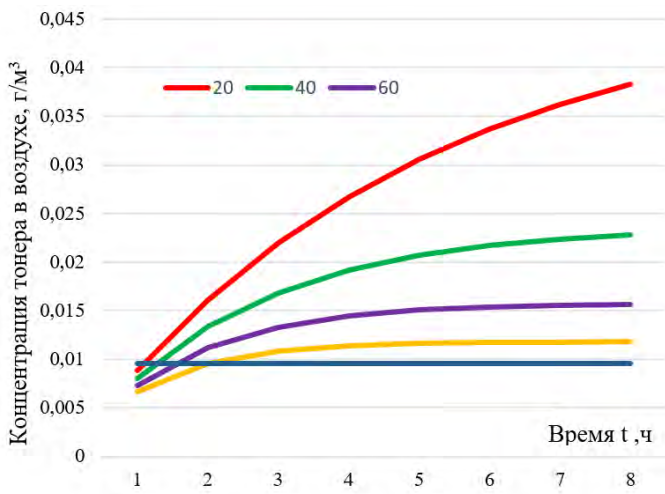


Рис. 3. График зависимости расхода воздуха от концентрации тонера в воздухе

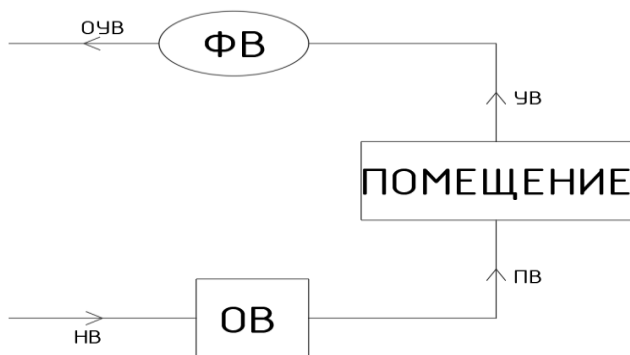


Рис. 4. Схема приточно-вытяжной вентиляции:

НВ – наружный воздух; ОВ – обработка воздуха; ПВ – приточный воздух; УВ – удаляемый воздух; ФВ – фильтрация уходящего воздуха; ОУВ – обработанный удаляемый воздух

В другом случае, можно предусмотреть размещение принтера в отдельный шкаф с местным отсосом. В этом случае в помещение можно предусматривать систему с рециркуляцией воздуха.

Также для локализации вредных выделений возможно устраивать системы с местной вытяжной вентиляцией (местные отсосы) – см. рис. 6.

Естественно возникает вопрос – Каким образом защититься от негативного воздействия лазерной техники?

Как вы уже успели понять, обычному офисному работнику вряд ли стоит паниковать. Для снижения вредного воздействия офисной техники на человека необходимо выполнять несколько рекомендаций:

1 – по возможности, предусмотреть в офисе специальное помещение для печатной техники. Если такой возможности нет, то устанавливайте всю печатную технику максимально далеко от себя, как бы это и не казалось неудобным;

2 – чаще проветривайте помещение.

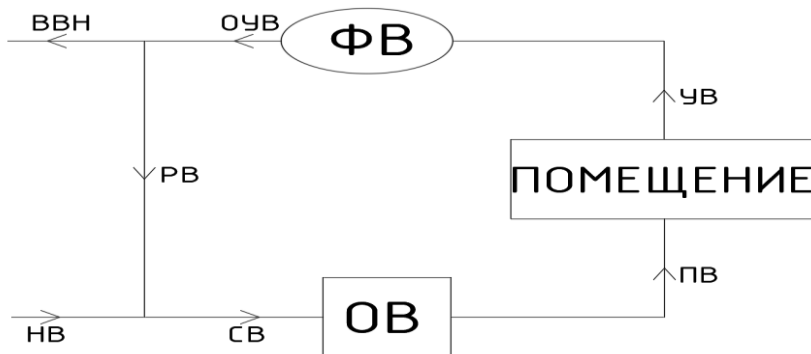


Рис. 5. Схема приточно-вытяжной вентиляции.

НВ – наружный воздух; ОВ – обработка воздуха; ПВ – приточный воздух; УВ – удаляемый воздух; ФВ – фильтрация уходящего воздуха; ОУВ – обработанный удаляемый воздух; СВ – смешанный воздух; ВВН – выходящий воздух наружу; РВ – рециркуляция воздуха



Рис. 6. Шкаф вытяжной

Библиографический список

1. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (Переиздание с Поправкой)
2. Тертичник Е.И. Вентиляция: Учебник. – М.: Изд-во АСВ. 2015. – 608 с.
3. Мальгин Ю.В. Об энергосбережении при комфортном воздухораспределении на примере офисного помещения // Сантехника, отопление, кондиционирование 2019. № 3(207). С. 64-69.
4. Абрамкина Д.В., Абрамян А.А., Шевченко-Эннс Э.Р. Экспериментальное определение коэффициентов конвективной теплоотдачи в системе вентиляции с тепловым побуждением // Вестник Дагестанского Государственного Технического Университета. 2018. № 4. С. 133-141.
5. Саргсян С.В. Исследование способов организации воздухообмена и систем воздухораспределения на физических моделях в лабораторных условиях // Научное обозрение. 2015. № 16. С. 68-71.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОРИСТОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОХЛАЖДАЕМОГО ПОТОЛКА

*Куликов Н.С., студент 3-го курса 14 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Титков Д.Г., доц., к.т.н.*

Одним из наиболее комфортных способов создания микроклимата в помещении, в частности охлаждения в помещении, является охлаждения потолка. Охлажденный воздух естественным путем спускается равномерным потоком в рабочую зону, не нарушая оптимальных параметров подвижности воздуха в помещении, а теплый воздух поднимается вверх, охлаждается и процесс повторяется. Для охлаждения поверхности потолка применяются системы панельно-лучистого охлаждения [1, 5].

Системы панельно-лучистого охлаждения представляют собой сеть полимерных труб, соединенных коллектором и зашитых в потолок, по которым проходит холодоноситель, который вступает в теплообмен с облицовкой потолка и тем самым охлаждает поверхность [2, 6]. Также ряд преимуществ, таких как высокая гигиеничность, отсутствие сквозняков и шума при работе, равномерное распределение охлаждающего потока в помещении отличают данный метод поддержания микроклимата от других.

Рассмотрим плоскую поверхность потолка определенной толщины δ с постоянным коэффициентом λ , которая неограниченна по длине и относительно тонкая по ширине. На поверхности пластины температура поддерживается постоянной t_1 , а в ее теле температура представляет собой функцию зависящую от координаты x . Температурным градиентом можно пренебречь, следовательно, температурное поле двухмерно [3,7].

Дифференциальное уравнение теплопроводности такой пластины имеет следующий вид:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

Граничные условия:

$$t = \begin{cases} t_1 & \text{при } x = 0, \delta; \\ t_1 & \text{при } y \rightarrow \infty; \end{cases} \quad (2)$$

$$f(x) - t_1 = F(x) \text{ при } y = 0.$$

Перейдя конкретно к охлаждаемому потолку рассмотрим пористую пластину, т.к. материалы именно такой структур находят широкое применение. На практике охлаждение таких структур достигается нагнетанием жидкости или газа через поры твердого тела. При решении задач предполагается, что вся теплопередача в теле пластины осуществляется за счет теплопроводности через твердую фазу и что температуры твердого тела и жидкости почти не отличаются в любой точке пористой структуры [4].

Обозначим плоскую пластину с постоянным коэффициентом теплопроводности λ_c . Определена толщина пластины δ и температурное поле внутри пластины можно считать одномерным, что справедливо и для температуры охлаждающей жидкости, т.е. $t = t(x)$ при распределении температуры теле пластины и $t_{ж} = t_{ж}(x)$ при распределении температуры в жидкости. Известны температуры на поверхности наружной стенки t_{c2} и температура охлаждающей жидкости $t_{ж0}$. Задан удельный массовый расход охлаждающей жидкости G , кг/(м²·с), теплоемкость $c_{пж}$ и теплопроводность $\lambda_{ж}$. Пористость пластины p – это отношение объема пор ко всему объему материала [1]. Для равномерной пористости можно считать, что на единице поверхности, нормальной к направлению потока жидкости, сечение для прохода жидкости $f_{ж} = p$, а сечение твердого скелета, участвующего в теплопроводности, равно $f_c = 1 - f_{ж} = 1 - p$.

Теплопередачу через пористое тело можно представить как теплопроводность самой пластины и теплообмен между твердым телом и жидкостью, протекающей в порах пластины. Уравнение Фурье, определяющее плотность теплового потока за счет теплопроводности самой пластины в сечениях x и $x+dx$:

$$q_x = -\lambda_c \frac{dt}{dx} (1 - p) \quad (3)$$

и

$$q_{x+dx} = -\lambda_c \frac{d}{dx} \left(t + \frac{dt}{dx} dx \right) (1 - p). \quad (4)$$

В условиях стационарного режима изменение теплового потока на участке dx произойдет вследствие теплообмена между твердым телом и протекающей через поры жидкостью, т.е.

$$dq = q_x - q_{x+dx} = G c_{пж} dt \quad (5)$$

Тогда дифференциальное уравнение для пластины запишется:

$$\frac{d^2 t}{dx^2} - \frac{G c_{пж}}{\lambda_c (1-p)} \frac{dt}{dx} = 0 \quad (6)$$

Обозначим:

$$\xi_c = \frac{G c_{пж}}{\lambda_c (1-p)} \quad (7)$$

и уравнение (7) принимает следующий вид:

$$\frac{d^2 t}{dx^2} - \xi_c \frac{dt}{dx} = 0. \quad (8)$$

Аналогичным образом получаем дифференциальное уравнение для охлаждающей жидкости:

$$\frac{d^2 t}{dx^2} - \xi_{\text{ж}} \frac{dt}{dx} = 0, \quad (9)$$

где

$$\xi_{\text{ж}} = \frac{G c_{p\text{ж}}}{\lambda_{\text{ж}}}.$$

Общее решение уравнения (8) имеет вид:

$$t = C_1 e^{\xi_{\text{ж}} x} + C_2 \quad (10)$$

А общее решение уравнения (9) имеет вид:

$$t_{\text{ж}} = C_3 e^{\xi_{\text{ж}} x} + C_4. \quad (11)$$

Решением данной математической модели является точное распределение температуры на поверхности охлаждаемого потолка и процессов теплопроводности в толще конструкции, что является основанием для уточнения методики расчета инженерных систем охлаждения потолков.

Библиографический список

1. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача: учебник – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Энергия; 1975. – 478 с.
2. Махов Л.М. Отопление. Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 400 с.
3. Кувшинов Ю.Я. Энергосбережение в системе обеспечения микроклимата зданий. Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 321 с.
4. Кувшинов Ю.Я., Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 201 с.
5. Михайленко А. Тёплый пол giasomini - решение в комплекте! Журнал Сантехника, отопление, кондиционирование. Издательский дом «Медиа Технолоджи». М. - № 4 (208), с. 24-25.
6. Максимова М.А., Жгун Ю.В. Применение систем лучистого отопления в центральном регионе России. Национальный исследовательский университет МЭИ. Тезисы доклада на конференции. М. – 2017., с. 344.
7. Денисихина Д.М., Численное исследование нового способа кондиционирования помещения. Современные проблемы науки и образования. СПб. - №3, 2014. С. 15.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАЛЬНОБОЙНОСТИ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА НА ГРАНИЦЕ ТВЕРДОЙ И ПОРИСТОЙ СРЕД

Гулканов А.Г., студент 3-го курса 16 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Кравчук В.Ю., преп.

Целью статьи является определение дальнобойности теплового возмущения, возникающего на границе твердой и пористой сред. Под дальнобойностью понимается расстояние, на котором избыточная температура на оси стены уменьшается до 5% от своего начального значения (при $x=0$).

Применение воздухопроницаемых вставок в ограждающих конструкциях связано с температурным и влажностным режимами стен. Изучение некоторых вопросов в этой области продолжается до сих пор, что обуславливает неразвитость рассматриваемой технологии. Тем не менее вопросу «дышащих» стен посвящено немало научных трудов, как отечественных, так и зарубежных, опубликованных по всему миру. При введении в ограждающие конструкции теплотехнических неоднородностей возникают краевые эффекты, нарушающие их тепловой и влажностный режим, что ухудшает теплотехнические характеристики материалов, входящих в состав конструкции и снижает долговечность стен. Определение области распространения краевого эффекта позволит принимать меры, компенсирующие его негативное влияние.

В общем случае температурные поля вставки и ограждения сложны, поэтому рационально начать исследование с более простой модели. В общем случае эта задача трехмерная, однако в настоящей работе, для простоты, рассматривается её двумерный аналог. Толщина стены принимается равной $\varnothing y$, а ширина (вдоль оси, перпендикулярной плоскости чертежа) 1 м. (рис 1). Для получения достоверных результатов влияние наружного и внутреннего воздуха на температурные поля учитывается тепловыми потоками, введенными в соответствующие уравнения.



Рис. 1. Расчётная схема для составления математической модели

Рассматриваемая конструкция состоит из двух частей: непроницаемой (твердой) части стены ($x > 0$) и пористой части ($x < 0$). Точку, в которой среды граничат между собой будем называть "областью сшивки" ($x = 0$). Пористая часть в свою очередь состоит из структуры (твердого скелета пористой среды) и флюида (жидкости, движущейся в порах).

В наиболее общем случае уравнения, описывающие температурные поля флюида, пористого скелета и стены, имеют вид

$$\begin{cases} \gamma \frac{\partial \rho H_f}{\partial \tau} = -\gamma \mathcal{N} \ w \rho H_f + Q_{fs}, \\ \gamma_s \frac{\partial \rho_s C_s T_s}{\partial \tau} = \gamma_s \nabla \lambda_s \nabla T_s + Q_{sf}, \\ \frac{\partial T}{\partial \tau} = a \Delta T. \end{cases} \quad (1)$$

λ_s – коэффициент теплопроводности структуры (пористого скелета), Вт/(м·К); γ – пористость среды; C_f – удельная теплоемкость жидкости, Дж/(кг·К); ρ_f – плотность жидкости, кг/м³; w – скорость жидкости в поперечном сечении (без учета пористости), м/с.

H_f – энтальпия жидкости, Дж/кг; ρ_s – плотность структуры, кг/м³; C_s – удельная теплоемкость структуры, Дж/(кг·К); γ_s – доля, занимаемая структурой в общем объеме пористой среды:

$$\gamma_s = 1 - \gamma \quad (2)$$

Q_{fs} – тепловой поток от жидкости к структуре, Вт

$$Q_{fs} = -Q_{sf} = \alpha A_{fs} (T_s - T_f) \quad (3)$$

α – коэффициент теплоотдачи от структуры к жидкости, Вт/(м²·К); A_{fs} – поверхностная плотность теплообмена, м⁻¹; T_s, T_f – температуры структуры и жидкости соответственно, К:

$$A_{fs} = \frac{A}{V} \quad (4)$$

A – площадь контакта жидкости и структуры, м²; V – общий объем пористой среды (с порами), м³.

Для условно одномерной задачи с добавлением тепловых стоков система может быть преобразована к следующему виду

$$\begin{cases} \lambda_s T_s'' + T_s m - \alpha_n - \alpha_e + m T_f + \alpha_n T_n + \alpha_e \tilde{T}_e = 0, \\ T_f' + T_f(1+n) - T_s n - T_n = 0, \\ -\lambda T'' - T \alpha_n + \alpha_e + \alpha_n T_n + \alpha_e T_e = 0, \end{cases} \quad (5)$$

$$m = \frac{\alpha A_{fs}}{\gamma_s}, \quad n = \frac{\alpha A_{fs}}{\gamma \rho c w}. \quad (6)$$

Для нахождения аналитического решения необходимо введение граничных условий. Вводятся 5 граничных условий в силу наличия пяти констант интегрирования, возникающих при решении этой системы.

$$\begin{cases} T_s 0 = T 0, \\ T' 10 = 0, \\ T 10 = \frac{T_e + T_n}{2}, \\ -\lambda T' 0 = \alpha T 0 - T_f 0, \\ T' -10 = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Далее рассматривается только твердая часть стены. Считается, что пористая вставка создаёт фиксированную температуру на поверхности раздела ($x=0$), которая влияет на формирование температурного поля непроницаемой части стены. В нашем случае в силу условной одномерности задачи частная производная может быть заменена полной

$$-\lambda T'' = \alpha_e (T_e - T) - \alpha_n (T - T_n) \quad (8)$$

Для упрощения математической формулировки задачи вводим понятия средней температуры окружающей среды, среднего коэффициента теплоотдачи и избыточной температуры стены

$$\begin{aligned} \bar{T}_{окр} &= \frac{\alpha_e T_e - \alpha_n T_n}{\alpha_e + \alpha_n} \\ \bar{\alpha} &= \frac{\alpha_e + \alpha_n}{2} \\ \vartheta &= T - \bar{T}_{окр} \end{aligned} \quad (9)$$

После подстановки в (8) уравнение становится однородным, что упрощает поиск решения

$$\vartheta'' - a \cdot \vartheta = 0 \quad (10)$$

$$a = \frac{\bar{\alpha}}{\lambda} \quad (11)$$

С граничными условиями $\vartheta|_{x=10} = 0$ (считая, что на расстоянии 10 м от области сшивки краевой эффект незначителен) и $\vartheta|_{x=0} = -1$ (а также $\vartheta|_{x=0} = -5$, $\vartheta|_{x=0} = -10$, $\vartheta|_{x=0} = -20$ для дополнительно рассчитанных случаев) получаем графики зависимости дальности краевого эффекта ($x_{кр}$) от избыточной температуры в нуле.

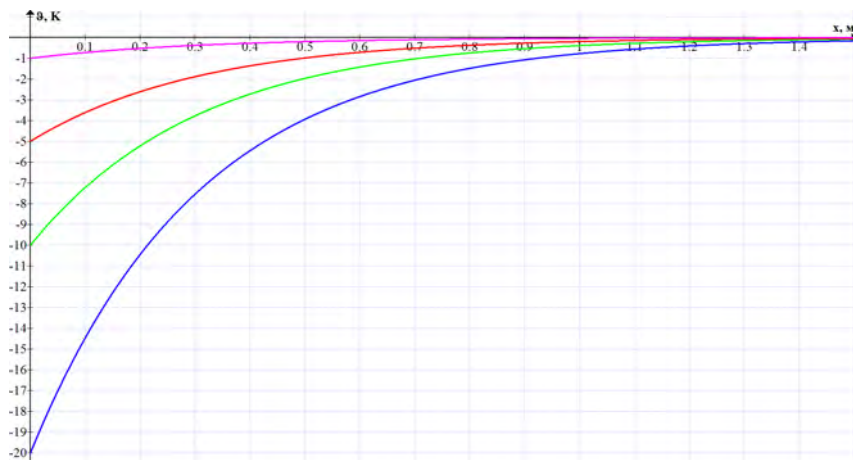


Рис. 2. Зависимость $x_{кр}$ от избыточной температуры.

При $\alpha_e = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$, $\alpha_n = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$, $\lambda = 1,5 \frac{Вт}{м \cdot К}$, $T_n = 253 К$, $T_e = 293 К$ получаем значение $a = 10,57$ и $x_{кр} = 0,951 м$.

Расчёты температурного поля при различных значениях $\vartheta|_{x=0}$ показывают, что дальность не зависит от избыточной температуры в области сшивки, а определяется только теплотехническими качествами материала конструкции и условиями теплообмена на поверхности.

Библиографический список

1. V.Yu. Kravchuk, A.G.Rymarov. The reversible ventilation for administrative buildings // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 177 (2018). doi:10.1088/1755-1315/177/1/012030.
2. V.Yu. Kravchuk, An Approximate Analytical Solution to the Problem of Heat Exchange in Porous Material // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 753 (2020). doi:10.1088/1757-899X/753/5/052023.

3. Diao N, Li Q, & Fang Z 2004 Heat transfer in ground heat exchangers with groundwater advection International Journal of Thermal Sciences 43(12) 1203–1211. doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2004.04.009.
4. Mohamad A. A. 2003 Heat transfer enhancements in heat exchangers fitted with porous media Part I: constant wall temperature International Journal of Thermal Sciences 42(4) 385–395 doi:10.1016/s1290-0729(02)00039-x.
5. Sheidegger A. E. 1957 The physics of flow through porous media (Toronto: University of Toronto press) 255 p.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА КОНВЕКТИВНОГО ТИПА ДЛЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ МАССОВОЙ ЗАСТРОЙКИ

Клаусс Е.Д., студент 3-го курса 11 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Лушин К.И., директор института ИИЭСМ

Самым массовым типом отопительных приборов, применяемым в системах водяного отопления многоэтажных зданий в России в настоящее время, является прибор конвективного типа [1; 2]. Чаще всего этот тип прибора представлен конвекторами с кожухом, однако, в новом строительстве, все большее применение находят стальные панельные радиаторы с развитой наружной поверхностью (оробрением). Перечисленные типы оборудования изготавливаются множеством предприятий в нашей стране и за рубежом в самом широком типоразмерном ряде, цветовой гамме и ценовом диапазоне. Настоящим рекордсменом по доступности для потребителя принято считать стальной конвектор с кожухом типа «Универсал» [3]. Это устройство представляет собою пару стальных труб с закрепленными и удерживаемыми на их наружной поверхности силой трения тонкостенными стальными пластинами. В общем итоге, вся это конструкция образует собою водо-воздушный стальной теплообменник. Такое устройство совершенно обыденно воспринимается в большинстве интерьеров зданий различного назначения (рис. 1). Для интенсификации теплообмена на наружной поверхности и придания устройству более элегантного внешнего вида, теплообменник накрыт прямоугольным кожухом из тонкой листовой стали. Кожух выполнен так, чтобы быть полностью открытым в нижней и верхней части для доступа восходящего конвективного потока к теплообменнику снизу и выпуска нагретого потока вверх в объем обслуживаемого помещения.



Рис. 1. Конвектор с кожухом в рабочем положении

Однако, наряду с низкой стоимостью другой характерной особенностью конвектора типа «Универсал» является его ограниченная теплотехническая эффективность. Прежде всего, большую роль для такого прибора играет то, что из теплового потока от его наружной поверхности в сторону помещения полностью исключена лучистая составляющая. Фактически, при сопоставимой металлоемкости с аналогичными по тепловой мощности панельными радиаторами 21 или 22 типа [4], «Универсал» проигрывает им до 30% в тепловой мощности именно из-за отсутствия излучения со своей поверхности.

Другой существенной трудностью для повышения эффективности конвектора с кожухом является низкий коэффициент конвективного теплообмена между внешней поверхностью теплообменника и воздухом, который его омывает [5, 6]. Во многом это обусловлено низким качеством воздуха, как теплоносителя – его малой теплоемкостью. А дополнительное ограничение вносит малая скорость и ламинарный характер движения воздуха при обтекании пластин оребрения и самой трубы, по которой циркулирует горячий теплоноситель (рис. 2 и рис. 3).

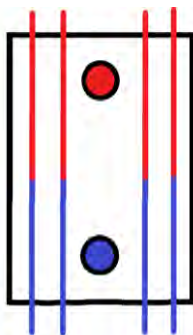


Рис. 2. Характерная картина обтекания воздухом вертикальной пластины при свободной конвекции



Рис. 3. Характерная картина обтекания воздухом горизонтальной трубы при свободной конвекции

Еще одним существенным ограничением для повышения эффективности конвекторов с кожухом является ограниченная интенсивность передачи теплоты теплопроводностью от поверхности трубы пластинам ребрения. В значительной степени, это обусловлено неплотным контактом пластин, которые удерживаются на поверхности трубы лишь силой трения. Никакая приварка или другие способы жесткой фиксации для обеспечения плотного контакта двух поверхностей производителями не предусматриваются (рис. 4).



Рис. 4. Место контакта пластины ребрения

Очевидно, что производитель делает так и из экономических соображений и из технологических особенностей производства. Частично эта проблема уже преодолена рядом российских производителей, которые для фиксации пластин в технологической цепочке производства теплообменника используют процедуру дорнования (рис. 5).



Рис. 5. Место контакта пластины ребрения при современных технологиях производства на примере конвектора Изотерм

Однако, пока невозможно во всей полноте оценить величину того, эффекта, который достигается этой операцией с точки зрения повышения теплотехнических характеристик конвектора. Кроме того, такая технология будучи давно известной металлургам и машиностроителям используется вовсе не для стальных, а для медно-алюминиевых теплообменников, которые применяются в конвекторах совсем другого типа (рис. 6).



Рис. 6. Конвектор, встраиваемый в пол

Как раз на примере конвекторов, встраиваемых в пол можно рассмотреть следующий способ преодоления недостаточной эффективности теплообмена на наружной поверхности водо-воздушного теплообменника. А следует учесть, что особенности протекания этого физического явления оказывают самое прямое и непосредственное влияние на качество внутреннего микроклимата помещения [7]. Многие производители уже имеют в своих линейках продукции медные или медно-алюминиевые встраиваемые в пол конвекторы с активированным движением воздуха вдоль оребрения. Достигается это дополнением конструкции конвектора низконапорным и малошумным вентиляторов. Чаще всего диаметрального типа. Использование вентилятора позволяет не только интенсифицировать движение воздуха вдоль поверхности теплообмена, но и обеспечить преодоление им больше протяженности этой поверхности при большем же аэродинамическом сопротивлении. Многие производители используют это применяя а отопительных приборов с активированным теплообменом теплообменники с большей плотностью оребрения.

Одним из новых путей повышения эффективности передачи теплоты с поверхности конвективного отопительного прибора может стать отход от использования в конструкции отопительного прибора труб круглого сечения. По предварительной оценке, изменение формы обтекаемой потоком

воздуха в режиме естественной конвекции фигуры может привести к увеличению интенсивности теплообмена до 3-4% по сравнению с обычной круглой трубой аналогичного сечения.

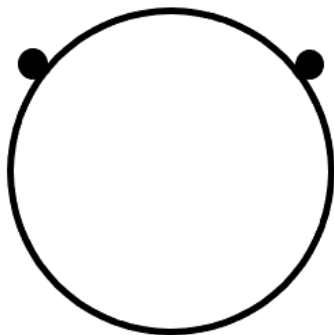


Рис. 7. Пример трубы круглого сечения с наваренным оребрением из проволоки

Предложенный подход может послужить для дальнейшего совершенствования уже хорошо зарекомендовавшей себя доступной и надежной модели конвективного отопительного прибора, а достигаемый от внедрения предложения эффект [8] должен быть более точно оценен и подтвержден на цифровой или математической модели [9] и экспериментально.

Библиографический список

1. The study of compact convective stream formed by use of recessed floor convection heaters with natural air circulation. Pukhkal V., Taurit V. // *Advances in intelligent systems and computing*. №692 2018 pp.379-390 DOI: 10.1007/978-3-319-70987-1_40.
2. Отопительный прибор: доверяй проверяя. В.И. Сасин // *Аква-Терм*" №6/2016 Режим доступа: https://aqua-therm.ru/articles/articles_434.html от 31.01.2020.
3. Регулирование теплового потока конвекторов воздушным клапаном. Пухкал В.А. // *Вестник гражданских инженеров*. № 5 (52), 2015, с.191-195.
4. Результаты моделирования микроклимата жилых помещений при различных типах отопительных приборов. Дацюк Т.А., Ивлев Ю.П., Пухкал В.А. // *Инженерно-строительный журнал*. №6 (41), 2013, с. 12-21.
5. Диапазон регулирования теплоотдачи отопительных приборов при количественном автоматическом регулировании. Усиков С.М. // *Интернет-журнал Науковедение*. №3, 2017, с. 34.
6. Исследование интенсивности теплоотдачи отопительного прибора в зависимости от способа установки. Никитин М.Н. // *Градостроительство и архитектура*. №1 (34), 2019, с. 33-37.

7. Комфорт пребывания человека в помещении в переходный отопительный период для централизованной системы теплоснабжения. Клочко А.К., Арутюнян Г.Р. // Научное обозрение. №9, 2013, с. 220-223.
8. Определение усредненных стоимостных показателей системы отопления. Фролова А.А., Савина А.В., Астанина О.В., Барбаров А.Н. // Успехи современной науки и образования. Том 5, №12, 2016, с. 62-64.
9. Воздушно-тепловой режим помещения. Рымаров А.Г., Маркевич А.С. // Сантехника, отопление, кондиционирование. №9 (117), 2011, с.82-85.

ВЛИЯНИЕ УЧЁТА ВНУТРЕННИХ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В НАГРУЗКЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ КЛАССА ШКОЛЫ

*Шахмалиев Р.Т., студент 4-го курса 13 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Малявина Е.Г., проф., к.т.н.*

В СП 60.13330.2016 [1] в п. 6.2.2. сказано, что системы отопления должны обеспечивать нормируемую температуру воздуха в помещениях, учитывая тепловой поток, регулярно поступающий от электрических приборов, освещения, технологического оборудования, трубопроводов, людей и других источников тепла. При этом ничего не говорится о продолжительности этих тепlopоступлений. В классах школы, с ежедневным присутствием большого числа школьников в классе, тепlopоступления от людей регулярны и значительны, однако они не круглосуточны.

Целью работы является проверка влияния сокращения мощности системы отопления, за счёт учёта внутренних тепlopоступлений от учащихся в помещениях классов различной теплоустойчивости.

Внутренняя теплоустойчивость помещения обусловлена типом внутренней отделки, которая может быть тяжёлой, средней и лёгкой и соответствовать высокой, средней и низкой внутренней теплоустойчивости [2]. Внутренняя теплоустойчивость помещения в периодическом процессе оценивается отношением показателя теплосуоения помещения Y ($\text{Вт}/^\circ\text{C}$) к общей площади внутренних поверхностей помещения [3]. В рассматриваемых помещениях эти отношения были равны: в классе с лёгкой внутренней отделкой $2,7$ ($\text{Вт}/\text{м}^2\text{C}$), со средней отделкой $11,5$ ($\text{Вт}/\text{м}^2\text{C}$), с тяжёлой отделкой $18,2$ ($\text{Вт}/\text{м}^2\text{C}$).

Задача расчётов изменения температуры воздуха и внутренних поверхностей ограждений, по которым может быть вычислена результирующая в соответствии с ГОСТ 30494-2011 [4] температура, решалась с помощью программы для РС, которая использует интегрально-интерполяционный метод конечноразностного расчёта, позволяющий осуществить решение задачи в наиболее полной постановке при разнообразных изменениях условий на границах ограждений [5].

В рамках предлагаемой работы рассматривается рядовой класс промежуточного этажа средней общеобразовательной школы в городе Москве, со следующими геометрическими характеристиками: ширина помещения – $8,6$ м, высота помещения – $3,85$ м, глубина помещения – $7,5$ м, высота окна – $2,7$ м, суммарная ширина всех окон – $5,6$ м.

В помещении поддерживается температура воздуха равная 20°C в течение рабочего дня с $08:00$ до $16:00$. В течение рабочего дня, в классе постоянно пребывают 26 человек. От одного человека, при внутренней температуре помещения равной 20°C и при лёгкой категории работ, поступает 99 Вт явной теплоты [6]. Суммарно, от всех человек в классе, в течение рабочего дня, будет поступать 2574 Вт [7].

По методике теплотехнического расчёта, изложенной в [8], с необходимыми климатическими данными из [9] определена величина суммарных теплопотерь помещения, равная 1625 Вт. Так как отопление предполагается с использованием радиаторов, за счёт конвекции будет отдаваться 1137 Вт (70%), и 448 Вт (30%) за счёт излучения [10].

Соответственно, в период пребывания в помещении людей, будет превышение потребности в теплоте при отоплении в стационарном режиме на 949 Вт только за счет внутренних теплопоступлений, что позволяет снизить максимальную нагрузку на систему отопления, поскольку мы учитываем теплопоступления в рабочие часы.

Расчёт температурного режима помещения был выполнен для трёх случаев уменьшения мощности системы отопления в течение суток.

Первый случай – когда в рабочие часы учитывались все теплопоступления, то есть 2574 Вт. При этом превышение в потребности системы отопления в стационарном режиме составило 949 Вт, а в нерабочее время было полное отсутствие отопления и теплопоступлений в помещении.

На рис. 1 представлены теплопоступления в помещение в течение суток, в сравнении с теплопоступлениями, которые необходимы для круглосуточного поддержания в помещении температуры 20 °С. На рис. 2 показаны изменения результирующей температуры помещений с легкой, средней и тяжелой отделкой при показанных на рис. 1 теплопоступлениях. Из рис. 2 следует, что лёгкая отделка в этом случае в рабочее время приводит к самой высокой температуре помещения, однако и она абсолютно неприемлема, так как эта температура значительно ниже допусаемых по [3] значений.

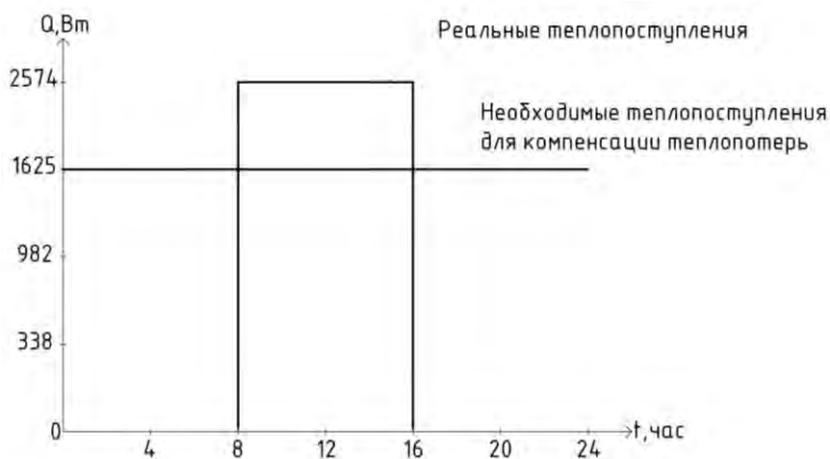


Рис. 1. Изменение теплопоступлений во времени суток при отсутствии отопления в нерабочее время

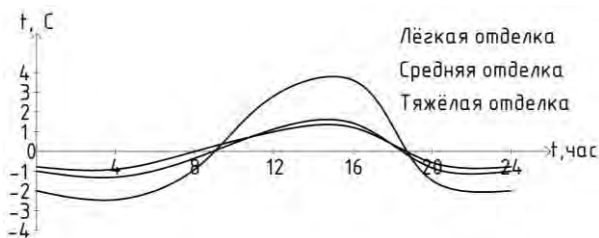


Рис. 2. Изменения результирующей температуры помещения различной теплоустойчивости в течение суток

Второй случай – когда в рабочие часы учитывались все теплопоступления, то есть 2574 Вт. А в нерабочее время тепловая мощность системы отопления составит 338 Вт, то есть 20% от потребности для отопления в стационарном круглосуточном режиме.

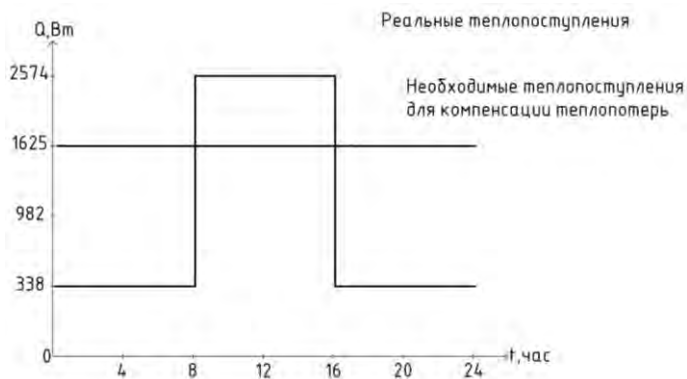


Рис. 3. Изменение теплоступлений во времени суток при отоплении в нерабочее время мощностью 338 Вт

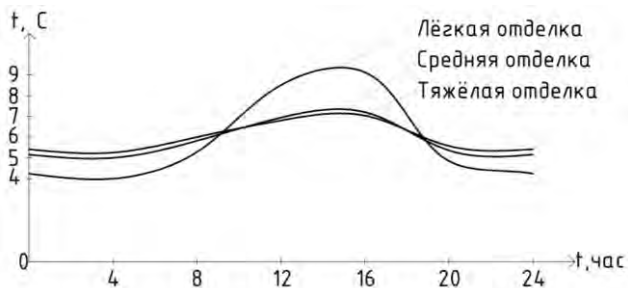


Рис. 4. Изменения результирующей температуры помещения различной теплоустойчивости в течение суток

Рис. 4 показывает, что и в этом случае при легкой отделке результирующая температура в рабочее время не отвечает нормативным требованиям. Про помещения со средней и тяжелой отделкой даже говорить не о чем, настолько в них низкая температура помещения.

Третий случай – когда в рабочие часы учитывались все теплопоступления, то есть 2574 Вт, а в нерабочее время тепловая мощность системы отопления принималась равной 982 Вт – то есть 60% от необходимой для отопления в круглосуточном режиме.

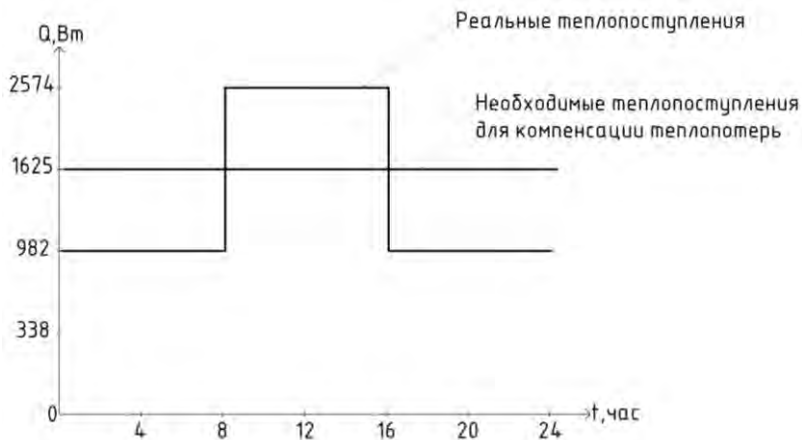


Рис. 5. Изменение теплопоступлений во времени суток при отоплении в нерабочее время мощностью 982 Вт

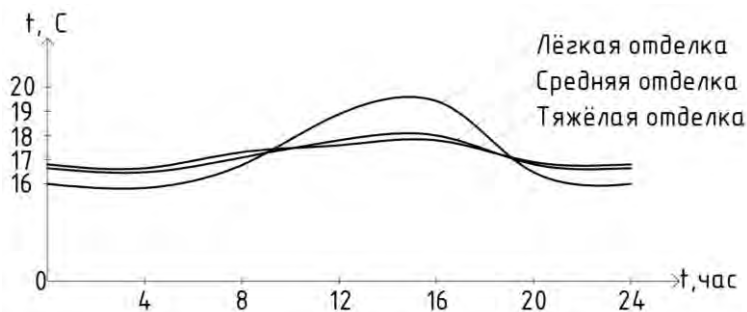


Рис. 6. Изменения результирующей температуры помещения различной теплоустойчивости в течение суток

Рис. 5 и 6 относятся к случаю, когда тепловая мощность системы отопления составляет 60% от необходимой для круглосуточного поддержания необходимых 20 °C в классе школы, а в рабочее время с его начала

теплопоступления превышают эту потребность на 949 Вт. При этом результирующая температура помещения, при легкой отделке, оказывается самой низкой и составляет 16 °С, а в течение рабочего дня поднимается до 19,5 °С. При тяжелой отделке результирующая температура помещения колеблется с самой меньшей амплитудой, но и к началу рабочего дня она равна 17 °С, и в течение рабочего дня не превышает 18 °С, что нормами не допускается. При этом в начале рабочего дня.

Выводы

В помещениях различной теплоустойчивости, где пребывание людей не является постоянным, а помещение не является круглосуточно функционирующим, нельзя сокращать мощность системы отопления за счет регулярных, но некруглосуточных теплопоступлений. В противном случае, к началу рабочего дня, температура внутренних поверхностей помещения окажется пониженной, а в течение рабочего дня результирующая температура тоже может оказаться ниже расчетной, пусть даже в части рабочего дня, что приведёт к переохлаждению учащихся.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 «Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха"». – М.: Минстрой России, 2016.
2. Степанько Л.Н. Новые технологии отделки помещений // Вологдинские чтения. 2003. № 37. С. 55-56.
3. Малявина Е.Г., Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий. – М.: Издательство МИСИ – МГСУ. 2018. – 288 с.
4. ГОСТ 30494-2011 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях". – М.: Росстандарт, 2012.
5. Малявина Е.Г., Асатов. Р.Р. Влияние теплового режима наружных ограждающих конструкций на нагрузку системы отопления при прерывистой подаче теплоты. Academia. №3. 2010 – М. РААСН – С. 324-327.
6. Тертичник Е. И. Вентиляция. – М.: Издательство АСВ, 2015. 106 с.
7. Костин В.И. Учёт динамики изменения внешних и внутренних теплопоступлений в помещении при расчёте систем климатизации // Известия Высших Учебных Заведений. Строительство. 2013. № 4(652). С. 72-77.
8. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М.: Минрегион России, 2012.
9. СП 131.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* "Строительная климатология"». – М.: Минрегион России, 2013.
10. Кравченко К.С., Смирнова Ю.О. Повышение эффективности теплоотдачи радиаторов отопления // Синергия наук. 2019. № 31. С. 884-890.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ ОТ ОСТЕКЛЕННОСТИ ФАСАДА

*Аветисян А.А., студент 3-го курса 14 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Самарин О.Д., доц., к.т.н.*

Задача, рассматриваемая в настоящей работе, имеет огромное значение в теплотехническом расчете наружных ограждающих конструкций, без корректного осуществления которого невозможно качественное и надежное проектирование систем отопления здания. Чтобы достаточно точно знать тепловую мощность таких систем, нужно иметь сведения о теплопотерях помещений здания в наиболее суровых расчетных условиях холодного периода года [1–3]. В то же время эти теплопотери нельзя рассчитать, не зная теплозащитных свойств ограждений. Чтобы определить приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции $R_0^{ПП}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, пользуются формулой [4]:

$$R_0^{ПП} = \frac{1}{\frac{1}{R_0^{УСЛ}} + l_j \psi_j + n_k \chi_k} = \frac{1}{a_i U_i + l_j \psi_j + n_k \chi_k}, \quad (1)$$

здесь a_i – площадь плоского элемента конструкции i -ого вида, приходящаяся на 1 м^2 фрагмента теплозащитной оболочки здания; U_i – удельные потери теплоты i -той однородной ограждающей конструкции, определяемые по выражению:

$$U_i = \frac{1}{R_{0,i}^{УСЛ}}, \quad (2)$$

где $R_{0,i}^{УСЛ}$ – условное сопротивление теплопередаче однородной части ограждающей конструкции или ее фрагмента i -го вида, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. В частности, для четырехслойного ограждения величину $R_{0,i}^{УСЛ}$ можно вычислить по формуле:

$$R_{0,i}^{УСЛ} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (3)$$

здесь δ_i , м, и λ_i , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – соответственно толщина и теплопроводность материала i -го слоя. Остальные обозначения в формуле (1): ψ_j – удельные потери теплоты через j -ю линейную теплотехническую неоднородность, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; χ_k – удельные потери теплоты через k -ю точечную теплотехническую неоднородность, $\text{Вт}/\text{К}$; l_j и n_k – соответственно длина и количество теплотехнических неоднородностей, приходящихся на 1 м^2 поверхности ограждения.

Современные наружные стены и многие другие конструкции построены достаточно сложным образом, и в ряде их элементов появляются возмущения температурного поля, делая его двухмерным или даже трехмерным. Обеспечение фактического уровня $R_0^{ПП}$ не ниже требуемого по таблице 3 [4] получается путем расчета толщины утеплителя. Но параметр $R_0^{ПП}$ связан не только с характеристиками материалов и толщиной слоев, из которых состоит ограждение, но и от наличия внутренних связей конструкции, являющихся теплопроводными составляющими, а также от того, как и какие конкретно другие ограждения примыкают к расчетному. Влияние этих параметров, а значит, и эффективность использования теплоизоляции в готовой конструкции можно оценить при помощи коэффициента теплотехнической однородности r , который демонстрирует долю приведенного сопротивления теплопередаче в условном:

$$r = \frac{R_0^{ПП}}{R_0^{УСЛ}}. \quad (4)$$

Таким образом, значение r показывает, в какой мере можно полезно использовать теплоизоляционный материал, или, выражаясь несколько иначе, в какой степени влияют теплопроводные включения на величину теплопотерь. Данный коэффициент по определению всегда меньше единицы, поскольку из соотношения (1) следует, что по физическому смыслу он равен отношению удельной тепловой проводимости «глади» конструкции (равной $1/R_0^{УСЛ}$) к суммарной тепловой проводимости «глади» вместе с точечными и линейными элементами. Если бы это отношение было бы равно единице, это означало бы, что теплопроводные включения отсутствуют, и возможности применения теплоизоляционного материала используются максимально эффективно. Однако на практике таких конструкций не существует.

Если провести вычисления для одного и того же здания, имеющего одинаковую конструкцию наружной стены во всех случаях, изменяя лишь остекленность фасада, можно получить зависимость теплотехнической однородности наружной стены от остекленности, представленную на рис. 1. При этом параметры наружного воздуха для выбора требуемого значения $R_0^{ПП}$ принимались по данным [5] для климатических условий Челябинска, а расчетная температура внутреннего воздуха – по требованиям [6] для основных помещений здания комплексного центра просвещения, культуры и спорта. Тогда нормируемая величина $R_0^{ПП}$ ($R_0^{ТР}$) составит $2,64 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Была принята конструкция стены из четырех слоев – наружной и внутренней штукатурки, кладки из глиняного кирпича толщиной $0,25 \text{ м}$ и слоя утеплителя из минераловатных плит плотностью $50 \text{ кг}/\text{м}^3$. Значения удельных потерь теплоты выбирались по таблицам [7], а именно $\psi = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ для оконных откосов и $\chi = 0,006 \text{ Вт}/\text{К}$ для дюбелей в количестве $n = 5 \text{ шт}/\text{м}^2$. Длина оконных откосов l менялась в соответствии с площадью остекления.

Нетрудно заметить, что положение расчетных точек хорошо аппроксимируется следующим простым выражением:

$$r = 0,832 - 1,0153x, \quad (5)$$

здесь x – коэффициент остекленности, т.е. отношение площади остекления ко всей площади фасада здания. Коэффициент корреляции в данном случае очень велик и равен 0,997, поэтому полученную аппроксимацию можно считать практически достоверной.

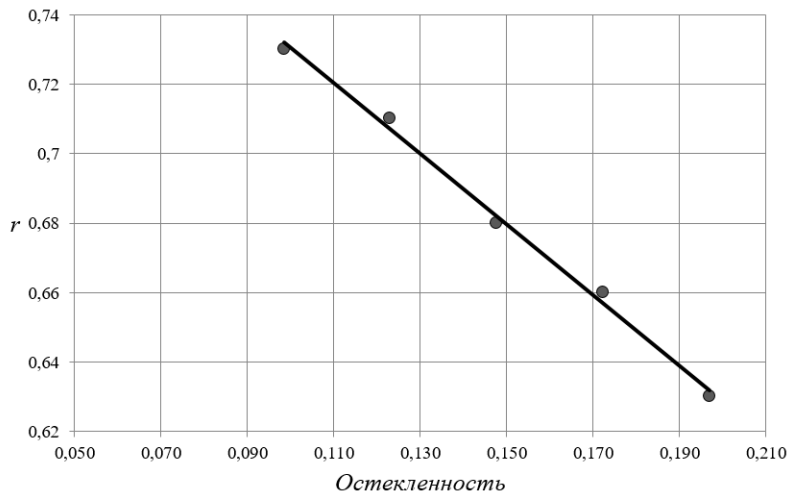


Рис. 1. График зависимости теплотехнической однородности наружной стены от остекленности фасада

По результатам исследования можно сделать вывод, что коэффициент теплотехнической однородности наружной стены напрямую зависит от остекленности фасада. Согласно проведенным расчетам, при увеличении размеров окон, что ведет к росту параметра x , величина r увеличивается практически линейно. Такое поведение r , очевидно, связано с повышением доли теплопотерь через оконные откосы в общих теплопотерях наружной стены. В целом это соответствует характеру зависимости, выражаемой формулами (1) и (4), а также данным, полученным в ряде других работ [8 – 10]. Полученные данные можно использовать для оценочных расчетов в практике проектирования.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2018 «Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха"». – М.: Минстрой России, 2018.

2. Малявина Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие (2-е издание, исправленное) М.: Изд-во АВОК-ПРЕСС, 2011. 144 с.
3. Малявина Е. Г., Самарин О. Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий. – М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2018. 288 с.
4. СП 50.13330.2018 «Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий"». – М.: Минстрой России, 2018.
5. СП 131.13330.2018 «Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* "Строительная климатология"». – М.: Минстрой России, 2018.
6. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». – М.: Росстандарт, 2012.
7. СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей». – М.: Минрегион России, 2015.
8. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // Строительные материалы. 2013. № 6. С. 14–16.
9. Самарин О.Д., Димитренко М.А, Семичева Н.О. Оценка теплотехнической однородности фасада здания при изменении теплопроводности конструктивного слоя. // Журнал «СОК», 2018, № 10, с. 65 – 67.
10. Самарин О.Д., Балобанова О.И., Маланьина А.М. Взаимозаменяемость теплозащиты ограждений в жилых зданиях и другие мероприятия по энергосбережению. // Журнал «СОК». 2019. № 3. С. 88 – 91.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ В СХЕМЕ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

*Муталимов Р.А., студент 4-го курса 14 группы ИИЭСМ.
Научный руководитель – Самарин О.Д., доц., к.т.н.*

В настоящее время, в связи с повышенным вниманием к вопросам энергосбережения и энергоэффективности, изучение конструкции различных схем теплоутилизаторов в системах механической вентиляции и кондиционирования воздуха, и разработка новых вариантов их компоновки занимает одну из лидирующих позиций в технологии обеспечения внутреннего микроклимата зданий. Нерациональное расходование тепловой энергии для регионов Российской Федерации недопустимо, поскольку ее стоимость уже в настоящее время достаточно высока, а в перспективе будет расти и дальше. Например, по состоянию на вторую половину 2019 года в Москве по данным ПАО «МОЭК» тариф на теплоту с преобразованием в тепловом пункте составляет 2389,72 рубля за 1 Гкал. Поэтому применение агрегатов утилизации теплоты вытяжного воздуха является одним из основных способов снижения энергопотребления при инженерном оборудовании гражданских объектов и рекомендуется действующими нормативными документами [1].

В частности, достаточно широко применяются теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем из-за ряда их преимуществ по сравнению с другими вариантами [2–7]. В первую очередь здесь можно отметить, что приточная и вытяжная установки в этом случае не обязательно должны находиться в одной и той же вентиляционной камере. Кроме того, такая схема собирается из стандартного серийного оборудования, производимого на отечественных предприятиях, и поэтому имеет наименьший срок окупаемости дополнительных капитальных затрат. В то же время она обеспечивает сравнительно небольшой коэффициент температурной эффективности – как правило, в диапазоне 0,4–0,5, а иногда и меньше.

В предлагаемой работе рассматривается вопрос взаимосвязи конструктивных и энергетических параметров оборудования в данной схеме, которая может влиять на ее технико-экономические показатели, а также на удобство монтажа, наладки и автоматизации. Требуется определить изменение необходимой поверхности теплообмена F , m^2 , и, соответственно, конструкции теплообменников (числа рядов, трубок и шага пластин) при различных значениях коэффициента эффективности в пределах от 0,25 до 0,5. С помощью такого расчета можно установить моменты скачкообразного изменения конструкции, когда меняется число рядов трубок.

Для упрощения будем считать, что приточная и вытяжная установки обеспечивают равные расходы воздуха $G_n = G_y$, кг/ч. Одновременно при этом достигается наибольшая температурная эффективность схемы.

Коэффициент температурной эффективности можно тогда найти по формуле [7]:

$$k_{\text{эф}} = \frac{NTU}{NTU+2}, \quad (1)$$

где NTU – безразмерное число переноса единиц теплоты. Отсюда после некоторых преобразований требуемая величина NTU вычисляется следующим образом:

$$NTU = \frac{2}{\frac{1}{k_{\text{эф}}} - 1} \quad (2)$$

В то же время для приточной установки по определению $NTU = \frac{3,6KF}{G_{\text{п}}c}$, где K – значение коэффициента теплопередачи воздухонагревателя, Вт/(м²·К); c – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К). Из этой формулы выражаем требуемую величину F :

$$F = \frac{G_{\text{п}}c \cdot NTU}{3,6K}, \quad (3)$$

В рассматриваемом примере расход приточного и вытяжного воздуха одинаков для всех вариантов и равен $G_{\text{п}} = G_{\text{в}} = 10000$ кг/ч. Так же постоянной является и $c = 1,005$ кДж/(кг·К).

Значение коэффициента теплопередачи воздухонагревателя при этом можно найти по выражению [5]:

$$K = 21 \nu_{\text{в}}^{0,37} \cdot w^{0,18}, \quad (4)$$

где $\nu_{\text{в}}$ – массовая скорость воздуха, кг/(м²·с), в геометрическом сечении воздухонагревателя $f_{\text{г}}$, м²; w – скорость промежуточного теплоносителя в трубках воздухонагревателя, м/с. Поскольку $\nu_{\text{в}}$ вычисляется, исходя из величины $G_{\text{п}}$ и $f_{\text{г}}$, которые в процессе расчета не меняются, то $\nu_{\text{в}} = \text{const}$. Значение w , вообще говоря, может быть переменным как из-за варьирования общего количества передаваемой теплоты, так и вследствие различия в числе рядов трубок и, соответственно, площади их сечения для прохода промежуточного теплоносителя, но до расчета эти параметры неизвестны. Однако, поскольку w входит в формулу (4) в достаточно малой степени, влиянием ее колебаний на K можно пренебречь и считать $K = \text{const}$, вычисляя его один раз при некоторых средних значениях параметров.

Выбирается шаг пластин (за начальный рекомендуется принимать 1,8 мм), вычисляется число рядов трубок:

$$N = \frac{F}{F_0}, \quad (5)$$

где F_0 – поверхность нагрева для одного ряда при выбранном шаге пластин [8].

В конце расчета определяется запас поверхности нагрева: $\Delta = \frac{N_{расч} - N}{N_{расч}} \cdot 100\%$. Нормальное значение получается при диапазоне от 0 до 5%.

Если запас не входит в данный интервал, то ведется пересчет с изменением шага пластин или числа рядов трубок.

В рамках предлагаемой работы были выполнены многовариантные расчеты при изменении заданной величины $k_{эф}$. При различных его значениях были получены следующие результаты:

– для $k_{эф} = 0,25$ достигается запас 1 %, шаг пластин 1,8 мм и берется 2 ряда трубок.

– для $k_{эф} = 0,30$ – запас 2 %, шаг пластин 2,2 мм и 3 ряда трубок.

– для $k_{эф} = 0,35$ – запас 5 %, шаг пластин 2,2 мм и 4 ряда трубок.

– для $k_{эф} = 0,40$ – запас 2 %, шаг пластин равен 2,5 мм и 6 рядов трубок.

– для $k_{эф} = 0,45$ – запас 2 %, шаг пластин 2,2 мм и 6 рядов трубок.

– для $k_{эф} = 0,50$ – запас 1 %, шаг пластин 2,0 мм и 7 рядов трубок.

Построение соответствующих процессов обработки воздуха на $I-d$ диаграмме на основе данных [7], [9] при $k_{эф} = 0,25$ и $0,50$ показано на рис. 1.

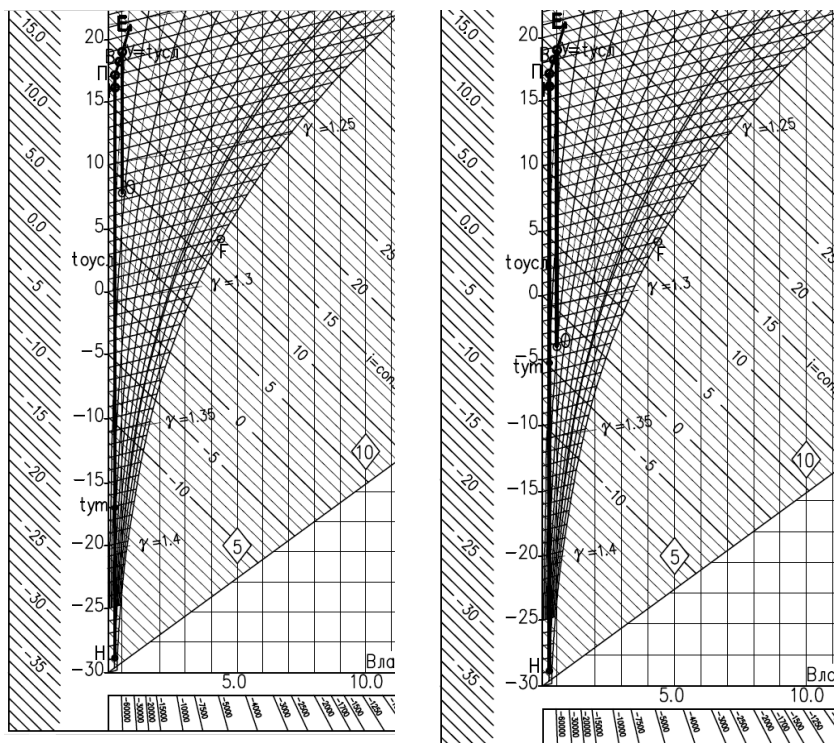


Рис.1. Изображение процесса обработки воздуха в холодный период в вентиляционной установке с теплоутилизацией (слева – при $k_{эф} = 0,25$; справа – при $k_{эф} = 0,50$)

Параметры внутреннего воздуха при этом принимались по требованиям [10], наружного – по данным [11]. Полученные данные показывают, что увеличение $k_{эф}$ на каждые 5 процентов приводит к скачкообразному изменению числа рядов трубок теплоутилизатора. Исключение составляет переход от $k_{эф} = 0,40$ к $0,45$, где требуемый прирост поверхности теплообмена достигается за счет уменьшения шага пластин. В целом это соответствует характеру зависимости, выражаемой формулой (2). Полученные данные можно использовать для оценочных расчетов в практике проектирования.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2018 «Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха"». – М.: Минстрой России, 2018.
2. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2. / Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992. 416 с.
3. Тертичник Е.И. Вентиляция. – М.: Изд-во АСВ, 2015. 608 с.
4. Самарин О.Д. Особенности утилизации теплоты вытяжного воздуха при механической вентиляции и большом числе вытяжных систем. // Известия вузов. Строительство. 2017. № 4. С. 30 – 35.
5. Miseviciute V., Martinaitis V. Analysis of ventilation system's heat exchangers integration possibilities for heating season. Pap. of 8th conf. of VGTU "Environmental engineering". 2011. Vol. 2. P. 781 – 787.
6. Самарин О.Д., Гришневa Е.А. Повышение энергоэффективности зданий на основе интеллектуальных технологий. // Энергосбережение и водоподготовка. 2011. № 5. С. 12 – 14.
7. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во АСВ, 2015. 136 с.
8. Каталог продукции. Кондиционеры центральные каркасно-панельные (КЦКП). – М.: ООО «ВЕЗА». 2011. 166 с.
9. Малявина Е. Г., Самарин О. Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий. – М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2018. 288 с.
10. ГОСТ 30494-2011 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях". – М.: Росстандарт, 2012.
11. СП 131.13330.2018 «Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* "Строительная климатология"». – М.: Минстрой России, 2018.

УМЕНЬШЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ПРИ ВОЗРАСТАНИИ КОМПАКТНОСТИ ПРОЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РФ

Артовский М.Р., учащийся ГБОУ города Москвы школа № 953 10 класса
Кузнецов И.А., учащийся ГБОУ города Москвы школа № 953 10 класса
Павлович В.А., учащийся ГБОУ города Москвы школа № 953 10 класса
Научный руководитель – *Клочко А.К., доц., к.т.н.*

В данной статье рассмотрим зависимость требуемой мощности системы отопления от этажности здания. Для этого нам предстоит выяснить сколько тепловой мощности необходимо обеспечить на 1 человека, проживающего в квартире многоквартирного жилого дома с разным количеством этажей и сделать выводы о целесообразности увеличения этажности застройки в различных городах РФ.

Исследования будем проводить на типовом жилом доме с планировкой, показанной на рис. 1. Планировка будет оставаться неизменной, при этом варьируется только количество этажей (2, 3, 4 и 5 этажей). А основой для расчётов послужат нормативные документы в строительстве [1, 2, 3].

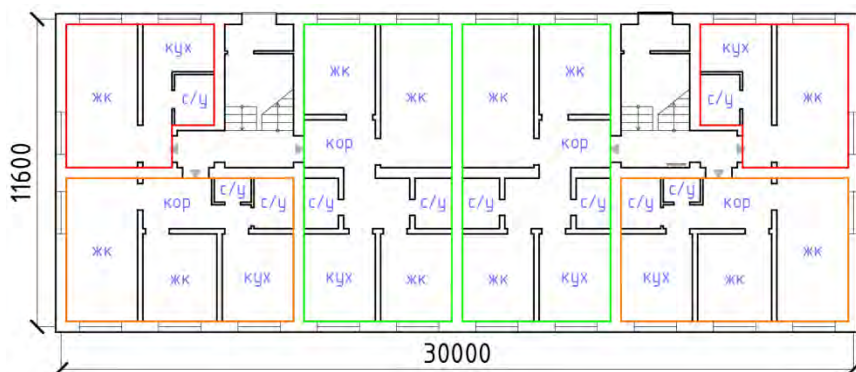


Рис.1. План типового этажа рассматриваемого здания

Тепловая мощность на отопление определяется по формуле [4, 5, 6]:

$$Q_{от} = Q_{огр} + Q_{инф/вент} \pm Q_{тех/быт} \quad (1)$$

где: $Q_{огр}$ – потери тепловой энергии через наружные ограждения; $Q_{инф/вент}$ – потери тепловой энергии на нагрев воздуха, поступающего при инфильтрации или воздуха, необходимого на обеспечение вентиляции проветриванием; $Q_{тех}$ – тепловой поток выделяющийся или потребляемый внутри помещения.

В нашей работе рассмотрим различные города РФ: Красноярск, Владивосток, Уфа. При расчёте инженерных систем необходимо определить климатологические параметры района строительства посредством [3]. Климатические параметры представим в табличном виде в табл. 1.

Таблица 1

Климатологические параметры городов

Параметр	Красноярск	Владивосток	Уфа
Расчётная температура для системы отопления, °С	-37	-22	-33
Средняя температура отопительного периода, °С	-6,5	-4,3	-5,9
Продолжительность отопительного периода, суток	235	199	210
ГСОП	6 228	4 836	5 439

Зависимость мощности системы отопления от этажности здания для различных городов приведём на рис. 2.

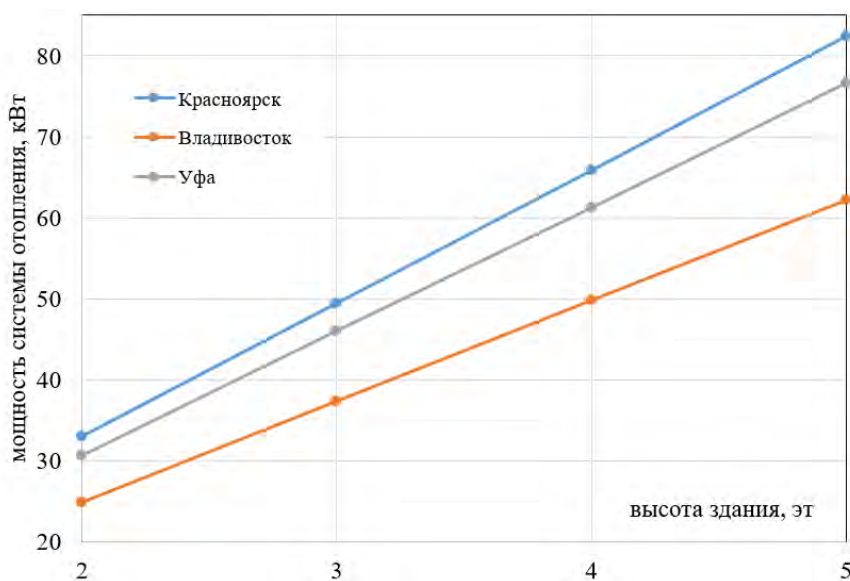


Рис.2. Зависимость мощности системы отопления от этажности здания

Теперь рассмотрим изменение удельной максимальной нагрузки на отопление от этажности здания для различных городов приведём в табл. 2.

Таблица 2

Удельная мощность системы отопления в пересчёте на 1 жителя

Параметр	2	3	4	5
Количество жителей, чел	36	54	72	90
Красноярск	0,9167	0,9167	0,9153	0,9156
Владивосток	0,6917	0,6907	0,6917	0,6911
Уфа	0,8528	0,8519	0,8514	0,8522

По результатам нашего исследования можем сделать вывод: удельная тепловая нагрузка на отопление в перерасчёте на 1 человека, не значительно, но всё же снижается с увеличением этажности здания. Такое снижение связано с тем, что удельная площадь наружных ограждений, через которые происходит теплопередача, уменьшается за счёт площадей пола, обращённого в неотапливаем подвал, и верхнего перекрытия, обращенного в неотапливаемый чердак. А незначительность этого снижения объясняется высоким нормативным значением термического сопротивления теплопередаче.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003(с Изменением №1)».
2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003(с Изменением №1)».
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2)
4. Гагарин В.Г., Чжибо Ч. Учет градусо-суток отопительного периода при сравнении потребления энергии зданиями// БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 6 (682). С. 58-59.
5. Пастушков П.П., Гагарин В.Г.1 Исследования зависимости теплопроводности от плотности и коэффициента теплотехнического качества автоклавного газобетона // Строительные материалы. 2017. № 5. С. 26-28.
6. Максимова М.А., Жгун Ю.В. Применение систем лучистого отопления в центральном регионе России. Национальный исследовательский университет МЭИ. Тезисы доклада на конференции. М. – 2017., с. 344.

ОТКЛОНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ В ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ПРИ УЧЕТЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ

Егорова Е.В., студент 3-го курса 16 группы ИИЭСМ
Лебедева А.А., студент 3-го курса 16 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.

Современные ограждающие конструкции являются слоистыми, вследствие чего появляется необходимость использования металлических связей (например, дюбели) для их скрепления, поэтому практически всегда имеются нарушения в целостности конструкции, что обусловлено архитектурными и конструкционными требованиями к зданию. Данные неоднородные включения изменяют одномерность теплового потока, увеличивая трансмиссионные тепловые потери здания, а в частности каждого помещения, в зависимости от состава линейных и точечных теплотехнических неоднородностей. От точности расчетных тепловых потерь помещения, например, зависит изменение требуемой мощности отопительного прибора, что позволит без лишних затрат теплоты создать более благоприятную тепловую обстановку в помещении, исключив такие явления, как перегрев или «недогрев» помещения.

Сравним две различные методики расчета трансмиссионных тепловых потерь на примере дошкольного учреждения и посмотрим, как изменятся значения тепловых потерь.

1) Первая методика заключается в расчете тепловых потерь по усредненной величине приведенного сопротивления теплопередаче для каждой рассматриваемой ограждающей конструкции.

$$Q_{\text{трпн}} = t_{\text{вн}} - t_{\text{н}} \cdot H_{\text{трпн}} = t_{\text{вн}} - t_{\text{н}} \cdot \sum_i n_{t,i} \cdot A_i \cdot K_i \quad (1)$$

$$K_i = \frac{1}{R_{o,i}^{\text{пр}}} \quad (2)$$

Приведенное сопротивление рассчитывается согласно приложению Е СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003(с Изменением №1)»:

$$R_o^{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{R_o^{\text{усл}}} + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k} \quad (3)$$

2) Вторая методика заключается в поэлементном учете линейных и точечных теплотехнических неоднородностей индивидуально для каждого помещения. Расчет ведется по формуле (согласно СП 60.13330.2016):

$$Q_{\text{тp}_n} = t_{\text{в}_n} - t_{\text{н}} \cdot H_{\text{тp}_n} = t_{\text{в}_n} - t_{\text{н}} \cdot \left(\sum_i n_{t,i} \cdot A_i \cdot U_i + \sum_j n_{t,j} \cdot L_j \cdot \psi_j + \sum_k n_{t,k} \cdot N_k \cdot \chi_k \right), \quad (4)$$

где $H_{\text{тp}_n}$ – удельные тепловые потери n-го помещения для компенсации теплопередачи теплопередачи через ограждающие конструкции, Вт/°C; $t_{\text{в}_n}$ – расчетная температура внутреннего воздуха n-го помещения, определяемая в соответствии с пунктом 5.1 [1]; $t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха, определяемая в соответствии с [4]; K_i – коэффициент теплопередачи i-й ограждающей конструкции или фрагмента ограждающей конструкции, определяемый по формуле (2), Вт/(м²·°C); A_i – площадь i-й ограждающей конструкции или фрагмента ограждающей конструкции рассматриваемого помещения, м²; $n_{t,i}$ – коэффициент, учитывающий отклонение температуры пространства, расположенного за рассматриваемой ограждающей конструкцией, от температуры наружного воздуха; U_i – коэффициент теплопередачи однородной части i-го фрагмента ограждающей конструкции, определяемый в соответствии с [2], Вт/(м²·°C); L_j – длина j-го линейного теплопроводного включения n-го помещения, м; N_k – количество k-х точечных теплопроводных включений n-го помещения, шт; ψ_j – удельные потери теплоты через линейную неоднородность j-го вида, определяемые по [3] или по расчету температурных полей, Вт/(м·°C); χ_k – удельные потери теплоты через точечную неоднородность k-го вида, определяемые по СП 230.1325800.2015 или по расчету температурных полей, Вт/°C[5].

На примере дошкольного учреждения (рис. 1) в районе строительства город Тюмень определим отклонение тепловых потерь помещений.

Представляем планы здания, а также на них выделены помещения, на основе которых производились вычисления.

Тогда согласно [1] в зависимости от посчитанных ГСОП [6] получаем требуемые сопротивления теплопередачи: для стены $R_o^{\text{тp}} = 3,56 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$; для чердачных перекрытий и перекрытий над холодными подвалами $R_o^{\text{тp}} = 4,68 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$; для окон $R_o^{\text{тp}} = 0,61 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$

Конструкция наружной стены (от помещения к наружной среде): штукатурка (сложный раствор) $\lambda = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$, $\delta = 0,02$ м; кирпич обыкновенный глиняный $\lambda = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$, $\delta = 0,25$ м; минераловатные плиты $\lambda = 0,043 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$, $\delta = 0,26$ м; штукатурка (цементно-песчаный раствор) $\lambda = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$, $\delta = 0,02$ м. Теплопроводность материалов принята по «Б»[1, 7].

Условное сопротивление теплопередачи стены $R_o^{\text{ysl}} = 6,387 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$.

Определим отклонение тепловых потерь для различных вариантов.

Для определения тепловых потерь помещений с помощью первой методики необходимо вычислить приведенное сопротивление наружной сте-

ны. Выпишем количество теплотехнических неоднородностей рассматриваемого здания. Удельные потери теплоты через точечные и линейные неоднородности определим согласно таблицам [3].



Рис. 1. План первого этажа

Результаты представим в табл. 1 геометрических и теплотехнических характеристик неоднородностей.

У нас имеются такие элементы конструкции, как плоский элемент, три линейных элемента, а именно: оконный откос, примыкание к цоколю и наружный угол, а также точечный элемент – дюбель.

Приведенное сопротивление теплопередачи равно $R_o^{пр} = 3,69 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ согласно формуле, приведенной ранее.

Далее производим расчет трансмиссионных тепловых потерь четырех характерных помещений двумя методиками, описанными выше.

Затем определим отклонение тепловых потерь помещений согласно формуле:

$$\Delta = \frac{Q^\psi - Q^R}{Q^\psi} \quad (5)$$

где Q^ψ – тепловые потери n-го помещения, рассчитанные по формуле (4); Q^R – тепловые потери n-го помещения, рассчитанные по формуле (1); Δ – отклонение тепловых потерь n-го помещения.

Таблица 1

Состав теплотехнических неоднородностей дошкольного учреждения

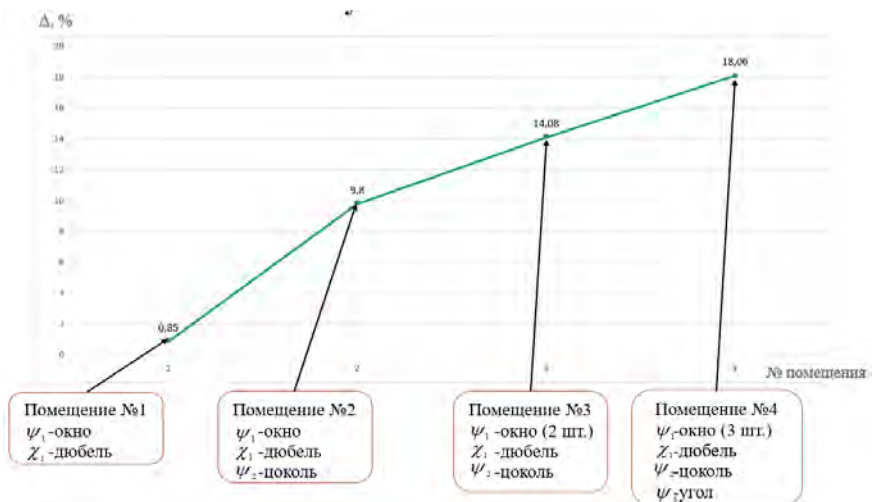
Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты, Вт/(м ² ·°C)	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м ² ·°C)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоский элемент 1	$a_1=1 \text{ м}^2/\text{м}^2$	$U_1=0,157$	$a_1U_1=0,157$	57,9
Линейный элемент 1 (оконный откос)	$l_1=0,461 \text{ м}/\text{м}^2$	$\psi_1=0,15$	$l_1\psi_1=0,069$	25,5
Линейный элемент 2 (примыкание к цок.)	$l_2=0,059 \text{ м}/\text{м}^2$	$\psi_2=0,45$	$l_2\psi_2=0,026$	9,6
Линейный элемент 3 (угол нар.)	$l_3=0,042 \text{ м}/\text{м}^2$	$\psi_3=0,083$	$l_3\psi_3=0,004$	1,5
Точечный элемент 1 (дюбель)	$n_3=5 \text{ 1}/\text{м}^2$	$\chi_1=0,003$	$n_1\chi_1=0,015$	5,5
Итого			$1/R^{\text{np}}=0,271$	100

В первом расчетном помещении имеется одна линейная неоднородность – окно, во втором – окно и примыкание к цоколю, в третьем помещении – два окна и примыкание к цоколю, а в четвертом находится наибольшее количество линейных неоднородностей – три окна, примыкание к цоколю и наружный угол. Полученные данные представим в табл. 2 для наглядности.

Построим диаграмму отклонения расчётных тепловых потерь от базового варианта для каждого из рассматриваемых вариантов (рис. 2).

Отклонения расчетных тепловых потерь помещений

Вариант помещения №	Количество теплотехнических неоднородностей		Тепловые потери помещения при расчете через R^{np} , Вт	Тепловые потери помещения при поэлементном учете $\Psi, \chi; \text{Вт}$	Отклонение расчетных тепловых потерь, Вт	Отклонение расчетных тепловых потерь $\Delta, \%$
	$\Sigma\Psi_i$	$\Sigma\chi_k$				
1	1 (окно)	1	460	464	4	0,85
2	2 (окно и цоколь)	1	543	592	58	9,80
3	2 (два окна и цоколь)	1	1174	1367	192	14,08
4	3 (3 окна, цоколь, угол)	1	1893	2310	417	18,06

Рис. 2. Графическая интерпретация полученных отклонений Δ

На данном графике мы видим, что с увеличением количества теплотехнических неоднородностей отклонение расчетных тепловых потерь помещения будет возрастать. В связи с этим явлением важность поэлементного учета теплопроводных включений возрастает. Оптимальное значение отклонения будет наблюдаться в помещениях со средним составом теплотехнических неоднородностей, что позволит упростить расчет инженерам-проектировщикам, не производя поэлементный учет теплотехнических неоднородностей в каждом помещении.

Таким образом, отклонение расчетных тепловых потерь от фактических напрямую будет влиять на изменение требуемой мощности отопительных приборов, что, соответственно, приведет к следующим возможным проблемам:

1 – в случае положительного значения отклонения Δ происходит снижение температуры внутреннего воздуха.

2 – в случае отрицательного значения отклонения Δ происходит увеличение температуры внутреннего воздуха и как следствие перерасход тепловой энергии, а также перерасход металла, вследствие выбора более мощного ОП.

Исходя из полученных результатов данной работы, можно с уверенностью сказать, что в зданиях с повышенным содержанием теплотехнических неоднородностей происходит нарушение расчетного теплового режима помещения, что, в свою очередь, приводит к созданию неблагоприятных условий пребывания человека.

Библиографический список

1. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003(с Изменением №1)».
2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением №1)».
3. СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей (с Изменением №1)».
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2)
5. Козлов В.В., Андрейцева К.С. Разработка инженерного метода расчета минимальной температуры на внутренней поверхности конструкции в зоне примыкания балконной плиты к стене // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 6 (994). С. 38-39.
6. Гагарин В.Г., Чжибо Ч. Учет градусо-суток отопительного периода при сравнении потребления энергии зданиями// БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 6 (682). С. 58-59.
7. Пастушков П.П., Гагарин В.Г.1 Исследования зависимости теплопроводности от плотности коэффициента теплотехнического качества автоклавного газобетона // Строительные материалы. 2017. № 5. С. 26-28.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В СИСТЕМАХ ТГВ

Коровенков И.А., студент 4-го курса 13 группы ИИЭСМ

Локтева А.А., студент 4-го курса 15 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Усиков С.М., доц., к.т.н.

Магнитные материалы могут адаптивно изменять свои физические свойства за счет внешнего магнитного поля. Ферромагниты – это совокупность водной или органической основы и микроскопических частиц магнетита.

Придание жидкостям магнитных свойств позволяет управлять их поведением, влиять на такие показатели как теплоемкость, вязкость, теплопроводность, конвекцию и т.д. Поэтому крайне перспективным является применение таких жидкостей в качестве теплоносителя в системах отопления и холодоснабжении.

Теплоемкость

В связи с отсутствием современных отечественных и зарубежных исследований теплоемкости ферромагнитных жидкостей в магнитных полях, считается, что данные умные жидкости подчиняются правилу смешения [1].

$$C = \sum_{i=1}^n Z_i c_i, \quad (1)$$

где Z_i – объемная (массовая) доля i -го компонента магнитного коллоида; c_i – объемная (удельная) теплоемкость этого компонента, кДж/(м³·°С).

Определить теплоемкость ферротеплоносителя на установке можно методом нагрева потока жидкости. Преимущество данного способа заключается в его абсолютности, ведь для получения значения теплоемкости данного вещества не потребуются сравнение с теплоемкостью другого вещества.

Так как тепловой поток постоянен, температура жидкости внутри нагревателя измеряется по линейному закону [2]. Из этого следует, что средняя температура жидкости равна среднему арифметическому температуры на входе и выходе из теплообменника. Расход жидкости и мощность нагревателя измеряются. Удельная массовая теплоемкость жидкости при средней температуре будет определяться по формуле:

$$C_m \Big|_{T_1}^{T_2} = \frac{N_n}{G T_2 - T_1}, \quad (2)$$

Вязкость

Отличительной особенностью ферромагнитной жидкости является способность изменять свою вязкость в значительном диапазоне за доли секунд. При определении вязкости необходимо учитывать не только гидродинамическое взаимодействие частиц ферромагнита, но и магнитное [3]. Действие магнитных сил сильно осложняет процесс определения значения вязкости на капиллярном вискозиметре, так как должна быть обеспечена однородность магнитного поля по всей длине капилляра. Дорогостоящим оказывается применение ротационных приборов, так как они обязательно должны быть изготовлены из диэлектрических материалов.

На экспериментальном стенде предполагается определение динамической вязкости по теории ламинарного течения при различной температуре [4]. На протяжении всего опыта режим течения будет контролироваться по значению числа Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{4Q_V \rho}{\pi d \mu} = \frac{4G}{\pi d \mu} \quad (3)$$

Ламинарное течение наблюдается при значениях числа Рейнольдса $\text{Re} \leq 2300$.

Данный способ определения динамической вязкости построен на применении закона Хагена-Пуазейля, который справедлив для ламинарного течения в прямой круглой трубе постоянного по длине диаметра. На стенде экспериментальная трубка имеет форму спирали.

Так как при ламинарном движении жидкости (рис. 1) имеет место параболическое распределение скоростей по радиусу трубы, то наибольшее значение скорости имеет в середине трубы, и ее можно вычислить по формуле:

$$u_m = \frac{p_1 - p_2}{4\mu l} R^2. \quad (4)$$

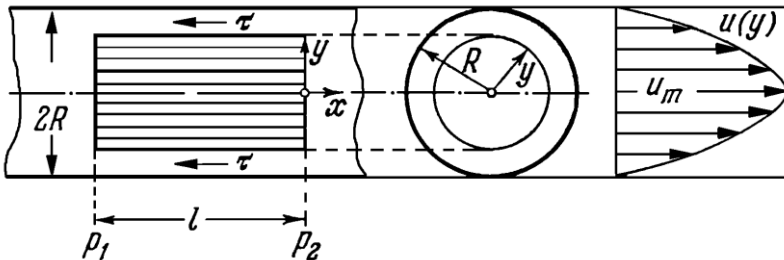


Рис. 1. Ламинарное течение жидкости в трубе

Объемный расход жидкости определяется следующим образом:

$$Q_v = \frac{\pi}{2} R^2 u_m = \frac{\pi R^4}{8\mu l} (p_1 - p_2), \quad (5)$$

Формулы для определения коэффициента динамической вязкости жидкости при различных температурах:

$$\mu = \frac{\pi d^4 (p_1 - p_2)}{128 Q_v l}, \quad (6)$$

где d – внутренний диаметр трубки, Q_v – объемный расход жидкости в трубке, l – длина исследуемого участка трубки, $(p_1 - p_2)$ – перепад давления на этом участке.

Ферромагнитные жидкости, безусловно, заслуживают своего внимания. Это малоизученное и возможно крайне перспективное направление будущего развития теплоносителей в системах отопления. Нами были рассмотрены лишь способы по определению вязкости и теплоемкости данной жидкости. В дальнейшем предстоит еще более сложная работа по определению самого важного показателя для теплоносителя – его теплопроводности.

В результате анализа основных свойств феррожидкости в сравнении с обычной водой, были получены следующие результаты, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сводная таблица сравнения показателей теплоносителей

Показатели Компоненты	Плотность, кг/м ³	Теплоем- кость, Дж/(кг·°C)	Теплопро- водность, Вт/м·К	Вязкость, м ² /с·10 ⁶ ,	Потери давления, Па/м
Вода	1000	4183	0,6	0,355	104
Ферромагнит	1221	1840	0,19	5,954	254
Раствор (95%- вода, 5%- ферромагнит)	1011	4066	0,58	0,693	123

Однако, это – крайне малоизученная стезя и предоставленные данные являются лишь теоретическим расчётом. Требуется дальнейшие экспериментальные изучения и лабораторные исследования.

Более точно определить теплоемкость и вязкость ферромагнитных жидкостей, а также её поведение и изменение параметров при воздействии электромагнитного поля можно только в лабораторных условиях, на стенде (рис. 2).

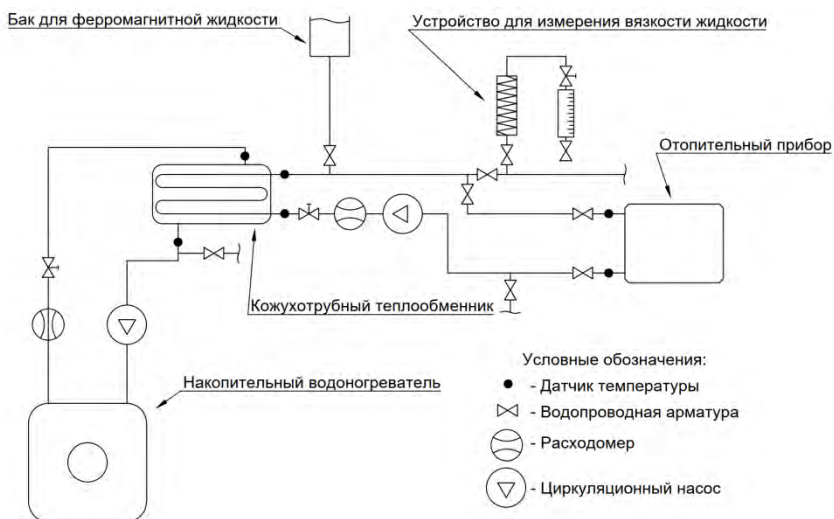


Рис. 2. Стенд по изучению характеристик ферромагнитной жидкости

Библиографический список

1. Берковский Б.М. Магнитные жидкости [Текст] / Б.М. Берковский, В.Ф. Медведев, М.С. Краков. – М.: Химия, 1989. – 239 с..
2. Iordana Astefanoaei and Alexandru Stancu, Modeling of the Temperature Field in the Magnetic Hyperthermia, Numerical Simulations in Engineering and Science, DOI: 10.5772/intechopen.71364 Режим доступа: <https://www.intechopen.com/books/nanofluid-heat-and-mass-transfer-in-engineering-problems/heat-transfer-of-ferrofluids> (дата обращения 20.02.2020).
3. Ильгисонис Виктор Игоревич. Введение в теоретическую гидродинамику : [Текст] : Учеб. пособие / В.И. Ильгисонис. - Москва : РУДН, 2010. - 129 с.
4. Rajender Singh and Gadipelly Thirupathi, Manganese-Zinc Spinel Ferrite Nanoparticles and Ferrofluids, Magnetic Spinels - Synthesis, Properties and Applications, DOI: 10.5772/66522 Режим доступа: <https://www.intechopen.com/books/magnetic-spinels-synthesis-properties-and-applications/manganese-zinc-spinel-ferrite-nanoparticles-and-ferrofluids> (дата обращения 20.02.2020).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФАНКОЙЛОВ В МАЛОЭТАЖНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ

Тюрин И.Д., студент 2-го курса 15 группы ИИЭСМ

Стрельников А.Д., студент 2-го курса 15 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Усиков С.М., доц., к.т.н.

Инженерные системы здания предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека. Для поддержания комфортной температуры в помещениях используются различные системы, однако, стоимость таких систем в значительной мере играет решающую роль при применении их на действующих объектах.

В настоящей работе рассмотрены варианты применения двух систем: комбинированная система водяного отопления и сплит-системы, и вторая – система чиллер-фанкойл.

Объектом исследования является проект малоэтажного гражданского здания площадью по осям 49,5x13,5 метров и высотой в три этажа, расположенного на территории Московской области. Планировки здания представлены на рис. 1.



Рис. 1. План первого этажа рассматриваемого объекта

Для первого варианта, в качестве отопительных приборов были выбраны биметаллические радиаторы, теплопроводы выполнены из полипропиленовых труб, а источником теплоты является собственная котельная, расположенная на первом этаже здания. Система отопления рассматриваемого проекта имеет 16 стояков, 78 радиаторов, для обеспечения оптимальной температуры воздуха в помещениях в летнее время предусмотрены 67 сплит-систем (в кухонных помещениях сплит-системы не устанавливались).

Во втором варианте предусматривалась установка 78-ми двухтрубных фанкойлов, холодильную машину на кровле здания, и ту же самую котельную на первом этаже здания. Кроме того, для каждого фанкойла предусмотрен узел обвязки, состоящий из трехходового клапана, сетчатого фильтра, и другого оборудования.

Перед проведением сравнения капитальных затрат на оборудование двух вариантов рассмотрим преимущества и недостатки каждой системы [1-4]:

1. Скорость прогрева помещения фанкойлом в связи с принудительной циркуляции воздуха, быстрее в отличие от радиатора.

2. Система холодоснабжения от чиллера к фанкойлу использует холодную воду, а не газ – фреон, как сплит-система. При утечке фреона в помещении может создать неблагоприятные условия для здоровья человека.

3. Фанкойл занимает меньше места, чем радиатор отопления и сплит-система с внешним блоком, выходящим на улице.

4. Фанкойл может работать на охлаждение и обогрев воздуха. При этом сплит-система, которая тоже может работать на обогрев и охлаждение, не может стать заменой фанкойлу, так как не может работать при температуре окружающей среды ниже 0 градусов по Цельсию и ниже 10 при специальном комплекте для зимнего использования.

5. Для работы фанкойла необходима электроэнергия и дренажная система, что усложняет монтаж и обслуживание такой системы.

6. Фанкойлы, при работе создают достаточно высокий уровень шума, что препятствует эксплуатации их в ночное время в жилых зданиях.

Результаты расчета стоимости систем приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 2

Расчет стоимости основных элементов системы отопления и сплит-системы

Наименование оборудования	Секций радиатора	Шаровые краны	Термоклапан	Сплит-система
Количество, шт.	420	142	78	67
Цена за шт., руб.	590	1328	1254	33 300
Всего:	247 800	188 576	97 812	2 231 100
				Итого: 2 765 288

Таблица 3

Расчет стоимости системы чиллер-фанкойл

Наименование оборудования	Чиллер	Фанкойл	Узел обвязки фанкойла	Шаровые краны
Количество, шт.	1	78	78	64
Цена за шт., руб.	600 000	20 145	12 000	1328
Всего:	600 000	1 571 310	936 000	84 992
				Итого: 3 192 302

Вывод

Капитальные затраты на оборудование комбинированного решения из водяной системы отопления и сплит-систем значительно меньше, чем система чиллер-фанкойл. В дальнейшем интересно было бы исследовать и эксплуатационные затраты таких систем, и сравнить данные затраты в перспективе сроков эксплуатации предложенных вариантов систем.

Библиографический список

1. Бройда В.А. Расчет параметров работы теплообменника фанкойла с учетом устанавливающегося состояния воздуха в помещении. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. № 8 (656). С. 72-77.
2. Сапрыкина Н.Ю., Ткачев П.М. Сравнительный анализ микроклимата помещений с отопительными системами на основе чиллер-фанкойл и конвектора. В сборнике: Потенциал интеллектуально одарённой молодежи - развитию науки и образования Материалы VIII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников. В 2-х томах. Под общей редакцией Т.В. Золиной. 2019. С. 85-90.
3. Соколова Е.И., Прокошев Л.В. Методические подходы к выбору климатического оборудования для мини-отеля. Сервис в России и за рубежом. 2014. № 1 (48). С. 193-203.
4. Бурдакова Н.Н., Хитрина А.О., Панчук Н.Н. Влияние использования кондиционеров на архитектуру фасадов в процессе эксплуатации зданий. Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2014. № 1. С. 47-49.

АКТУАЛИЗАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЛУЧЕННОСТИ ДЛЯ ФАСАДОВ С КИНЕТИЧЕСКИМИ СОЛНЕЦАЗИЩНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

*Диденко С.И., студент 2-го курса 3 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Усиков С.М., доц., к.т.н.*

Вопрос о правильном расчёте поступлений теплоизбытков остаётся открытым и актуальным несмотря на широкое применение кинетических солнцезащитных устройств (далее КСЗУ) во многих странах мира в связи с широкими дизайнерскими и архитектурными решениями.

Нормативными документами устанавливается ряд требований к конструкции солнцезащитных устройств [1–7].

В [8] приведены неполные данные по коэффициентам светопропускания, так как они представлены для малого перечня углов, и не отвечают требованиям КСЗУ, а в статье зарубежных коллег [9] сказано, что прежний опыт проектирования был сильно упрощён из-за большой сложности и стоимости проведения расчетов. Кроме того, в статье [10] рассмотрен вопрос уточнения коэффициента инсоляции графическими методами.

Важно учитывать теплопоступления в режиме реального времени, так как от их величины будут влиять на энергетическую мощность систем микроклимата. Сейчас для расчёта теплопоступлений применяется моделирование с учётом окружающей застройки, что существенно повышает трудоёмкость создания системы.

На первом этапе необходимо определение коэффициента $K_{инс}$ для КСЗУ:

$$K_{инс} = 1 - \frac{F_T}{F_{П}}, \quad (1)$$

где F_T – площадь затенения, м²; $F_{П}$ – площадь затеняющей конструкции КСЗУ, м².

С помощью системы фотоэлементов можно определить положение солнца в градусах аналогично данным из справочных материалов [1], и вычислить координаты солнцестояния в актуальный момент времени. В зависимости от расположения солнца определяется положение затеняющей конструкции.

Основной задачей статьи является определение $K_{инс}$ для фасадов с КСЗУ при работе с трехмерными моделями, конструкциями сложной геометрической конфигурации, а также работы в САПР.

Расчет выполнен со следующими допущениями:

1. Радиус от точки отсчета координат до точки солнцестояния принят равным 10 м.
2. Солнцезащитная пластина КСЗУ принята тонкой и не имеет толщины.

3. Лучи от точки солнцестояния подчинены закону прямолинейного распространению света.
4. Лучи падающие от точки солнцестояния приняты параллельными друг другу.
5. Метод описывает построение геометрической тени без учета дифракции.

Для определения координат солнцестояния применяется сферическая система координат:

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \sin A_{co} \cdot \cosh_c \\ y &= r \cdot \sin A_{co} \cdot \sinh_c, \\ z &= r \cdot \sinh_c \end{aligned} \quad (2)$$

где A_{co} – солнечный азимут, град; h_c – угол солнцестояния, град.

Важно отметить, что при нахождении координат необходимо пересчитывать углы, приведенные в справочной литературе [8], относительно точки начала координат для корректного расчета инструментами САПР.

Для проверки решения была подготовлена визуализация точек солнцестояния, а также модель КСЗУ с оконным блоком.

По результатам расчетов был сформирован массив данных, содержащий координаты по трем осям, в табличной форме для импорта в средства САПР. От точек солнцестояния до пересечения с кромкой профиля КСЗУ произведена трассировка лучей для наглядного представления точки тени Е.

На рис. 1 изображено падение лучей на КСЗУ. Точка тени Е является искомой и для ее определения необходимо вычислить три координаты.

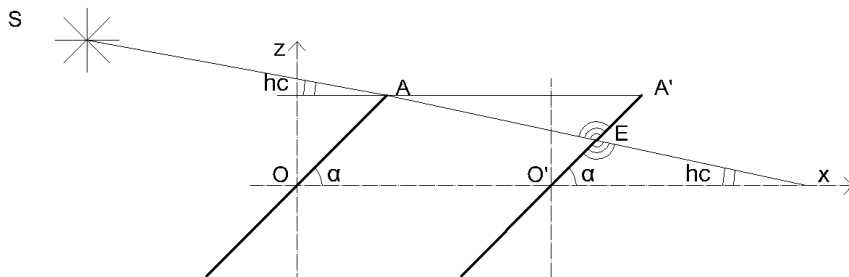


Рис. 1. Схема падения луча. Боковая проекция

Для нахождения координаты z требуется измерить расстояние по графической модели и расчетный час.

Таким образом, в общем виде координата точки Е равна:

$$z = Az - AA' \cdot \sinh_c \cdot \cosh_c, \quad (3)$$

где Az – координата точки A по оси z ; AA' – вектор между точками A и A' ; α – угол отклонения нормали элемента КСЗУ от A_{co} .

На рис. 2 изображено падение тени на соседнюю створку КСЗУ, вид сверху.

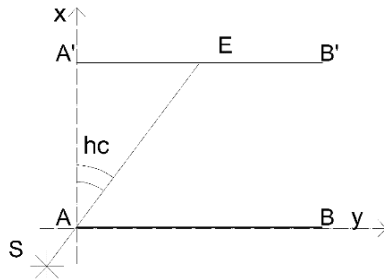


Рис. 2. Схема падения луча. Вид сверху

Координата точки E равна:

$$y = B'y - AA' \cdot tgh_c, \tag{4}$$

Искомая точка на рис. 3 образует границу геометрической тени, которая образует трапецию $D'EE'C'$. Так как точка лежит на плоскости ϕ , образованной $D'A'B'C'$, то недостающую координату можно определить исходя из канонического уравнения плоскости:

$$A x - x_0 + B y - y_0 + C z - z_0 + D = 0, \tag{5}$$

где A, B, C – упрощенные коэффициенты, полученные из матриц, приведенные в формуле 6; x – искомая координата точки E ; y, z – координаты вычисленные в формулах 3, 4; D – расстояние от оси вращения солнцезащитных конструкций относительно начала координат; x_0, y_0, z_0 – точки, лежащие на плоскости ϕ . В данном примере равны координатам точки A' .

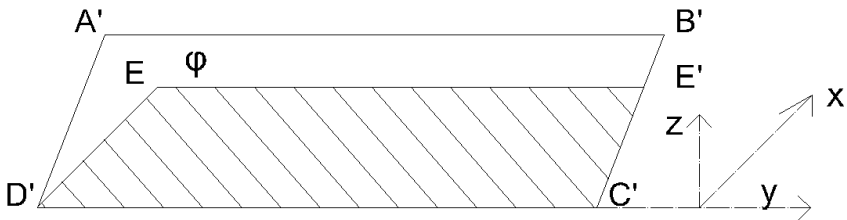


Рис. 3. Нахождение поверхности затеняемой конструкции КСЗУ

$$\begin{aligned} x - x_0 & B'xA'x & D'xA'x \\ y - y_0 & B'yA'y & D'yA'y = 0, \\ z - z_0 & B'zA'z & D'zA'z \end{aligned} \quad (6)$$

Отсюда:

$$A = B'yA'y \cdot D'zA'z - D'yA'y \cdot B'zA'z, \quad (7)$$

Аналогично для коэффициентов В, С.

Преобразуя уравнение 5 получаем координату точкиЕ по осях х:

$$\frac{B y - y_0 + C z - z_0 + D}{A} - Ax_0 = x, \quad (8)$$

После нахождения всех необходимых координат необходимо найти площадь затенения D'EE'C'. Для этого воспользуемся формулой площади трапеции по четырем известным сторонам:

$$F_T = \frac{a+b}{2} \sqrt{c^2 - \left(\frac{b-a}{2} \frac{2+c^2-d^2}{b-a}\right)^2}, \text{ м}^2, \quad (9)$$

где a, b, c, d – стороны трапеции.

Следует обратить внимание, что длины a, b, c, d преобразованы из векторов сторон трапеции построенных по координатам. Например:

$$a = \sqrt{(E'x - Ex)^2 + (E'y - Ey)^2 + (E'z - Ez)^2}, \text{ м}. \quad (10)$$

После вычисления площади F_T можно отнести к площади затеняемого элемента КСЗУF_п, м², и определить коэффициент инсоляции по формуле (1).

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-ФЗ (последняя редакция).
2. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». М: Минздрав России. 1997.
3. ГОСТ 30494-2011. «Здания жилые и общественные» М.: Стандартинформ, 2019.
4. ГОСТ 33125-2014. «Устройства солнцезащитные. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2015.
5. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» М.: НИИСФ, 2012.

6. СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты. М.: НИИСФ, 2017.
7. СП 370.1325800.2017 «Устройства солнцезащитные зданий. Правила проектирования» М.: НИИСФ, 2017.
8. Руководство по проектированию и применению солнцезащитных средств в промышленных зданиях. М.: НИИСФ Госстроя СССР, 1980.
9. Преимущества графического метода определения коэффициента инсоляции для вертикального остекления. А.К. Ключко, А.Р. Ключко, М: НИУ МГСУ, 2019.
10. Новый метод оценки работы адаптивных кинетических солнцезащитных устройств. М. Тексой, О. Дурсан. М: Светотехника №5, 2018.
11. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3 книга 1. Вентиляция и кондиционирование воздуха: 4-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Г. Староверова. М.: Стройиздат, 1992.

СЕКЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ,
ГАЗОСНАБЖЕНИЯ И КОТЕЛЬНЫХ
УСТАНОВОК

ПРИМЕНЕНИЕ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ ТРАДИЦИОННОГО ТИПА

*Косоруков Д.П., студент 2-го курса магистратуры 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Аксенов А.К., доц., к.т.н.*

Современная строительная политика в Российской Федерации направлена на увеличение количества жилых и общественных зданий, которые имеют современные планировки и предназначены для комфортного проживания людей. Не менее интенсивно развивается и индивидуальное жилищное строительство. Увеличение количества возводимых зданий требует больших затрат тепловой энергии для различных инженерных систем, таких как: системы отопления, вентиляции, и горячего водоснабжения.

Преобладающим методом теплоснабжения в большинстве российских городов является централизованное теплоснабжение потребителей от различных источников производства тепловой энергии: ТЭЦ или использование районных котельных. В настоящее время состояние тепловых сетей во многом не соответствует требованиям действующих технических стандартов. Подключение же к централизованному теплоснабжению в индивидуальной жилой застройке является экономически неэффективным и вызывает необходимость строительства автономных источников теплоснабжения - индивидуальных котельных, позволяющих обеспечивать индивидуальный тепловой режим каждого отдельного строительного объекта. Такой режим теплоснабжения является экономически оправданным вариантом, относительно других возможностей обеспечения теплом.

Ежегодный рост цен на энергоносители заставляет владельцев зданий и строений принимать меры по сокращению расходов на теплоснабжение. Это возможно осуществить несколькими способами, например, сокращение расходов топлива за счет альтернативных источников производства тепла.

Одним из путей решения проблемы экономии топлива и повышения энергоэффективности котельных установок является разработка технологий глубокой утилизации теплоты уходящих газов из водогрейных котлов. Суть данного процесса состоит в снижении температуры уходящих газов из котельного агрегата до температуры ниже температуры точки росы при заданном давлении. В продуктах сгорания газовых водогрейных котлов во взвешенном состоянии находится водяной пар, который в результате глубокого охлаждения конденсируется на поверхности теплообменника и отдает циркулирующей внутри него воде скрытую теплоту парообразования (теплоту от конденсации водяных паров), в результате чего температура циркулирующей жидкости повышается, что позволяет сократить расход топлива для выработки необходимого количества тепловой энергии. Существуют различные инженерные подходы, которые используются для получения этой скрытой теплоты.

В некоторых странах глубокая утилизация теплоты продуктов сгорания осуществляется применением водогрейных котлов конденсационного типа, которые оснащены теплообменниками из коррозионностойких материалов с увеличенной поверхностью, часть которой работает в режиме глубокой конденсации водяных паров из продуктов сгорания газообразного топлива.

В Российской Федерации вышеназванная технология не имеет широкого распространения, несмотря на то, что монтаж котельных на базе конденсационных котлов ведется более 10 лет. Проблема, ограничивающая повсеместное применение данной технологии, заключается в необходимости создания низкотемпературных систем отопления, что практически трудноосуществимо при реконструкции систем теплоснабжения в зданиях и сооружениях. Экономическая ситуация в РФ привела к снижению темпов индивидуального жилищного строительства. Это привело к сокращению распространения котельных на базе конденсационных водогрейных котлов.

В настоящее время необходима разработка технического решения, позволяющего использовать скрытую теплоту конденсации водяных паров из дымовых газов в действующих системах теплоснабжения.

Одним из наиболее эффективных вариантов использования скрытой теплоты конденсации водяных паров из дымовых газов является встраивание в котельную дополнительного теплообменника -конденсационного экономайзера. Такое оборудование получило широкое применение в качестве хвостовой поверхности нагрева водогрейных котлов для теплоснабжения крупных сооружений и группы объектов жилищного строительства в западных странах. В качестве метода повышения энергоэффективности индивидуальных котельных конденсационные экономайзеры пока не применяются, хотя технический эффект от них в виде снижения температуры уходящих газов, утилизации скрытой теплоты конденсации водяных паров и повышения КПД котельного агрегата по высшей теплоте сгорания топлива в количественных показателях равен эффекту от установки конденсационного котла. Экономическая же выгода будет выше, поскольку стоимость экономайзера в разы ниже, чем конденсационного котла.

Для обоснования целесообразности применения конденсационных экономайзеров с целью повышения энергоэффективности газовых котлов традиционного типа нами был изготовлен опытный образец такого теплообменника. Проведенный эксперимент и необходимые расчеты, помогли установить эффективность его применения для индивидуальных газовых котельных в городе Москве.

В качестве оборудования применялся газовый настенный двухконтурный конвекционный котел с атмосферной горелкой производства компании BAXI: BAXI ECO Nova 24 F мощностью 24 кВт, а также конденсационный экономайзер типа труба в трубе со спиральным змеевиковым теплообменником. Данная конструкция представляет собой вставленные друг в друга две трубы из нержавеющей стали: наружная с условным диаметром 200 мм и внутренняя с условным диаметром 125 мм. На внутреннюю трубу была

накручена гибкая оребренная трубка из нержавеющей стали с условным диаметром 15 мм, закрепленная в верхней части экономайзера. Данная поверхность позволяет увеличить петлевое движение дымовых газов, повышая их температуру и уменьшая относительную влажность за счет подсушивания теплом от внутренних стенок неизолированного канала. С дымоотводящей системой котла теплообменник соединяется при помощи трубы из нержавеющей стали с условным диаметром 80 мм и гибкой алюминиевой подводки с условным диаметром 80 мм. Конструкция установки, для проведения опытов представлена на рис. 1.



Рис. 1. Опытная установка конденсационного экономайзера:

1 – корпус конденсационного экономайзера; 2 – сборник конденсата с $d=200$ мм; 3 – система отвода продуктов сгорания, состоящая из горизонтального участка диаметром 80 мм, тройника $d=80$ мм и регулирующей воздушной заслонки того же диаметра; 4 – труба из гофрированной нержавеющей стали $d=15$ мм для циркуляции воды; 5 – отводящий патрубок дымовых газов из гибкой алюминиевой трубы; 6 – газовый котел BAXI ECO Nova 24 F

Процесс работы конденсационного экономайзера можно описать следующим образом, в процессе работы газового котла в режиме нагрева воды на ГВС до 65°C образуются горячие дымовые газы, при средней температуре на выходе из котла 80°C . При закрытой воздушной заслонке 3 дымо-

вые газы направляются по горизонтальному участку и попадают в межтрубное пространство конденсационного экономайзера, где нагревают циркулирующую по гофрированной нержавеющей трубе воду с $t_{\text{хол}}=20$ °С (вода из трубопровода ХВС здания). Далее дымовые газы разворачиваются и уходят во внутреннюю трубу экономайзера и удаляются из системы в дымовую трубу.

Цель проведения эксперимента: определение процента, который составляет количество теплоты полученной в результате конденсации водяных паров из дымовых газов от общего количества теплоты, переданной воде в экономайзере.

В процессе экспериментальной деятельности замерялись следующие величины: температура дымовых газов на выходе из котла- $t_{\text{вых}}^{\text{кот}}$ °С, температура дымовых газов на выходе из экономайзера- $t_{\text{вых}}^{\text{ЭК}}$ °С, общий расход воды через котел - $L_{\text{вод}}$ м³/ч, расход воды через экономайзер - $L_{\text{ЭК}}$ м³/ч, температура воды после экономайзера - $t_{\text{вод}}^{\text{после.ЭК}}$ °С, расход газа через котел - V м³/ч.

В расчетах принимались следующие постоянные величины: температура воды на входе в экономайзер - $t_{\text{хол}}=20$ °С, низшая теплота сгорания природного газа - $Q_{\text{н}}^{\text{п}}=37310$ КДж/м³.

В результате проведенного эксперимента было получено, что процент теплоты, полученной в результате конденсации водяных паров из дымовых газов от общего количества теплоты, переданной воде в экономайзере составляет 15%, а процент количества теплоты, полученной в результате конденсации водяных паров из дымовых газов в экономайзере к общему количеству теплоты, от сгоревшего в котле газа составил 4%. Такие показатели отличаются от значений, которые можно получить в конденсационных котлах, где подобный процент составляет 7% при номинальном режиме эксплуатации.

Подобные различия связаны с несовершенством конструкции изготовленного лабораторного образца. Крепление оребренной гибкой трубки из нержавеющей стали осуществлялось без приваривания при помощи контактной сварки, что снижало теплообмен между дымовыми газами и поверхностью трубки. К другим недостаткам можно отнести несовершенство самой поверхности теплообмена, что могло привести к плохой осыпаемости трубки дымовыми газами и малому отводу капель с поверхности теплообмена и привело к подсушиванию поверхности и увеличению влагосодержания уходящих газов.

В процессе эксперимента был сделан следующий вывод: для повышения эффективности процесса теплообмена между дымовыми газами и поверхностью оребренной гибкой трубки с теплоносителем необходимо произвести заводскую сборку экономайзера, что позволит выровнять его показатели эффективности утилизации скрытой теплоты парообразования водяных паров с аналогичным показателем для конденсационного котла той же мощности. Экспериментально удалось получить необходимый технический эффект от применения данного оборудования.

По результатам эксперимента, предполагается и наличие экономической выгоды от использования конденсационного экономайзера по сравнению с конденсационным котлом. Например, стоимость конденсационного котла Вахі мощностью 24 кВт составляет 88114 рублей, а стоимость газового котла с атмосферной горелкой ВАХІ ЕСО Nova 24 F – 53940 рублей, стоимость конденсационного экономайзера заводского изготовления составляет 10000 рублей.

Проведенная экспериментальная деятельность, позволяет сделать вывод: технический эффект применения этих двух решений практически одинаков, однако, установка конденсационного экономайзера не требует применения низкотемпературных систем отопления, тогда как эффективность котла сильно снижается при установке его в действующую высокотемпературную систему отопления. Подогретая в конденсационном экономайзере вода, при необходимости, может быть использована для подогрева подпиточной воды и остывающей хозяйственно-питьевой воды в бойлере косвенного нагрева, что дает возможность исключить частые включения котла в режим нагрева воды для ГВС и сэкономить газообразное топливо.

Вопрос использования конденсационных экономайзеров в индивидуальном жилищном строительстве требует дальнейшего развития и конструктивного подхода. Предполагается, что экономический эффект от его использования будет получен в первый год его применения, а окупаемость установки наступит быстрее, чем у конденсационного котла. Описанная технология представляется перспективной для повышения энергоэффективности котельных установок и сокращения выбросов углекислого газа и окислов азота.

Библиографический список

1. Шадек Е., Маршак Б., Анохин А., Горшков В. Глубокая утилизация тепла отходящих газов теплогенераторов // Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ. 2014. № 2 (23).
2. Шадек Е., Маршак Б., Корякин И., Анохин А., Горшков В. Конденсационный теплообменник-утилизатор – модернизация котельных установок // Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ. 2014. № 5 (26).
3. Кудинов А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. М.: Машиностроение, 2012.
4. Industrial Waste Heat Recovery Industrial Energy RoundTable KatheyFerland Texas Industries of the Future Riyaz Pappar, Hudson Technologies Co. September 21, 2006. Hudson Technologies Combustion & Energy systems LTD.
5. Waterheater Manufacturers Association Performance Specification for Thermal Stores, 1999. [Shortly to be superseded by revised 2013 specification from the HWA (Hot Water Association)].
6. Domestic Heating Design Guide, CIBSE, May 2012.

7. BS 7593:2011, Code of Practice for Treatment of water in domestic hot water central heating systems.

8. Council Directive 92/42/EEC on efficiency requirements for new hot water boilers fired with liquid or gaseous fuels. Official Journal of the European Communities No L/167/17. 21 May 1992, p. 92.

9. А. Мировски, Г. Ланге «Материалы для проектирования котельных и современных систем отопления» Viessmann, Польша, 2014.

10. Г.Н. Делягин, В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков, П.А. Хаванов «Теплогенерирующие установки: учебник для вузов» М.ООО «ИД «БАСТЕД»», 2010.

ОСОБЕННОСТЬ РАБОТЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИ ОТКАЗАХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕТЕЙ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

*Климов Д.Н., студент 4-го курса 15 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Жила В.А., доц., к.т.н.*

В данной статье рассмотрим работу потребителей при отказе элементов сетей высокого давления.

Системы газоснабжения должны обеспечить подачу газа потребителям в определенном диапазоне. При снижении давления возможны погасания пламени. Эти случаи связаны с нарушением режимов работы системы газораспределения и при этом снижаются условия безопасности работы газовых приборов [1-8].

Ежечасовая подача газа потребителям – это одна из главных задач системы снабжения газом. Помимо этого, нужно убрать вероятность утечки газа из подземных газопроводов, которые, в свою очередь, могут при некоторых условиях способствовать образованию смеси из газа и воздуха.

Надежностью распределительной системы газоснабжения – это способность транспортировать требуемое количество газа потребителям.

Социальный характер является отличительной особенностью газораспределительных систем. Он заключается в обслуживании людей и обеспечении их нормальной жизнедеятельности, также при отказе элемента и прекращении подачи потребителям имеет место не только экономический, но и моральный ущерб. Снижается температура воздуха в помещениях при прекращении подачи газа на отопление зданий, что приводит к ухудшению условий жизнедеятельности людей, вследствие чего увеличивается число заболеваний.

Нужно спроектировать систему газораспределения так, чтобы недоподача газа была незначительна при отключении потребителей от газовых сетей в аварийных случаях.

Для проектирования газораспределительных систем используются методы:

- переход от тупиковой к кольцевой сети;
- дублирование;
- секционирование;
- использование схем, исключающие отключение потребителей от систем газораспределения.

Отказ элемента газораспределительной системы является внезапным повреждением, когда необходимо отключить элемента.

Величиной параметра потока отказов характеризует отказ. Он определяется данными статических повреждений. Если каждый элемент из N наблюдаемых отказал m_i раз за время наблюдений Δt , тогда:

$$\omega = \sum_{i=1}^N m_i (N \cdot \Delta t) \quad (1)$$

$T = \frac{1}{\omega}$ – величина, обратная параметру потока отказов, измеряемая в годах, называется наработкой на отказ. Величина T является средним временем работы элемента между отказами.

Параметр потока отказов газопровода относят к 1 км длины.

$$\omega = \omega_e \cdot l, \quad (2)$$

где ω_e – удельный параметр потока отказов, отнесенный к 1 км, $\frac{1}{год \cdot км}$;

При случайном совпадении повышенных нагрузок возникают отказы на уязвимых элементах, а значит, отказ является несчастным и случайным явлением.

Механические, коррозионные и разрывы сварных швов – это и есть основные виды повреждений газопроводов.

Вероятность m отказов за время t в потоке событий $P_m(t)$ можно определить по закону Пуассона:

$$P_m t = \frac{(\omega t)^m}{m!} \cdot e^{-\omega t}; m = 0; 1; 2; \quad (3)$$

Распишем вероятность того, что в интервале времени t не будет ни одного отказа:

$$P_0 t = e^{-\omega t} = P(t) \quad (4)$$

Она является функцией надежности элементов газораспределяющих систем.

Учитывая вероятность выхода из строя элементов газораспределяющих систем и недоотпуска газа, потребителям на время проведения ремонтных работ определен комплексный показатель надежности:

$$R_{сист} = 1 - \frac{\Delta Q_i \cdot \omega_i}{\Delta Q_0 \cdot \omega_i} \cdot (1 - e^{-\omega_i t}) \quad (5)$$

где ΔQ_i – недоотпуск газа на время проведения работ потребителям, $M^3 \cdot ч$; ΔQ_0 – расчетный расход газа, $M^3 \cdot ч$; ω_i – параметр потока отказов.

Теперь проанализируем вопрос методов проектирования кольцевого газопровода высокого давления с позиции надежности работы. Как расчетную схему возьмем кольцо, представленное на рис. 1, имеющее пять узловых нагрузок.

Диаметр кольца рассчитываем на $\frac{P_n^2 - P_k^2}{l} = const.$

Начальная формула для расчета гидравлических потерь определяется как:

$$P_n^2 - P_k^2 = k \cdot \frac{1}{d^{5,25}} \cdot Q^2 = a \cdot Q^2 \quad (6)$$

где k – коэффициент, зависящий от свойств газа; a – гидравлическое сопротивление газопровода.

Кольцевой диаметр d_0 , длина участка l_0 .

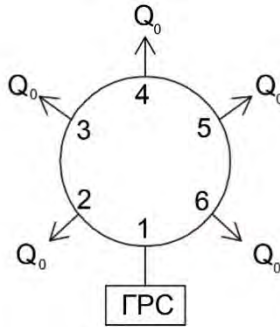


Рис. 1. Расчетная схема кольца высокого давления постоянного диаметра

В связи с тем, что размеры и геометрические направление потоков, формы кольца и нагрузки симметричны, то здесь не требуется гидравлическая увязка.

При расчетной нагрузке потери давления в кольце определяются так:

$$P_n^2 - P_k^2 = a_0(xQ_0)^2 \tag{7}$$

Для рассмотренного кольца:

$$P_3^2 - P_4^2 = a_0(0,5Q_0)^2$$

$$P_2^2 - P_3^2 = a_0(1,5Q_0)^2$$

$$P_1^2 - P_2^2 = a_0(2,5Q_0)^2$$

$$P_1^2 - P_4^2 = P_n^2 - P_k^2 = 8,75a_0Q_0^2$$

Определим пропускную способность кольца при выключении наиболее невыгодного участка 1-2.

Далее мы обозначим узловый расход в долях от Q_0 :

$$Q = xQ_0 \tag{8}$$

Получим формулы для определения общих потерь давления:

$$P_3^2 - P_2^2 = a_0 xQ_0^2 = x^2a_0Q_0^2$$

$$P_4^2 - P_3^2 = a_0 \cdot 2,0xQ_0^2 = 4x^2a_0Q_0^2$$

$$P_5^2 - P_4^2 = a_0 \cdot 3,0xQ_0^2 = 9x^2a_0Q_0^2$$

$$P_6^2 - P_5^2 = a_0 \cdot 4,0xQ_0^2 = 16x^2a_0Q_0^2$$

$$P_1^2 - P_6^2 = a_0 \cdot 5,0xQ_0^2 = 25x^2a_0Q_0^2$$

$$P_1^2 - P_2^2 = (P_n^2 - P_k^2)_{общ} = 55x^2a_0Q_0^2$$

Если начальное и конечное давление для расчетного и аварийного режимов одинаковые, тогда потребители при аварийном режиме работы смогут получить следующее количество газа:

$$P_n^2 - P_k^2 = (P_n^2 - P_k^2)_{общ} \quad (10)$$

или

$$8,75a_0Q_0^2 = 55x^2a_0Q_0^2 \quad (11)$$

где $x = \frac{8,75}{55} = 0,39$ – это составляет 39% величины, которой мы расписали ранее.

Данная пропускная способность кольца является недостаточной. Следовательно, кольцо не обеспечивает надежность работы системы. Для обеспечения допустимого снижения пропускной способности кольца нужно иметь резерв давления.

Определим нужный резерв давления для кольца высокого давления, если обеспечивается пропускная способность кольца при аварийном режиме равная 0,8 расчетного значения.

Необходимый резерв давления определяется по условию:

$$\frac{(P_n^2 - P_k^2)_{общ}}{(P_n^2 - P_k^2)_к} = \frac{55x^2a_0Q_0^2}{8,75a_0Q_0^2} \quad (12)$$

или

$$(P_n^2 - P_k^2)_{общ} = 4,023 \cdot (P_n^2 - P_k^2) \quad (13)$$

Нужный резерв давлений для кольца высокого давления:

$$P_n = 0,7 \text{ МПа}; P_k = 0,4 \text{ МПа}$$

$$(P_n^2 - P_k^2)_{общ} = 0,7^2 \cdot 0,4^2 = 0,33 \text{ МПа}$$

$$(P_n^2 - P_k^2)_k = \frac{0,33}{4,023} = 0,08$$

Величина расчетного перепада давления:

$$P_k = \sqrt{0,7^2 \cdot 0,08} = 0,64 \text{ МПа}$$

$$\Delta p_p = 0,06 \text{ МПа или } \frac{0,06}{0,6} \cdot 100\% = 10\%$$

Таким образом, мы видим, что для нормальной работы потребителей в случае отключения элемента системы высокого давления, нам необходимо иметь резерв давления.

Библиографический список

1. Ионин А.А. Газоснабжение. Стройиздат. 1989. Москва.
2. Жила В.А. Газоснабжение. Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ) Москва 2014.
3. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 59 961-2012. Системы газораспределительные. Сети газопотребления. Общие требования к эксплуатации.
4. Постановления Правительства РФ от 14.05.2013 № 410. О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования.
5. Приказ Ростехнадзора от 15.11.2013 № 542 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности» Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления.
6. СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы.
7. Жила В.А., Гусарова Е.А., Гулюкин Д.М. Надежность газораспределительных систем. / Издательский дом "Наука образования". НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 2017. № 20. С. 38-44.
8. Жила В.А., Соловьева Е.Б., Гулюкин Д.М. Безопасность систем газоснабжения и газораспределения. / Издательский дом "Наука образования". Научное обозрение. 2016. № 22. С. 27-32.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВНУТРИДОМОВОГО ГАЗОПРОВОДА С ЦЕЛЮ ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА

Макарищев В.Д., студент 4-го курса 14 группы ИИЭСМ

Савенко Г.А., студент 4-го курса 14 группы ИИЭСМ

Научные руководители – Жила В.А., доц., к.т.н.; Бусахин А.В., доц., к.т.н.

В данной статье производится сравнительный анализ двух принципиальных решений проектирования систем газораспределения и газопотребления с целью обосновать зависимость величины потерь давления газопровода к диаметрам прокладываемого трубопровода. С последующим исследованием возможности применения данных систем для обеспечения многоквартирных домов разной этажности.

Возможно выделить 2 основных подхода при расчёте внутридомового газопровода [1-8]:

1 – Расчет ведется, опираясь на допустимые потери давления в газопроводах низкого давления, тем самым не ограничивается диаметр газопровода.

2 – Расчет ведется, опираясь на опыт проектирования, тем самым задается максимально допустимый размер газопровода, на выходе из дома.

В нашем случае для установки в квартирах был принят двухконтурный котел «Buderus Logamax U072-18». Выбор котла обусловлен расчетом тепловых потерь в квартире рассматриваемого здания (2539,16 Вт), и усредненной величиной нагрузки на систему горячего водоснабжения (3150 Вт).

Далее приведем последовательность проведения конструирования внутридомового газопровода.

1. Методика гидравлического расчета принимается по коэффициенту одновременности. Расчетные расходы по каждому участку определяются по сумме номинальных расходов газа приборами с учетом коэффициента одновременности их работы:

$$Q_{p,i} = \sum_1^n k_o \cdot Q_{\text{ном}} \cdot N_i, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (1)$$

где n – число приборов в квартире; N – число одновременности работы однотипных приборов; $Q_{\text{ном}}$ – номинальных расход газа приборов, $\text{м}^3/\text{ч}$; k_o – коэффициент одновременности включения приборов, определяется в зависимости от количества квартир.

Номинальный расход газа прибором принимается по паспортным данным или техническим характеристикам приборов:

– для четырехконфорочной плиты: $Q_p^{21-20} = 1 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,25, \text{ м}^3/\text{ч}$;

– для четырехконфорочной плиты и котла: $Q_p^{20-19} = 1 \cdot 1,82 \cdot 1 + 1,25 = 3,07, \text{ м}^3/\text{ч}$.

2. Определение диаметров газопровода. Подбор диаметров осуществляется из опыта и соответствия суммарных потерь давления располагаемому напору, в случае несоответствия производится пересчет и новых подбор отдельных участков. Расчет ведем для стального газопровода сети низкого давления. Данные для расчетных параметров принимаются по СП 42.101.2003

$$d_p = m^1 \frac{\sqrt{A \cdot B \cdot p_0 \cdot Q_0^m}}{\Delta P_{уд}}, \quad (2)$$

где

$$\Delta P_{уд} = 600 / (1,1 \Sigma L) \text{ Па/м, [для конфигурации с плитой]} \quad (3)$$

$$\Delta P_{уд} = 1800 / (1,1 \Sigma L) \text{ Па/м, [для конфигурации с плитой и котлом]} \quad (3.1)$$

Приведем пример определения диаметра участка газопровода:

$$P_{уд} = 600 / 170,14 = 3,21, \text{ Па/м;}$$

$$d_p = 5 \frac{\sqrt{626 \cdot 0,022 \cdot 0,75 \cdot 1,25}}{3,21} = 1,374 \text{ см} = 13,74 \text{ мм} \Rightarrow \text{принимаем } d_p = 15 \text{ мм}$$

Затем мы производим подбор диаметров для участков газопровода по сортаменту.

3. Определение длин участков производится по чертежам.
4. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
5. Определение расчетных длин участков l_p :

$$l_p = l_r + l_{эКВ}, \quad (4)$$

где $l_{эКВ}$ – эквивалентная длина с учетом местных потерь давления газа на выбранном участке. Ее величина при $\xi = 1$ находится в зависимости от расчетного расхода и диаметра участков. Высота этажа принимается равной 3 метра.

6. Определение потерь давления на участках газопровода. Удельные потери давления определяются с помощью расчетного расхода Q_p и диаметра участка. Потери давления на участке:

$$\Delta P = \frac{\Delta P}{l} \cdot l_p \quad (5)$$

7. Учет влияния гидростатического давления $P_{г.ст.}$. Величина гидростатического давления на участке рассчитывается по формуле:

$$P_{г.ст} = g \cdot H(\rho_{в} \cdot \rho_{г}), \quad (6)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; H – Разность геометрических отметок участка, м; $\rho_{в} = 1,29 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха; $\rho_{г} = 0,75 \text{ кг/м}^3$ – плотность газа.

Результаты, полученные с упором на потери давления для варианта оборудования: плита + котел, приведем на рис. 1.

По данному графику можно сделать следующие выводы:

1. При конфигурации оборудования плита и котел потери давления внутридомового газопровода выходят за допустимый предел в 600 Па.

2. Расчетный диаметр для данной системы на выходе из дома для 16 этажей получился равным 200 мм, что еще раз указывает на необходимость проведения дополнительного исследования такой системы на предмет безопасности.



Рис. 1. Результаты расчета внутридомового газопровода

Библиографический список

1. СП 402.1325800.2018 «Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления».
2. СП 282.1325800.2016 «Поквартирные системы теплоснабжения на базе индивидуальных газовых теплогенераторов. Правила проектирования и устройства».
3. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
4. СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб».
5. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989. 439 с.
6. Жила В.А. Газоснабжение: учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция". М.: АСВ, 2014. 368 с.
7. Жила В.А., Гусарова Е.А., Гулюкин Д.М. Надежность газораспределительных систем. / Издательский дом "Наука образования". НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 2017. № 20. С. 38-44.
8. Жила В.А., Соловьева Е.Б., Гулюкин Д.М. Безопасность систем газоснабжения и газораспределения. / Издательский дом "Наука образования". Научное обозрение. 2016. № 22. С. 27-32.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Прилуцкий В., студент 4 курса 13 группы ИИЭСМ

Сидорова Ю., студент 3 курса 15 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Соловьева Е.Б., доц., к.т.н.

Затраты ГРО складываются из затрат на строительство и эксплуатационных затрат [1-10].

«Затраты на строительство газопровода включают в себя: земляные работы, сварочно-монтажные работы, стоимость самих труб, стоимость деталей и фитингов» [11].

«Текущие затраты на ремонт и обслуживание определяются такими факторами как: оплата с подрядчиками по аутсорсингу; оплата содержания газораспределительной сети, введенной в эксплуатацию, включая; расходы, включая все транспортные средства и строительное оборудование, аренда недостающего типа оборудования, все необходимые налоги, страховые платежи, топливо; сопутствующие технические потери газа; расходы на страховку, экологические платежи; услуги другого характера: расходы на банковские операции, услуги связи, аудиторские услуги, почтовые и телеграфные платежи; небольшой доли других расходов» [11].

Цена каждой газоснабжающей компании зависит от текущего состояния назначенного ему газораспределительной системы, перспектив ее развития и особенностей ее работы.

Для актуализации данных и приведению стоимости к текущему моменту используем коэффициент пересчета, значение которого определим, используя метод наращивания 1 рубля из базового периода к расчетному по формуле:

$$S_{\text{кон}} = S_{\text{нач}} \cdot \left(1 + \frac{\%}{100} \cdot \frac{Z_{\text{нар}}}{365} \right), \quad (1)$$

где $Z_{\text{нар}}$ – продолжительность периода действия процентной ставки рефинансирования/ключевой ставки, сут.; % – процентная ставка, %; $S_{\text{нач}}$ – переводной коэффициент осуществляющий наращение начальной стоимости из базового значения на начало периода действия процентной ставки рефинансирования/ключевой ставки, б/р; $S_{\text{кон}}$ – переводной коэффициент осуществляющий наращение начальной стоимости из базового значения на конец периода действия процентной ставки рефинансирования/ключевой ставки, б/р;

Пример алгоритма расчета переводного коэффициента представлена в табл. 1.

Для демонстрации алгоритма в качестве примера рассмотрим «некое» газораспределительное предприятие, показатели которого представлены в табл. 2.

Алгоритм расчета переводного коэффициента

N	Период действия ключевой ставки	Дата начала ставки	Дата окончания ставки	Количество дней	% от года	Ключевая ставка	S_{нач}	S_{кон}
1	01.01.2017 г. – 26.03.2017 г.	01.01.17	26.03.17	84	0,230	10	1,0000	1,0230
2	27.03.2017 г. – 01.05.2017 г.	27.03.17	01.05.17	35	0,096	9,75	1,0230	1,0326
3	2.05.2017 г. – 18.06.2017 г.	02.05.17	18.06.17	47	0,129	9,25	1,0326	1,0449
4	19.06.2017 г. – 17.09.2017 г.	19.06.17	17.09.17	90	0,247	9	1,0449	1,0681
5	18.09.2017 г. – 29.10.2017 г.	18.09.17	29.10.17	41	0,112	8,5	1,0681	1,0783
6	30.10.2017 г. – 17.12.2017 г.	30.10.17	17.12.17	48	0,132	8,25	1,0783	1,0900
7	18.12.2017 г. – 31.12.2017 г.	18.12.17	31.12.17	13	0,036	7,75	1,0900	1,0930
8	01.01.2018 г. – 11.02.2018 г.	01.01.18	11.02.18	41	0,112	7,75	1,0930	1,1025
9	12.02.2018 г. – 25.03.2018 г.	12.02.18	25.03.18	41	0,112	7,5	1,1025	1,1118
10	26.03.2018 г. – 16.09.2018 г.	26.03.18	16.09.18	174	0,477	7,25	1,1118	1,1502
11	17.09.2018 г. – 16.12.2018 г.	17.09.18	16.12.18	90	0,247	7,5	1,1502	1,1715
12	17.12.2018 г. – 31.12.2018 г.	17.12.18	31.12.18	14	0,038	7,75	1,1715	1,1750
13	01.01.2019 г. – 16.06.2019 г.	01.01.19	16.06.19	166	0,455	7,75	1,1750	1,2164
14	17.06.2019 г. – 28.07.2019 г.	17.06.19	28.07.19	41	0,112	7,5	1,2164	1,2266
15	29.07.2019 г. – 8.09.2019 г.	29.07.19	08.09.19	41	0,112	7,25	1,2266	1,2366
16	9.09.2019 г. – 27.10.2019 г.	09.09.19	27.10.19	48	0,132	7	1,2366	1,2480
17	28 октября 2019 г. – 15 декабря 2019 г.	28.10.19	15.12.19	48	0,132	6,5	1,2480	1,2587
18	16 декабря 2019 г. – 01 января 2020 г.	16.12.19	31.12.19	15	0,041	6,25	1,2587	1,2619

Показатели газораспределительного предприятия

Показатели	2017	2018	2019
Протяженность сети (км)	500,00	502,00	502,50
Эксплуатационные расходы млн. руб./год.)	114,00	178,00	187,00
Удельный расход на обслуживание млн. руб./км. трубопровода	0,23	0,35	0,37
Коэффициент пересчета цены из базовой даты в текущую (2020 г.)	1,26	1,15	1,07
Приведенный удельный расход на обслуживание млн. руб./км. трубопровода	0,29	0,41	0,40

В технико-экономических расчетах эксплуатационные расходы можно принимать пропорциональными длине газопроводов:

$$\Xi = f'K + \delta L, \quad (2)$$

где δ - стоимость обслуживания газопровода (руб./((п.м.*год)), f' - доля амортизационных отчислений (%/год); L – протяженность газопроводов (п.м.).

Амортизационные отчисления зависят от конкретных параметров сети: длины газопроводов, числа регуляторных установок, числа и степени оснащённости внутренних газопроводов потребителей. Эти расходы определяются какой-то частью от капитальных затрат на сеть в целом, цена которых обычно около 5% (из расчета срока службы газопроводов и оборудования 20 лет).

Чтобы воспользоваться этими данными при расчете целевой функции, необходимо ограничить их одним отрезком времени. Дабы ценовые показатели приведенных в документе исторических данных приобрели реальные значения и была возможность оценить современное значение коэффициента δ была использована следующая методика.

Таким образом, опираясь на данные таблицы можно получить оценку значения коэффициента $\delta = 36,66$ тыс. руб./100 п.м. за год в актуализированной на 2019 год цене. С учетом этого значения, а также доли амортизационных отчислений, принятых в размере $f' = 5\%$, выражение (2) принимает следующий вид:

$$\Xi = 0,05K + 0,036 L, \text{ (млн. руб./год)}, \quad (3)$$

где K – капитальные затраты (млн.руб.); L – протяженность газопроводов (100 п.м.).

Библиографический список

1. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989. 412 с.
2. СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями N 1, 2), М.: Госстрой, 2014.
3. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб М.: ЗАО "Полимергаз", ГУП ЦПП, 2003.
4. Гумба Х.М., Ермолаев Е.Е., Уварова С.С. Ценообразование и сметное дело в строительстве: учеб.-практическое пособие – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2011. – 419 с. – Серия: Магистр.
5. Синянский И.А. Проектно-сметное дело : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.А. Синянский, Н.И. Манешина. – 9-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 560 с.
6. Калинина О.Н. Сметно-нормативная база в строительстве в современных российских условиях. Журнал. Вестник ЮРГТУ (НПИ). 2013. №3. С. 151-155.
7. Крипоротько И.А., Суворова Е.А. Россия на мировом газовом рынке. Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. Том 1(67). 2015 г. № 2. С. 106-114.
8. Жила В.А. Газоснабжение: учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция". М.: АСВ, 2014. 274 с.
9. Силантьев И.В. Методические особенности проверки капитальных вложений на примере газораспределительной организации. Журнал. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета - 2014г. №36. С. 166-169.
10. Ю.А. Табунщиков, В.И. Прохоров, О.Н. Брюханов, В.А. Жила, А.К. Клочко - Цели и задачи оптимизации сетей газораспределения. Журнал. Вестник МГСУ - 2012г. №4. С. 73-76.
11. Жила В.А., Клочко А.К., Соловьева Е.Б. Получение функции, описывающей эксплуатационные расходы газораспределительной организации. Журнал. Интернет-вестник ВОЛГАСУ – 2013 г. №1(25). С. 2-9.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ АВТОНОМНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Бычков П.П., студент 2-го курса 2 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Мелехин А.А., доц., к.т.н.*

Сейчас в мире в связи с удорожанием и истощением не возобновляемых ресурсов, а также социальной и политической направленностью в сторону поддержания экологического равновесия на планете, интенсивно развиваются системы возобновляемых и неисчерпаемых ресурсов. К неисчерпаемым ресурсам относятся климатические, водные и космические. Использование энергии с использованием такими ресурсами стало называться возобновляемой или альтернативной энергией.

По оценкам исследований Hughes GSR Inc., 2009, график которых представлен на рис. 1. каждый год растет разрыв между объемом мировой добычи нефти и объемом разведанных запасов. Рядом исследователей прогнозируется полное истощение запасов нефти к 2050 г.

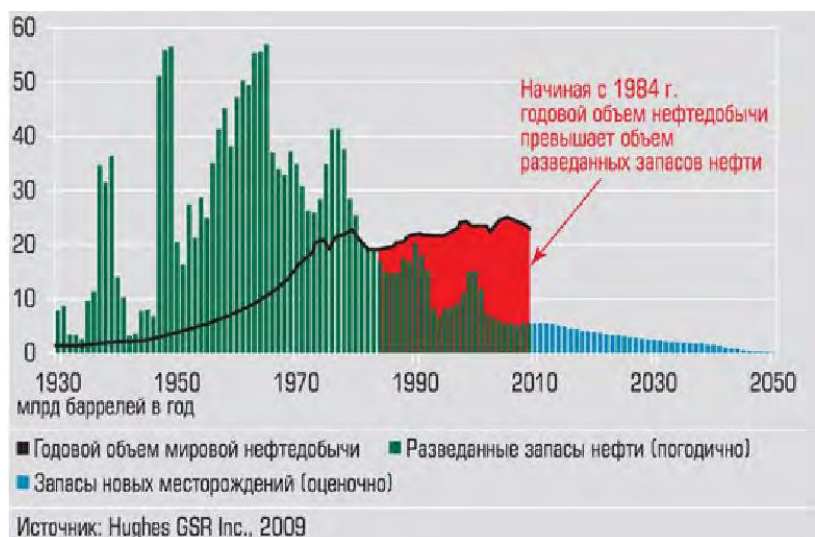


Рис. 1. Разрыв между ежегодным объемом мировой добычи нефти и объемом разведанных запасов

Исходя из тенденций истощения запасов не возобновляемых ресурсов, их удорожания, а также ухудшения экологической ситуации стали развиваться альтернативные источники энергии.

Не возобновляемые источники – это нефть, природный газ и уголь. На сегодняшний день получение энергии происходит в основном за счёт сжи-

гания органического топлива и работы атомных электростанций. Альтернативная энергетика – это методы, которые отдают энергию более экологичным способом и приносят меньше вреда.

В мире интенсивными темпами развивается использование альтернативной энергетики, так согласно отчёту ООН, в 2008 году во всём мире было инвестировано \$140 млрд в проекты, связанные с альтернативной энергетикой, тогда как в добычу угля и нефти было инвестировано \$110 млрд.

На рис. 2 представлена прогнозируемое количество мирового потребления энергоресурсов. По оценкам специалистов мировые ресурсы невозобновляемых источников по неофициальным данным закончатся через 50-270 лет. Однако, развивающееся производство возобновляемых ресурсов способно удовлетворить мировой спрос на энергию.

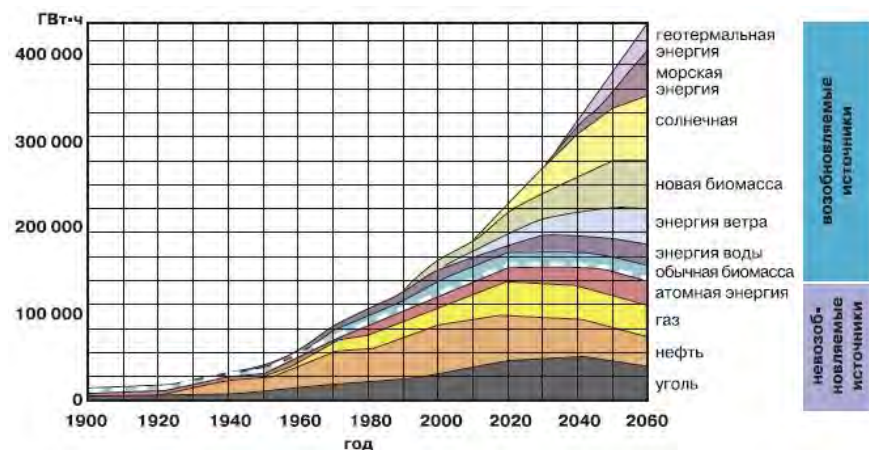
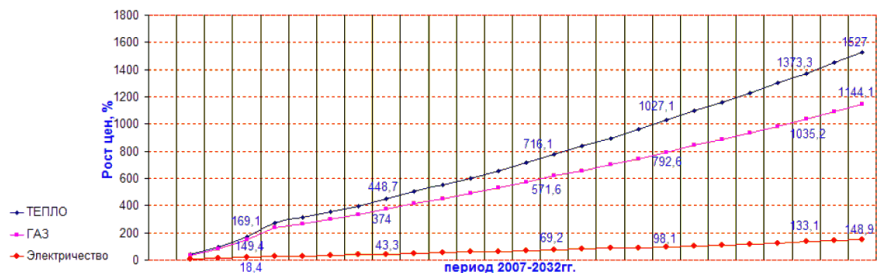


Рис. 2. Прогнозируемое количество мирового потребления энергоресурсов (1900-2060 гг.)

В России данная тенденция на использование альтернативных источников энергии не развивается с такой большой скоростью из-за доступа к не возобновляемым источникам. Обилие нефти и газа, а также их высокие цены на их экспорт почти закрыли путь для развития альтернативных источников.

Однако существует необходимость отопления зданий нетрадиционными источниками энергии. Это может быть вызвано географическим положением, экономической обстановкой или дороговизной поставки ресурсов или получением разрешений на разработку коммуникаций.

На рис. 3 представлен прогнозируемый рост тарифов ЖКХ. Исходя из которого можно предположить, что использование централизованного отопления со временем будет не выгодным в связи с его удорожанием, по сравнению с использованием альтернативных способов отопления.



Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Увеличение тарифов на тепло, %	39,1	93,4	169	274	312	353	399	449	504	551	602	657	716	780	836	896	959	1027	1099	1163	1229	1299	1373	1451	1527	1607
Увеличение стоимости природного газа, %	35,6	83,9	149	238	268	300	336	374	416	451	489	529	572	618	658	700	745	793	843	888	934	984	1035	1089	1144	1202
Увеличение тарифов на электроэнергию, %	5,8	11,9	18,4	25,4	29,6	33,9	38,5	43,3	48,3	53,1	58,3	63,6	69,2	74,8	80,4	85,9	91,9	98,1	104	111	118	126	133	141	149	157
Увеличение тарифов на тепло у.е.	34,1	47,4	65,9	91,7	101	111	122	134	148	159	171	185	200	215	229	244	259	276	294	309	325	343	361	380	398	418
Увеличение стоимости природного газа у.е.	77,3	14,8	142	193	210	228	248	270	293	314	335	358	383	409	432	456	482	509	537	563	590	618	647	678	709	742
Увеличение тарифов на электроэнергию у.е.	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15

Рис. 3. Прогнозируемый рост тарифов ЖКХ (2007-2032 гг.)

Сегодня существует множество вариантов систем теплоснабжения на рынке. Рассмотрим варианты альтернативных источников энергии, которые могут быть использованы для энергоснабжения частного дома в г. Ростов в местности, где запрещено использование не экологически чистых источников энергии.

Автономные источники – это источники энергоснабжения, не связанные с централизованными системами теплоснабжения и единой энергетической системой страны, предназначенные для получения тепловой и/или электрической энергии.

Сегодня существует довольно много вариантов систем теплоснабжения на рынке (отопление с использованием газа, отоплением с использованием электрических установок, отоплением с использованием теплового насоса, отопление с использованием солнечных панелей, отоплением с использованием ветрогенераторов, отопление с использованием солнечных коллекторов, а также использованием каминного отопления).

Каждая из перечисленных систем может быть использована для отопления частного дома, однако проектируемое здание находится в г. Ростов в местности, где разрешено использование только экологически чистых источников энергии, использование солнечных батарей не выгодно из-за повышенной малой активности солнца в местности, а использование ветрогенераторов загрязняет шумовой фон местности и крайне негативно отражается на здоровье человека, а поставки газа и других сгораемых веществ экономически не выгодны.

Поэтому для задачи обеспечения бесперебойного и автономного энергоснабжения в здании были рассмотрены: использование теплового насоса (использование геотермальной энергии) в совокупности с электрическим котлом, представленным на рис. 4. Тепловой насос с циркуляцией теплоно-

сителя по системе теплый пол, а электрический котел для обеспечения энергией остальные системы и в качестве резервной системы для поддержания тепла в случае недостаточной генерации энергии, вырабатываемой тепловым насосом.

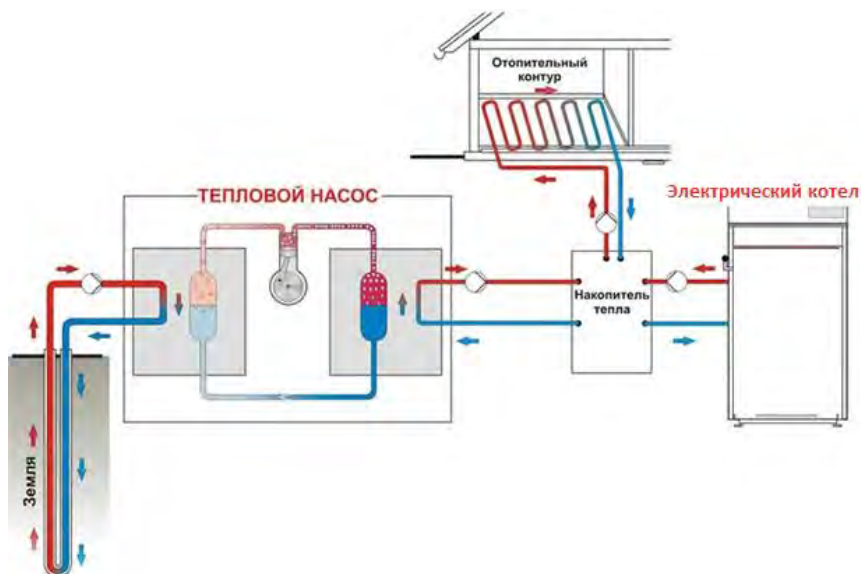


Рис. 4. Принципиальная схема отопления 2-этажного дома в г. Ростов

Тепловой насос – это устройство, предназначенное для передачи тепловой энергии от источника к потребителю, отличительной особенностью которого является перенос тепловой энергии от тела с меньшей температурой к телу с большей температурой. Для работы тепловому насосу необходим внешний источник энергии. Чаще всего применяется конструкция теплового насоса, состоящая из: компрессора, теплового расширительного клапана, испарителя и конденсатора представленная на рис. 5. Теплоноситель, циркулирующий внутри этих компонентов, называется хладагентом.

Самые эффективные, но и самые дорогие схемы предусматривают отбор тепла от грунта, чья температура не меняется в течение года уже на глубине нескольких метров, что делает установку практически независимой от погоды.

«Другим возможным применением теплового насоса может стать его комбинирование с существующими системами централизованного теплоснабжения. К потребителю в этом случае может подаваться относительно холодная вода, тепло которой преобразуется тепловым насосом в тепло с потенциалом, достаточным для отопления. Но при этом вследствие меньшей температуры теплоносителя потери на пути к потребителю (пропорциональные разности температуры теплоносителя и окружающей среды) мо-

гут быть значительно уменьшены. Также будет уменьшен износ труб центрального отопления, поскольку холодная вода обладает меньшей коррозионной активностью, чем горячая»[11].

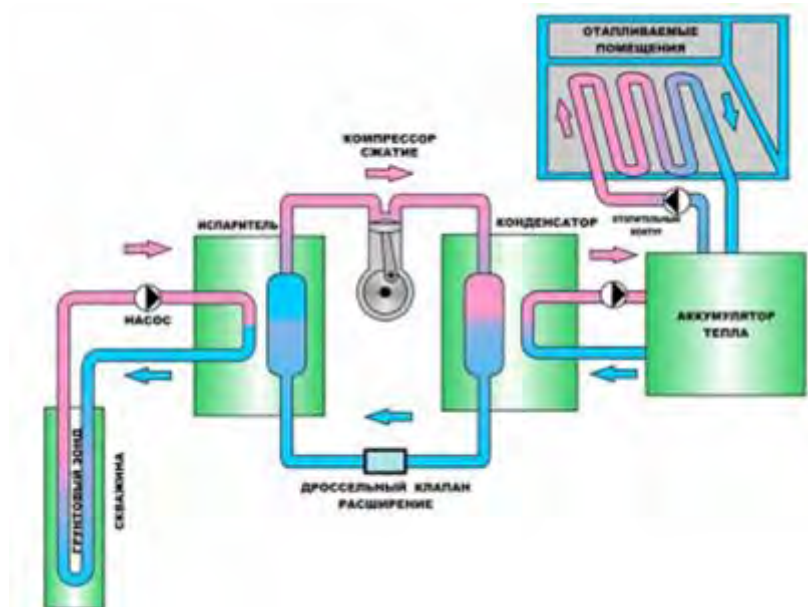


Рис. 5. Принципиальная схема теплового насоса

Таким образом, мы рассмотрели и определили наиболее энергоэффективные способы автономной генерации тепловой энергии. Исследовали типы автономных устройств для генерации тепловой энергии, ознакомились с особенностями применения; исследовали специфику использования автономных устройств генерации тепловой энергии; изучили способы подачи теплоты и их использование в отоплении 1-2 этажного дома.

Библиографический список

1. СП 131.13330.2012. Актуализированная редакция «СНиП 23-01-99*-01-99*. Строительная климатология». Министерство регионального развития. М., 2012.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: ГУП ЦПП. – 1999.
3. СП 50.13330.2012. Актуализированная редакция «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий» Министерство регионального развития. М., 2012.
4. СП 230.1325800.2015. Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей. – М.: ФАУ «ФЦС», 2015.

5. СП 373.1325800.2018 Источники теплоснабжения автономные. Правила проектирования.

6. Гладышев Н.Н., Короткова Т.Ю. Автономные источники тепловой и электрической энергии малой мощности [Электронный ресурс] // URL: <http://www.electrolibrary.info/> – (дата обращения 23.12.19).

7. Иванов В. А. Исследование целесообразности использования автономных систем теплоснабжения на Севере [Электронный ресурс] // Актуальные вопросы технических наук: материалы Междунар. науч. конф. (г. Пермь, июль 2011 г.). – Пермь: Меркурий, 2011. – С. 57-58. – URL <https://moluch.ru/conf/tech/archive/4/882/> (дата обращения: 23.12.2019).

8. Магалюк Н. Системы отопления загородных домов [Электронный ресурс] // URL: <https://vsvoemdome.ru/stroitelstvo/otoplenie/sistemy-otopleniya-zagorodnyh-domov-sposoby-montazha#i-3/> – (дата обращения 23.12.19).

9. Информационный ресурс Википедия [Электронный ресурс] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тепловой_насос#Перспективы – (дата обращения 23.12.19).

10. Информационный ресурс Википедия [Электронный ресурс] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Альтернативная_энергетика – (дата обращения 23.12.19).

11. Германович В., Турилин А. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. – СПб.: Наука и Техника. – 2011. – 320 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Петров Г.А., студент 3-го курса 13 группы ИИЭСМ
Никонов Е.С., студент 3-го курса 13 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Малышева А.А., доц., к.т.н.

Подавляющий процент энергии, которую использует человек, приходится на тепловую энергию. С течением времени стоимость этого ресурса непрерывно растет, что ставит перед поставщиком вопрос о наиболее точном распределении выплат за отопление.

В зданиях до середины 90-х годов 20 века не устанавливались счетчики тепловой энергии. Оплата рассчитывалась по нормативу, с учетом потерь на транспортировку, общедомовые затраты. Этот метод являлся очень дорогим и не экономичным для потребителя. С середины 90-х начались мероприятия по установке регуляторов тепловой энергии в зданиях, так как это являлось наиболее эффективным способом экономии энергии. Расчет производился путем распределения показаний счетчика пропорционально площади квартир. [1] В тоже время были написаны правила учета тепловой энергии РД 34.09.102, в которых излагались основные положения и требования к теплосчетчикам.

Следующей ступенью эволюции стало принятие федерального закона № 261-ФЗ, который регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. [2] Помимо этого, на основании статьи 13 пункта 7, многоквартирные дома, вводимые в эксплуатацию должны быть оснащены дополнительно индивидуальными приборами учета тепловой энергии, при наличии технической возможности. [2] Это условие позволило бы наиболее точно рассчитывать стоимость, но возникают проблемы с реализацией этого условия.

Несмотря на достаточно простой контроль расхода воды, учет тепловой энергии очень сложен и многогранен. Для установки теплосчетчика в квартире необходим индивидуальный ввод, т.е. собственный подающий и обратный трубопроводы. Это условие не выполнимо в большинстве построенных зданий, ведь с советских времен в многоэтажных домах преобладают стояковые системы водяного отопления, как самые дешевые и гидравлически устойчивые. При это через одну квартиру может проходить несколько стояков, и к каждому присоединен один или несколько приборов.

В такой ситуации есть два варианта: индивидуальные теплосчетчики и индивидуальные распределители тепла.

Теплосчетчиками должны быть оснащены все помещения в дома. При это за тепловую энергию в помещении будут платить по счетчика, а общедомовое потребление будет распределено пропорционально площади помещения собственника. Теплосчетчик должен быть в Госреестре средств измерений и поверен и его установка предусматривает вмешательство в

систему отопления. Счетчик мы должны устанавливать на каждый стояк, к которому подключен прибор. На рис. 1 представлена возможная схема подключения теплосчетчика «Карат-компакт». [3]

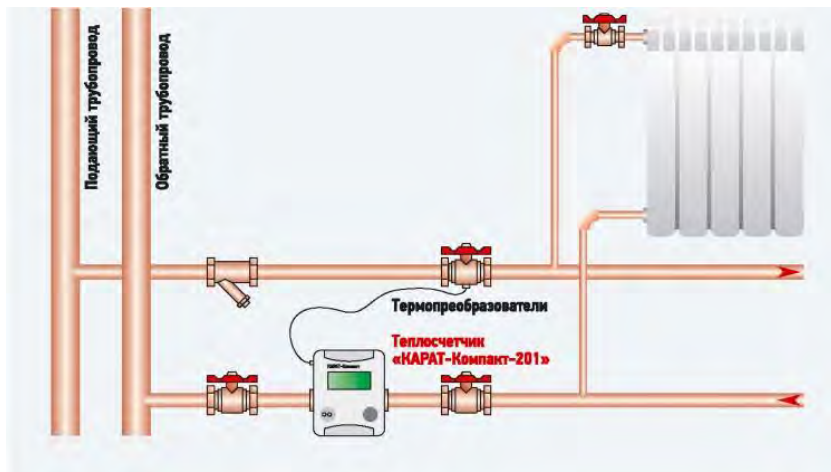


Рис. 1. Схема подключения теплосчетчика «Карат-компакт»

Распределитель показывает примерную теплоотдачу прибора. Принцип работы распределителя простой: если в доме есть общий счетчик тепла, то достаточно распределить затраты между жильцами. [3-7] Он устанавливается на поверхность прибора и не требует вмешательства в систему отопления. Проблема начинается с выбора прибора, ведь у разных производителей алгоритмы вычисления величины тепловой энергии разные. Поэтому для установки приборов во всем доме, необходимо иметь распределители одного производителя. На рис. 2 показан установленный распределитель.



Рис. 2. Распределитель тепловой энергии

У распределителя высокая погрешность измерения. Если прибор измеряет обе температуры теплоносителя, его можно сбить путем навешивания на него полотенца или установкой экрана.

В качестве экспериментального варианта была разработана схема индивидуального учета тепла с помощью квартирного тепловычислителя (рис. 3). [4] На каждом стояке монтируются датчики температуры на входе теплоносителя в квартиру и выходе. У места соединения стояка с магистралью устанавливается общий расходомер. Данные со всех квартирных датчиков и расходомеров поступают на квартирный тепловычислитель, который рассчитывает потребление тепловой энергии. Эта система хорошо работает лишь при полностью открытых кранах терморегуляторов, так как при перекрытии какого-либо крана, разность температур теплоносителя в отопительном приборе будет мала. Это накладывает на потребителя ограничения в регулировании климата в помещении.

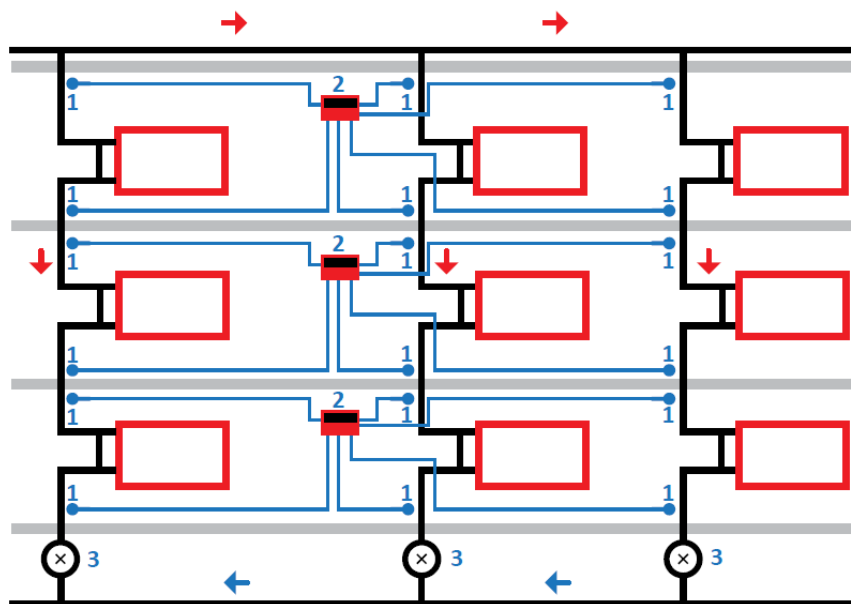


Рис. 3. Экспериментальный вариант поквартирного теплоучета

В современных зданиях система отопления проектируется с учетом индивидуального ввода в каждую квартиру, для установки на нем теплового счетчика. Это наиболее современный способ учета тепла, который убирает большую часть проблем с определением количества переданного тепла потребителю.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 N 354 (ред. от 13.07.2019) "О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов".
2. Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23.11.2009.
3. СТО НП «АВОК» EN834-2007. Стандарт АВОК. Распределители стоимости потребленной теплоты от комнатных отопительных приборов. Распределители с электрическим питанием.
4. Сайт Valtec [Электронный ресурс]. – «Веста регионы», – Режим доступа: [http:// www.valtec.ru /](http://www.valtec.ru/), свободный.
5. Абрамчук С.И., Мукашев А.М., Пуговкин А.В. Беспроводная автоматизированная система учета тепловой энергии. / Электронные средства и системы управления. материалы докладов международной научно-практической конференции. научное обозрение. 2018. № 1-2. С. 287-289.
6. Аверьянов В.К., Горшков А.С. Проблемы индивидуального учета тепловой энергии в многоквартирных жилых домах. / Энергосбережение. 2019. № 2. С. 42-49.
7. Аверьянов В.К., Горшков А.С. Пути решения проблемы индивидуального учета тепловой энергии в многоквартирных жилых домах. / Энергосбережение. 2019. № 3. С. 48-52.

КРЫШНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ, КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

*Денищikov Н.А., студент 3-го курса 13 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Гнездилова О.А., доц., к.т.н.*

Применение крышных котельных при теплоснабжении абонентов становится всё более востребованным. Крышная котельная представляет собой децентрализованный (автономный) источник теплоснабжения. Крышные котельные строят в специально подготовленном помещении на крыше здания. Пример крышной котельной приведём на рис. 1.

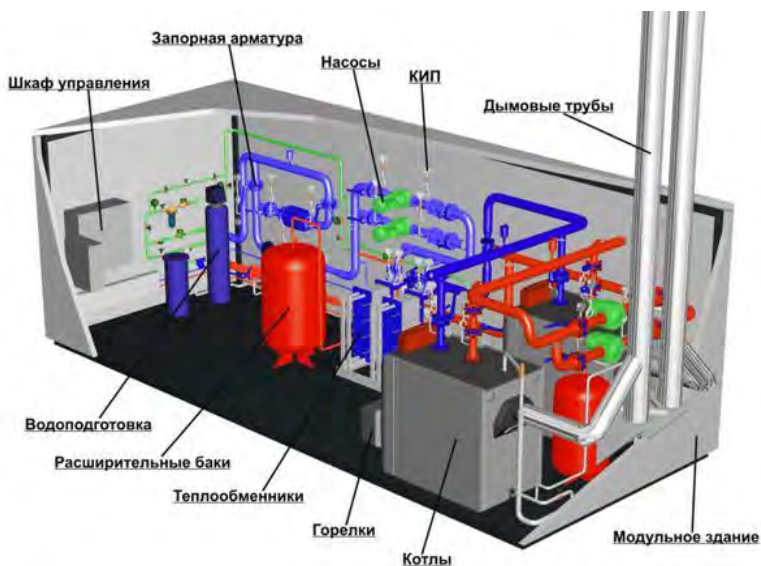


Рис. 1. Крышная котельная

Крышные котельные могут быть стационарными или в блочно-модульном исполнении. Стационарное исполнение возможно с применением материалов аналогичных применяемых на стройке и требует затрат времени. Блочно-модульная котельная изготавливается в заводских условиях и доставляется к объекту теплоснабжения, такое решение требует меньших затрат времени [1-5].

Возведение крышных котельных особенно выгодно в районах элитного жилого строительства, точечного строительства и реконструкции. Эти районы зачастую находятся в центре крупных городов. Существующие здесь тепловые сети не позволяют обеспечить теплом строящиеся здания, а плотная застройка и высокая стоимость земли делают строительство наземных котельных невозможным.

Крупнейшими отечественными производителями крышных котельных являются такие компании как:

– Краснодарский завод котельного оборудования ООО «Энерго-Стандарт», который более 15 лет занимается производством оборудования для малой и средней теплоэнергетики.

– ООО «Модульные котельные системы»- ведущая компания на рынке котельного оборудования основанная в 2005г.

– АО «Яринжком»- крупнейший производитель отопительного оборудования, основанный в 1992г. в Ярославле

– ООО «Завод «Нефтегазооборудование» производит блочные котельные установки мощностью от 0,05 до 30 МВт.

Для примера сравнение экономических показателей крышной котельной и централизованного теплоснабжения рассмотрим 5-ти этажный жилой дом на 90 квартир в городе Пермь. В качестве источника теплоснабжения выбрана крышная котельная.

В результате исследования средней стоимости теплоснабжения определены средняя в месяц стоимость тепловой энергии в отопительный период для всех квартир жилого дома и общая сумма, оплачиваемая за отопление. Расчёт представлен в табл. 1.

Таблица 1

Расчёт затрат на теплоснабжение

Площадь квартиры, м ²	Средняя цена за отопительный период, руб.	Сумма в год, руб.	Количество квартир, штук	Итого, руб/год
23	2 135	14 944	10	149 444
41	2 522	17 653	70	1 235 682
55	3 157	22 102	10	221 019
-	-	-	∑	1 606 145

Нормативное значение теплопотребления часто не соответствует фактическому и носят завышенный характер, поэтому расчет теплопотребления производится по укрупненным показателям.

Тепловой поток на отопление:

$$Q_o = \frac{F q_o}{3.6} n, \text{ Вт} \quad (1)$$

где F – площадь квартиры, м²; n – количество квартир, штук; q_o – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление, кДж/(м² ч):

$$q_o = \frac{24 \cdot q_h \cdot t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}}{n_{\text{от}}}, \frac{\text{кДж}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}} \quad (2)$$

где q_h – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление, $\text{кДж}/\text{м}^2 \text{С} \cdot \text{сут}$; $t_{\text{вн}}$ – внутренняя температура воздуха в помещении ($t_{\text{вн}}=20 \text{ С}$); $t_{\text{нар}}$ – наружная температура воздуха ($t_{\text{нар}} = -35 \text{ }^\circ\text{С}$); $n_{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода ($n_{\text{от}}= 229 \text{ сут}$).

Расчет теплового потока на отопления сведен в табл. 2.

Таблица 2

Определение теплового потока на отопление

Квартира (количество жилых комнат)	Количество квартир, штук	Площадь, м^2	Укрупнительный показатель максимального теплового потока на отопление, $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{С} \cdot \text{сут})$	Укрупнительный показатель максимального теплового потока на отопление, $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$	Тепловой поток на отопление
1	10	23	81,00	466,9	29 959
2	70	41	81,00	466,9	370 399
3	10	55	81,00	466,9	70 812
-	-	-	-	Итого	471 170

Для рассматриваемого в примере здания необходима котельная с мощностью 470 кВт. Затраты на котельную установку (установка + пусконаладочные работы) составляют 4,45 миллионов рублей. При расчётном потреблении газа на теплоснабжение объекты $55 \text{ м}^3/\text{ч}$ и тарифной стоимостью газа $5 \text{ руб}/\text{м}^3$ затраты на топливо за 1 отопительный период составят 745 тысяч рублей. При расходе воды на «подпитку» 4 тысяч рублей в год. Затраты на электроэнергию составляют 280 тысяч рублей за год. Крышная котельная так же требует обслуживания на сумму 35 тысяч рублей в год. Экономическую целесообразность применения крышной котельной будем определять с использованием критерия чистых дисконтированных затрат:

$$\text{ЧДД} = \text{ДД}_{T_{\text{сл}}} - \text{К} = \Delta\text{Д} \frac{1 - 1 + r^{-T_{\text{сл}}}}{r} - \text{К} \quad (3)$$

где $\text{ДД}_{T_{\text{сл}}}$ – полный дисконтированный доход, руб.; К – капитальные затраты на теплоснабжения, руб.; $\Delta\text{Д}$ – поток доходов в год, руб./год; r – величина нормы дисконта, в долях единицы; $T_{\text{сл}}$ – расчётный период времени, год.

Расчёт сведен в табл. 3.

В нашем случае окупаемость наступит после 17 отопительных периодов. Расчётный срок службы крышной котельной составляет 20 лет, поэтому организация теплоснабжение с использованием крышных котельных может быть целесообразным.

Определение чистого дисконтирования дохода

Расчетный доход, руб	Период, лет	ЧДД, руб
546892,1	1	-3902825
546892,1	2	-3450848
546892,1	3	-3039960
546892,1	4	-2666426
546892,1	5	-2326849
546892,1	6	-2018142
546892,1	7	-1737500
546892,1	8	-1482371
546892,1	9	-1250435
546892,1	10	-1039585
546892,1	11	-847902
546892,1	12	-673646
546892,1	13	-515231
546892,1	14	-371217
546892,1	15	-240295
546892,1	16	-121276
546892,1	17	-13075,9
546892,1	18	85287,49

Библиографический список

1. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989. 439 с.
2. Жила В.А. Газоснабжение: учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция". М.: АСВ, 2014. 368 с.
3. Жила В.А., Гусарова Е.А., Гулюкин Д.М. Надежность газораспределительных систем. / Издательский дом "Наука образования". Научное обозрение. 2017. № 20. С. 38-44.
4. Плотников А.С. Снижение вибрационных нагрузок при эксплуатации крышных котельных. // Вестник инженерной школы дальневосточного федерального университета. 2018. №1 (34) С.77-82
5. Голобородько И.Е. О крышных котельных и не только о них. // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2019. №4 (208) С.30-31

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЁМКОСТИ ВВП ГЕРМАНИИ И РОССИИ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ

*Журавлев А.В., студент 1-го курса 1 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Гагарин В.Г., проф., д.т.н.*

В данной статье рассматривается изменение энергоёмкости ВВП Германии и России в течение 20 лет.

Энергоёмкость – это величина потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции, выполнения работ, оказания услуг на базе заданной технологической системы. Численным выражением энергоёмкости системы является показатель, представляющий собой отношение энергии, потребляемой системой, к величине, характеризующей результат функционирования данной системы. Показатель энергоёмкости позволяет увидеть изменение эффективности труда в Российской Федерации с 1997 по 2016 г., а также сравнить показатели нашей страны с показателями одной из ведущих экономик мира – экономикой Германии, которая является постиндустриальной страной.

Актуальность данного исследования обусловлена тем что, основываясь на полученных результатах мы можем сделать вывод об правильности мер принятых для реализации федерального закона от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

Прежде чем говорить о энергоёмкости необходимо уточнить климатические и энергетические ресурсы обоих стран.

Общие данные для России - климатически преобладающая часть территории находится в климатическом поясе, вечная мерзлота занимает 65% территории, климат умеренно континентальный.

Отраслевая структура ВВП России довольно равномерна: торговля 16,2%, финансы и услуги 14%, обрабатывающая промышленность 13,6%, добыча полезных ископаемых 9,1%, остальные отрасли менее 10% от общего ВВП.

Страна обладает существенными запасами энергетических ископаемых и потенциалом возобновляемых источников энергии. Входит в 10-ку стран, наиболее обеспеченных энергоресурсами. Примерное распределение потребления первичных энергоресурсов: природный газ 53,2%, нефть 21,9%, уголь 13,4%, гидроэнергия 5,9%, ядерная энергия 5,6%. [1-9]

Общие данные для Германии – страна находится в умеренном климатическом поясе, на севере климат морской, южнее переходит в умеренно-континентальный.

Наиболее важную роль в экономике играют два экономических сектора на 70-78% сфера услуг, 23-28% производство. В 2002 году была крупнейшим потребителем электроэнергии в Евросоюзе.

Обладает запасами бурого каменного угля в Рурском угольном бассейне. Имеет развитую атомную энергетику, но планирует отказаться от АЭС к 2030 году. 40,4% от всей электроэнергии вырабатывается из альтернативных источников энергии. Счета за электричество для домашних хозяйств в среднем выше на 40% чем по всей остальной Европе.

Составив представление о каждой из стран переходим к сравнению экономических показателей. Важнейшими факторами в нашем случае являются количество произведённых товаров и услуг и уровень безработицы, поскольку он напрямую влияет на количество продукции. Данные представлены в табл. 1,2:

Таблица 1

Занятость населения в России

	2005	2010	2015
Рабочая сила, проценты	61,6	63	63,7
Уровень безработицы, проценты	7,2	7,4	5,6

Таблица 2

Занятость населения в Германии

	2005	2010	2015
Рабочая сила, проценты	58,5	59,4	60,3
Уровень безработицы, проценты	11,2	7	4,6

Основываясь на данных по валовому внутреннему продукту из справочника Statistical Yearbook начертим поведение экономик двух стран в течение заданного промежутка времени. Полученные кривые показаны на рис. 1.

Имея данные о ВВП стран далее, для расчёта энергоёмкости, нам необходимо узнать энергопотребление каждой из стран, которое находится по справочнику Energy Statistics Yearbook.

Под термином энергоёмкости понимают несколько разных показателей, но нам нужен только один. Соответственно существует несколько способов расчёта энергоёмкости, мы воспользуемся только одним — это отношение затраты энергии на производства продукции и оказания услуг в стране к стоимости конечного продукта, то есть валового внутреннего продукта страны:

$$\text{Энергоёмкость ВВП} = \frac{\text{Затраты энергии страны, т.н.э.}}{\text{ВВП страны в текущих ценах, млн.долл.сша}}$$

Сводим все данные в итоговую табл. 3,4:

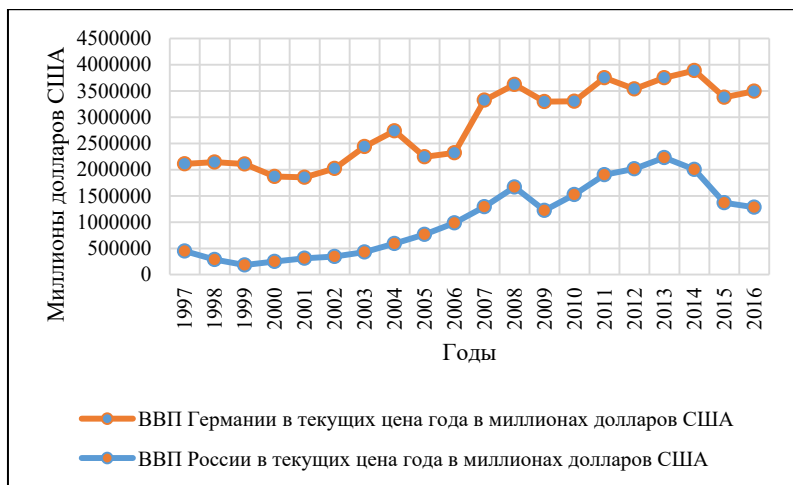


Рис. 1. ВВП за период 1997-2016 г.

Таблица 3

Энергоёмкость ВВП России

Годы	Общее потребление, т.н.э.	Общее потребление, тераджоули	ВВП России в текущих ценах, млн. долл. США	Энергоёмкость ВВП
1997	577160	24153	447 103	1,290889
1998	574986	24062	285 464	2,014214
1999	583779	24430	183 815	3,175907
2000	596253	24952	251 106	2,374508
2001	588511	24628	309 947	1,898747
2002	584138	24445	345 605	1,690189
2003	613578	25677	430 115	1,426543
2004	601630	25177	590 287	1,019216
2005	603135	25240	764 382	0,789049
2006	648800	27151	984 927	0,658729
2007	654177	27376	1 294 382	0,505397
2008	670976	28079	1 667 600	0,402360
2009	416029	17410	1 221 989	0,340453
2010	448600	18773	1 524 917	0,294180
2011	461312	19305	1 904 791	0,242185
2012	463200	19384	2 016 110	0,229749
2013	439256	18382	2 230 625	0,196921
2014	461026	19293	2 003 922	0,230062
2015	459329	19222	1 368 402	0,335668
2016	472400	19769	1 284 727	0,367705

Энергоёмкость ВВП Германии

Годы	Общее потребление, т.н.э.	Общее потребление, терраджоули	ВВП России в текущих ценах, млн. долл. США	Энергоёмкость ВВП
1997	329232	13718	2 110 965	0,155963
1998	325368	13557	2 144 484	0,151723
1999	318048	13252	2 107 972	0,150879
2000	318768	13282	1 870 277	0,170439
2001	300504	12521	1 855 643	0,161941
2002	294336	12264	2 022 311	0,145544
2003	296376	12349	2 441 667	0,121383
2004	297720	12405	2 740 621	0,108632
2005	293784	12241	2 244 600	0,130885
2006	295224	12301	2 321 500	0,12717
2007	284232	11843	3 323 810	0,085514
2008	288336	12014	3 623 688	0,07957
2009	217896	9079	3 298 634	0,066056
2010	231984	9666	3 304 439	0,070204
2011	221592	9233	3 752 110	0,059058
2012	222936	9289	3 539 615	0,062983
2013	227928	9497	3 752 514	0,06074
2014	218880	9120	3 890 607	0,056259
2015	222720	9280	3 381 389	0,065866
2016	226584	9441	3 495 163	0,064828

На основании полученных данных строим рис. 2.

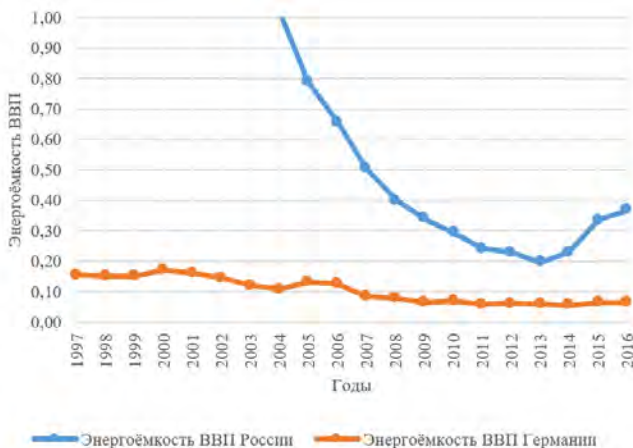


Рис. 2. Энергоёмкости ВВП России и Германии

Итак, по рисунку мы видим, что до 2013 была уверенная тенденция к повышению эффективности производства (понижению энергоёмкости) и меры принятые для исполнения ФЗ №261 была продуктивны. После же их продуктивность снизилась, и они требуют доработки и модификации.

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-ФЗ (последняя редакция).
2. Statistical Yearbook. United Nations. New York. Sixty-first issue 2018.
3. Statistical Yearbook. United Nations. New York. Fifty-three issue 2007.
4. Statistical Yearbook. United Nations. New York. Forty-seven issue 2000.
5. Energy Statistics Yearbook. United Nations. New York. 2016.
6. Energy Statistics Yearbook. United Nations. New York. 2011.
7. Energy Statistics Yearbook. United Nations. New York. 2007.
8. Energy Statistics Yearbook. United Nations. New York. 2001.
9. Хромушкин Ю.А. Формирование новой экономики Германии в контексте современных процессов постиндустриализации. // Современные наукоёмкие технологии. 2008. №7. С. 49.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ИСЛАНДИИ

*Сосновский Н.Ю., студент 1-го курса магистратуры 1 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Войтович Е.В., доц., к т.н.*

Вопросы энергетической эффективности актуальны как в РФ [1] так и во всём Море [3, 4, 5]. В данной статье рассматривается энергоэффективность Исландии в сравнении с другими странами, а частности с РФ.

Все энергетические ресурсы глобально можно разделить на 2 группы: невозобновляемые и возобновляемые. К невозобновляемым относятся: газ; нефть, уголь; торф; горючий сланец; ядерная топливо. А к возобновляемым в свою очередь: солнечное излучение; энергия приливов и отливов; гидро-энергетика; энергия ветра; биотопливо; геотермальная энергия.

Население Исландии составляет более 350000 человек. При этом в столице страны – Рейкьявике с учётом пригородов проживает 202000 жителей. Площадь государства Исландия – 103000 км². Температура средняя за год в Рейкьявике равна +5°C.

Структуру потребления энергии в Исландии представим на рис. 1.

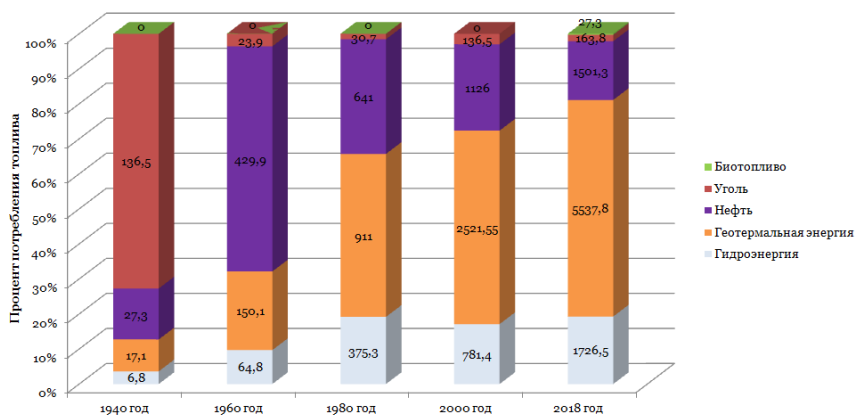


Рис. 1. Структуру потребления энергии в Исландии

Как видно из рис. 1 широкое применение в Исландии получила геотермальная энергетика. Геотермальная энергетика основана на процессе получения энергии (тепловой или электрической) за счёт тепла земных глубин.

Отопление Исландии в основном организовано за счёт энергии получаемой из геотермальных источников. По состоянию на текущий момент в Исландии отопление зданий потребляет около половины получаемой геотермальной энергии. Примерно 9 из 10 домов в Исландии используют горячие воды, поступающие из геотермальных источников. Из скважин глу-

биной 200 – 2000 метров горячая вода подается в трубы. Двигаясь по этим трубам, нагретая вода обогревает дома исландцев [6].

Также обратим внимание, что из рис. 1 видно, как доля геотермальной энергии в общем энергетическом балансе страны с 1940 года по 2018 год возросла в 328 раз. Приведём вводимые в эксплуатацию геотермальные электростанции в табл. 1.

Таблица 1

Геотермальные электростанции Исландии

Электрическая станция	Ввод в эксплуатацию	Установленная мощность электрическая - МВт	Производство электроэнергии-брутто, млн.кВт·ч
Bjarnarflag	1969	3,00	0,25
Svartsengi	1977	76,00	587,08
Krafla	1978	60,00	461,38
Nesjavellir	1998	120,00	970,35
Reykjanes I/II	2006	100,00	809,97
Hellisheiði	2006	303,00	2502,48
Peistareykjavirkjun	2017	90,00	678,33
Итого	-	752,00	6009,84

Рассмотрим энергопотребление на душу населения в Исландии по годам в сравнении с другими странами (рис. 2).

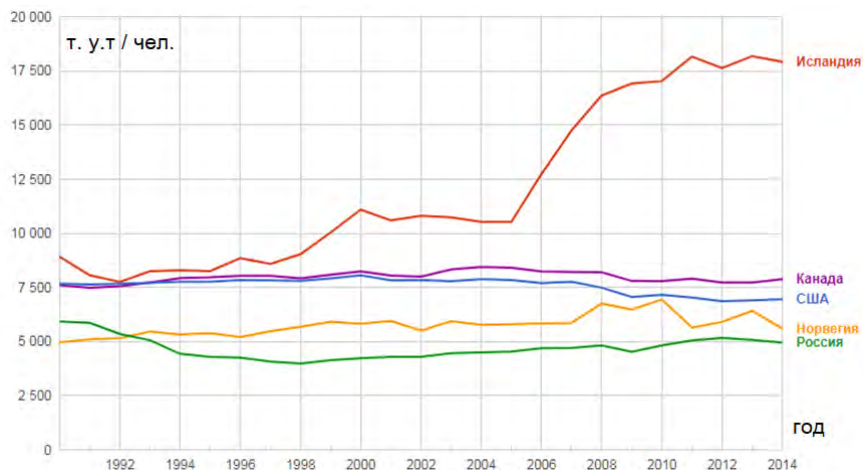


Рис. 2. Энергопотребление на душу населения в Исландии

Интересным является тот факт, что в Рейкьявике дороги и тротуары подогреваются от проложенных под ними труб с горячей водой. [6]

Энергетическую эффективность Исландии в финансовом выражении представим на рис. 3.

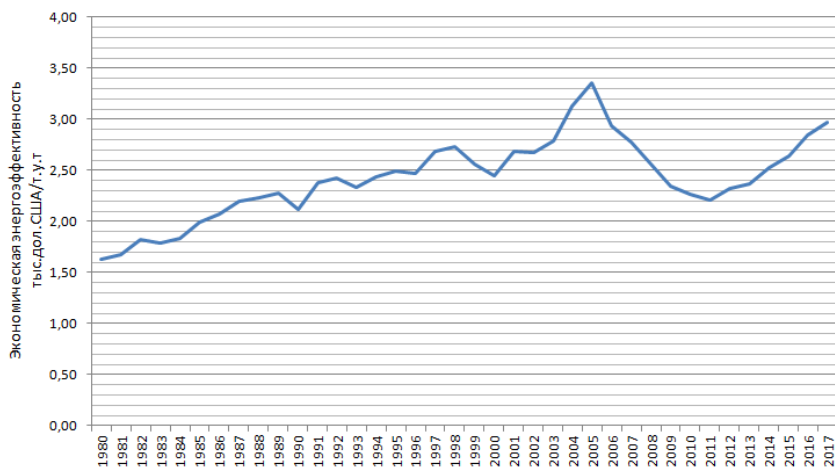


Рис. 3. Энергетическая эффективность Исландии

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-ФЗ (последняя редакция).
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1).
3. Хромушкин Ю.А. Формирование новой экономики Германии в контексте современных процессов постиндустриализации. // Современные наукоёмкие технологии. 2008. №7 С. 49.
4. Овакимян М., Организация программ по повышению энергоэффективности в различных странах и регионах. / Мировое и национальное хозяйство. 2016. № 2(37). С. 4.
5. Меркулова Н.В., Свиридова А.А., Энергоэффективность зданий в России и зарубежных странах. / Уральский научный вестник. 2018. № 5. С. 10-13.
6. Портал-энерго. Эффективное энергосбережение [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/511/>, свободный.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ГАЗОВЫХ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ

Деткин В.Д., студент 3-го курса 15 группы ИИЭСМ

Парамонов Н.И., студент 3-го курса 15 группы ИИЭСМ

Научный руководитель – Чуленёв А.С., доц., к.т.н.

За последнее время на территории России наблюдается значительный рост объемов коттеджного строительства, что приводит к увеличению объемов децентрализованного теплоснабжения с использованием котлов малой мощности [1, 2, 3].

Топливом для данных теплогенераторов могут служить: газ, уголь, древесина и ее производные, дизельное топливо, электричество. Наиболее распространенным топливом на территории РФ является природный газ, именно поэтому котельные на этом горючем встречаются повсеместно.

Помимо отопления дома и приготовления воды для нужд горячего водоснабжения, подведенный к строению газ может быть использован для приготовления пищи.

Но у природного газа как топлива есть и ряд трудностей: высокая стоимость подключения поселков и отдельных зданий к системе газоснабжения; относительная дороговизна котельного оборудования; повышенная пожароопасность.

Принцип работы газового котла (рис. 1) заключается в том, что горючее, попадая в камеру сгорания, воспламеняется и греет теплоноситель, а продукты сгорания удаляются вытяжным вентилятором в дымоход. Горелка имеет возможность модулировать силу пламени, повышая или понижая тем самым теплоотдачу. Перед обратной магистралью установлен циркуляционный насос, поддерживающий скорость движения теплоносителя в системе. Также котел может иметь дополнительный теплообменник, для передачи части теплоты на нужды ГВС. Помимо этого, система оснащена расширительным баком, компенсирующим температурные расширения теплоносителя.

Достойной альтернативой теплогенераторам на газовом топливе является электрический котел (рис. 2), так как в нашей стране электрифицированы практически все населенные пункты. Это значительно упрощает процесс монтажа котельной. В отличии от других видов топлива оборудование относительно пожарно-безопасно.

Существенным минусом этой системы является высокая стоимость электроэнергии и ограниченная мощность, отведенная на один коттеджный участок.

Электрический теплогенератор необходим для нагрева теплоносителя, благодаря установленным в его корпусе ТЭНам (термоэлектрический нагревателям). Есть возможность поочередного отключения этих элементов, что позволяет ступенчато регулировать мощность котла. Оснащена эта система циркуляционным насосом для приведения среды в движение.

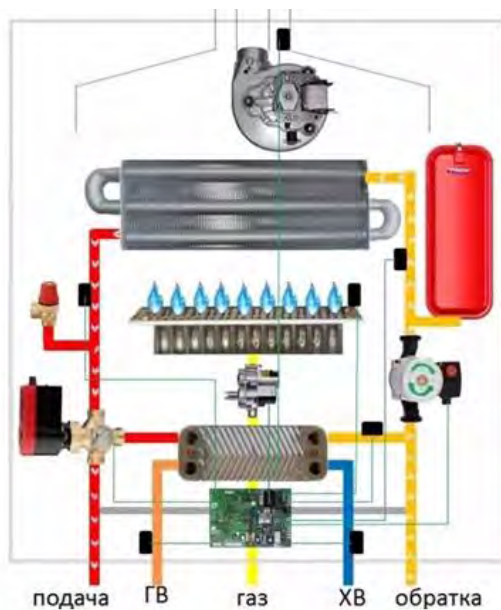


Рис. 1. Принципиальная схема газового котла

Также для гидравлической упругости системы предусмотрен расширительный бак. Схема показана на рис. 2.

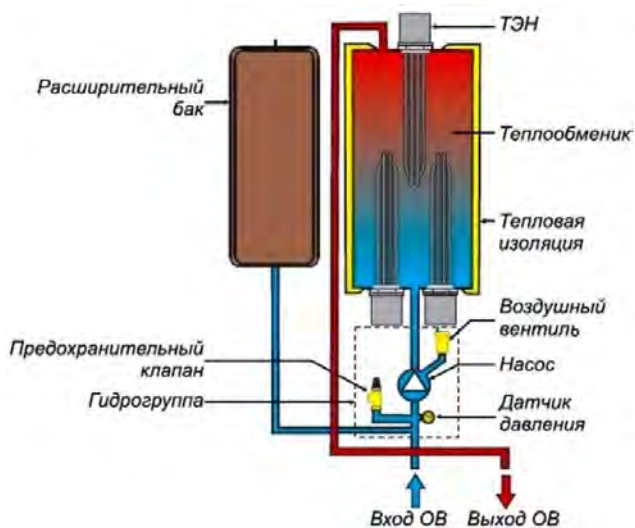


Рис. 2. Принципиальная схема электрического котла

Расчёт нагрузки на систему отопления производится по формуле [4]:

$$Q_o = \frac{T \cdot N \cdot Q_{op} \cdot t_{вн} - t_{н.ср.}}{t_{вн} - t_{нр}}, \quad (1)$$

где T – количество часов работы отопления в сутки (принимаем 24 ч.); N – число суток в расчётном периоде или продолжительность отопительного сезона (принимаем 216 сут.); Q_{op} – расчётная тепловая нагрузка (максимальный часовой расход) в кВт*ч на отопление; $t_{вн}$ – средняя температура воздуха в здании, °С; $t_{н.ср.}$ – средняя температура наружного воздуха за рассматриваемый период (отопительный сезон или конкретный месяц), °С; $t_{нр}$ – расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления (температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92).

Последовательность технико-экономического обоснования при выборе типа устанавливаемого котла рассмотрим на примере.

Для этого условно возьмем под расчет средний по размерам коттедж в Московской области площадью 120 метров и с теплопотерями 10 кВт*ч. Отведенная мощность электроэнергии на участок 15 кВт.

Район строительства – г. Клин (-28°С по [5]). Продолжительность отопительного периода – 216 суток. Средняя температура воздуха отопительного периода -3,1 °С. Средняя температура воздуха в отапливаемом здании +20°С.

Приведём теплотехнические характеристики здания:

- общие тепловые потери здания – 10 кВт;
- годовая нагрузка на отопление Q_o – 24948 кВт;
- суточная нагрузка на отопление Q_o - 115,5 кВт;
- суточная нагрузка на отопление Q_o - 4,8125 кВт.

Стоимость электроэнергии для данного района приведем в табл. 1.

Таблица 1

Стоимость электроэнергии для разных тарифов и периодов времени

Тариф	01.01.2020 - 31.06.2020, руб/(кВт·ч)	01.07.2020 - 31.12.2020, руб/(кВт·ч)	Усредненные значения, руб/(кВт·ч)
Ночной	1,89	2,06	1,975
Дневной	4,41	4,55	4,48
Среднесуточный	3,57	3,72	3,645

Стоимость газа для данного района 5,54 руб/м³.

КПД газового котла 0,864, а электрического 0,98.

Стоимость газификации в нашем случае составляет 700 тыс. рублей.

Под эксплуатационными затратами понимается годовая стоимость электроэнергии, потребляемая на нужды системы отопления и горячего водоснабжения.

Затраты на организацию системы отопления индивидуального дома сведём в табл. 2.

Таблица 2

Категории затрат на организацию системы отопления здания

Статья расходов	Электрокотел	Газовый котел
Эксплуатационные затраты, руб	119 211	23 018
Капитальные затраты, руб	50 000	800 000
Котельная, руб	50 000	100 000
Дополнительные затраты, руб	0	700 000

Затраты на организацию и теплоснабжения индивидуального дома представим в виде графика на рис. 3. Линия синего цвета соответствует затратам при использовании электрического котла, а серого цвета газового. Из графика видно, что первоначальная стоимость монтажа системы с газовым котлом в разы больше электрического аналога. На 8 год эксплуатации себестоимость проектов уравнивается, а в последующие года электрическая система становится все более не рентабельной.

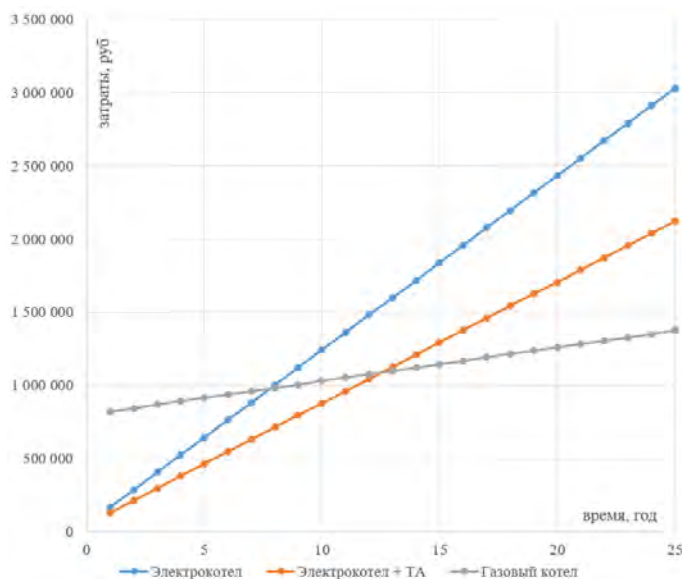


Рис. 3. Затраты на теплоснабжение индивидуального дома

Однако существует возможность существенного удешевления системы отопления (СО) с электрическим теплогенератором. Она основана на двухтарифном плане при оплате электроэнергии. Из-за значительной разности в стоимости «дневной» и «ночной» энергии (4,48 руб/кВт против 1,98 руб/кВт) есть возможность дополнительного нагрева отдельного объема воды ночью, для последующего использования его в качестве теплоносителя. Для этого предусматривается теплоаккумулятор – ТА (буферная емкость). Ниже приведена примерная схема электрической котельной с применением ТА.

Подберем необходимый объем ТА для нашей системы. Нам известно, что на коттедж отведено 15 кВт*ч энергии. СО потребляет 4,81 кВт*ч. Под бытовые нужды (холодильник, стиральная машина, электроплита, чайник, освещение) в ночные часы необходимо заложить 3 кВт*ч., следовательно, примерно 7 кВт*ч есть возможность пустить на «зарядку» буферной емкости.

Из курса физики известно, что:

$$Q = c * m * \Delta t, Q = 7 \text{ кВт*ч}, c = 4191 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} * \text{°К}, \Delta t = 50 \text{°С}$$

$$\text{Получается масса воды } m = 7 * 8 * \frac{3600}{4,191 \cdot 50} = 962 \text{ кг} = 0,962 \text{ м}^3$$

$$\text{Примерный объем ТА} = 1 \text{ м}^3$$

В связи с тем, что буферная емкость может отдать СО 56 кВт мощности, запасенной по ночному тарифу, то экономия составляет 36288 руб/год, то это значительно сокращает расходы на электроэнергию и в 1,67 раза замедляет процесс окупаемости газового котла, относительно электрического. На рис. 3 линия оранжевого цвета соответствует затратам на организацию теплоснабжения дома с использованием электрического котла и теплоаккумулирующей ёмкости.

Универсального решения вопроса по организации теплоснабжения индивидуального дома нет и всегда необходимо смотреть по ситуации. В каких-то регионах газификация невозможна из-за особенностей рельефа, и там приходится рассматривать другие варианты. А где-то из-за близости газопровода подключение населенного пункта будет крайне дешевым. Но одно можно сказать точно, что такие нетривиальные инженерные решения, как в нашем случае – теплоаккумулятор, могут значительно сэкономить средства.

Библиографический список

1. Хаванов П.А., Чуленев А.С., Теплогенераторы для автономного теплоснабжения на твердом топливе. / АВОК. 2017. № 4. С. 30-39.
2. Хаванов П.А., Чуленев А.С., Системы дымоудаления - ключевая проблема применения конденсационных котлов. / АВОК. 2019. № 8. С. 58-61.

3. Хаванов П.А., Чуленев А.С., Климатические параметры эффективности конденсационных котлов. / АВОК. 2016. № 3. С. 56-63.
4. Махов Л.М. Отопление - 2-е изд, испр. и доп. - М. Издательство АСВ, 2015. 40 с.
5. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2).

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ГРП ДЛЯ НАСЕЛЁННОГО ПУНКТА

Локтева А.А., студент 4-го курса 15 группы ИИЭСМ
Дубовенко В.А., студент 4-го курса 15 группы ИИЭСМ
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.

При проектировании сети газоснабжения населенного пункта ключевую роль играют газорегуляторные пункты (ГРП). В них происходит снижение входного давления (редуцирование) газа до заданного уровня и поддержание его в дальнейшем независимо от изменения расхода газа и других условий. Также на ГРП происходит очистка газа от механических примесей и прекращение газоснабжения в случае превышения давления сверх критического значения [2].

Правильно определенное количество ГРП, их производительность и схема размещения влияет на эффективность всей системы газоснабжения.

Количество ГРП напрямую влияет на стоимость всей сети, например, с увеличением числа пунктов уменьшаются диаметры и нагрузка на сеть, возрастает надежность системы, но стоит учитывать, что и возрастают затраты на сооружение самих пунктов, их содержание в дальнейшем и зарплату обслуживающего персонала ГРП.

Оптимизация таких показателей сетей газораспределения, как количество газорегуляторных пунктов позволяет системе газораспределения достичь не только наиболее экономичных показателей, но и обеспечить стабильный гидравлический режим [2].

Существует две методики, позволяющие определить количество ГРП, исходя из оптимального радиуса действия и оптимальной производительности по формулам [3-7]:

$$n = \frac{Q_p}{Q_{\text{опт}}}, \quad (1)$$

$$n = \frac{F}{2R_{\text{опт}}^2}, \quad (2)$$

где n – количество ГРП, шт.; Q_p – расход газа районом города, определяемый расчетом, м³/час; $R_{\text{опт}}$ – радиус действия ГРП (оптимальный), м; $Q_{\text{опт}}$ – производительность ГРП (оптимальная), м³/час; F – газифицируемая площадь, включая площадь проездов, м².

Проведем расчет на основании данных из курсового проекта по газоснабжению населенного пункта студентов 4-го курса ИИЭСМ направления подготовки 08.03.01 «Строительство» [3].

Оптимальный радиус действия ГРП определяется по формуле [1]:

$$R_{\text{опт}} = 1,38 \cdot \frac{p}{b}^{0,388} \cdot \frac{0,1 \cdot \Delta p}{\varphi_1^{0,388} \cdot q^{0,143}}^{0,081} \quad (3)$$

где P – стоимость строительства одного ГРП, руб. Диапазон стоимости слишком обширен и зависит напрямую от технического оснащения пункта, количества линий редуцирования и так далее. Принимаем условно среднюю стоимость ГРП 450 000 руб; ΔP – нормируемый перепад давлений в газопроводах низкого давления, $\Delta P=1000$ Па; φ_1 – коэффициент плотности сети низкого давления

$$\varphi_1 = 0,0075 + 0,003 \frac{m}{100} \quad (4)$$

m – плотность населения, чел/га. Принимаем значение плотности по данным курсового проектирования 202 чел/га, тогда

$$\varphi_1 = 0,0075 + 0,003 \frac{202}{100} = 0,01356$$

q – удельная нагрузка сети, $\text{м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}$,

$$q = \frac{m \cdot e}{10^4 \cdot \varphi_1} \quad (5)$$

e – удельный часовой расход газа на одного человека, $\text{м}^3/\text{ч}\cdot\text{чел}$. Принимаем также по данным курсового проектирования $0,33 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{чел}$ [3].

$$\text{тогда } q = \frac{202 \cdot 0,33}{10^4 \cdot 0,01356} = 0,4916 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}$$

b – коэффициент стоимости полиэтиленового трубопровода, руб/см·м. Принимаем равным $0,85$ руб/ см·м [4].

Оптимальный радиус действия равен:

$$R_{\text{опт}} = 1,38 \cdot \frac{450000}{85}^{0,388} \cdot \frac{1000^{0,081}}{0,01356^{0,388} \cdot 0,4916^{0,143}} = 395 \text{ м.}$$

Зная оптимальный радиус действия и газифицируемую площадь по формуле (2) мы можем вычислить количество ГРП:

$$n = \frac{F}{2 \cdot R_{\text{опт}}^2} = \frac{2473094}{2 \cdot 395^2} = 7,9 = 8 \text{ шт.}$$

Просчитаем количество ГРП по (1) формуле.

Оптимальную нагрузку на ГРП определяем по формуле:

$$Q_{\text{опт}} = \frac{m \cdot e \cdot R_{\text{опт}}^2}{5000} \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (6)$$

$$Q_{\text{опт}} = \frac{m \cdot e \cdot R_{\text{опт}}^2}{5000} = \frac{202 \cdot 0,33 \cdot 395^2}{5000} = 2080 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Тогда по формуле (1):

$$n = \frac{Q_p}{Q_{\text{опт}}} = \frac{8314,03}{2080} = 3,9 = 4 \text{ шт.}$$

Разница во всех случаях и вариантах заданий для курсового проектирования студентов 4-го курса ИИЭСМ направления 08.03.01 «Строительство» получается почти в 2 раза [3].

Ошибку легко выявить, приравняв две формулы по определению количества ГРП.

$$n = \frac{F}{2 \cdot R_{\text{опт}}^2} = \frac{Q_p}{Q_{\text{опт}}} = \frac{5000 \cdot Q_p}{m \cdot e \cdot R_{\text{опт}}^2};$$

Сократив на $R_{\text{опт}}^2$ получим

$$\frac{F}{2} = \frac{5000 \cdot Q_p}{m \cdot e};$$

Распишем составляющие m и e и выполним некоторые преобразования:

$$F = \frac{10000 \cdot Q_p}{\frac{N}{F} \cdot \frac{Q_p}{N}}$$

Размерности всех элементов:

$$m^2 = \frac{10000 \cdot \frac{M^3}{ч}}{\frac{\text{чел}}{\text{га}} \cdot \frac{M^3}{ч \cdot \text{чел}}}$$

Выполним все возможные сокращения величин:

$$F = \frac{10000}{1 \text{ га}}$$

Тоже в размерностях:

$$m^2 = \frac{10000}{1 \text{ га}}$$

Осталось:

$$F = 10000 \cdot F \text{ м}^2 = 10000 \cdot \text{га}$$

10000 имеет размерность [м²/га]

Очевидно, что равенство выполняется.

Чтобы избежать некоторых несоответствий и ошибок в расчетах необходимо преобразовать формулу (1) :

$$Q_{\text{опт}} = \frac{m \cdot e \cdot R_{\text{опт}}^2}{5000 \cdot 2} \quad (7)$$

или

$$n = \frac{Q_p \cdot 2}{Q_{\text{опт}}} \quad (8)$$

Библиографический список

1. Газоснабжение: [Учеб. для вузов по спец. "Теплогасоснабжение и вентиляция"] / А.А. Ионин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1989. - 439 с.

2. Газоснабжение: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе бакалавриата по направлению 270800 "Строительство (профиль "Теплогасоснабжение и вентиляция") / В.А. Жила. - Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2014. - 366 с.

3. Газоснабжение города: задание и методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности 270109 ТГВ./ Жила В.А., Маркевич Ю.Г. – М.: МГСУ, 2011. 47 с.

4. СинтезПайп URL: <https://sintezpipe.ru/prices/> %D0%A2%D1%80%D1%83%D0%B1%D1%8B%20%D0%9F%D0 %9D%D0 %94 .pdf (дата обращения: 22.02.2020 г.).

5. Жила В.А., Ключко А.К., Соловьева Е.Б. - Получение функции, описывающей эксплуатационные расходы газораспределительной организации. Журнал. Интернет-вестник ВОЛГГАСУ – 2013 г. №1(25). С. 2-9.

6. Жила В.А., Гусарова Е.А., Гулюкин Д.М. Надежность газораспределительных систем. / Издательский дом "Наука образования". Научное обозрение. 2017. № 20. С. 38-44.

7. Жила В.А., Соловьева Е.Б., Гулюкин Д.М. Безопасность систем газоснабжения и газораспределения. / Издательский дом "Наука образования". Научное обозрение. 2016. № 22. С. 27-32.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ГОРОДСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ВО ВРЕМЕНИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ РАБОТЫ

*Солодовникова Е.Н., студент 1-го курса 7 группы ИИЭСМм
Научный руководитель – Ключко А.К., доц., к.т.н.*

Развитие технологий, быстрая урбанизация существенно влияют на городскую среду – это относится и к социально-экономической сфере, и к сфере ЖКХ. Непрерывное изменение и усложнение структуры тепловых нагрузок зданий обуславливает совершенствование инженерных сетей, так и методов регулирования их режимов работы.

Помимо этого, в последнее время значительно изменяются показатели наружного воздуха во время отопительного периода, возрастают их колебания и амплитуды. Проведенный анализ [1, 4, 5, 6] фактических климатических параметров наружного воздуха за последние 15 лет показал, что число градусо-суток отопительного периода, например, для Москвы уменьшилось на 785 (16%).

Одной из проблем систем теплоснабжения является то, что использование тепловых ресурсов неэффективно: превышены потери теплоты в тепловых сетях; общий перерасход теплоты и теплоносителя при недогреве одних и перегреве других потребителей за счет низкой гидравлической устойчивости систем. Решить данную проблему можно только посредством совокупного применения современных технологий и внедрения организационных мероприятий, направленных на энергосбережение и энергоэффективность.

Системы теплоснабжения можно разделить на 2 группы:

1. централизованные;
2. децентрализованные (автономные).

В процесс централизованного теплоснабжения входит три взаимосвязанные, последовательно протекающие стадии: подготовка, транспортировка и использование теплоносителя. Соответственно этому, в состав каждой системы входит три основных звена: источник теплоты (например, теплоэлектроцентрали или котельной), тепловые сети (теплопроводов) и потребители теплоты.

В отличие от централизованных систем теплоснабжения, в децентрализованных у каждого потребителя имеется собственный источник теплоты.

На сегодняшний день выделяются и имеют практическое применение четыре типа систем теплоснабжения, представленные на рис. 1:

- централизованная (районные котельные);
- квартальная котельная (авт.);
- крышные котельные (авт.);
- поквартирная система теплоснабжения (авт.).

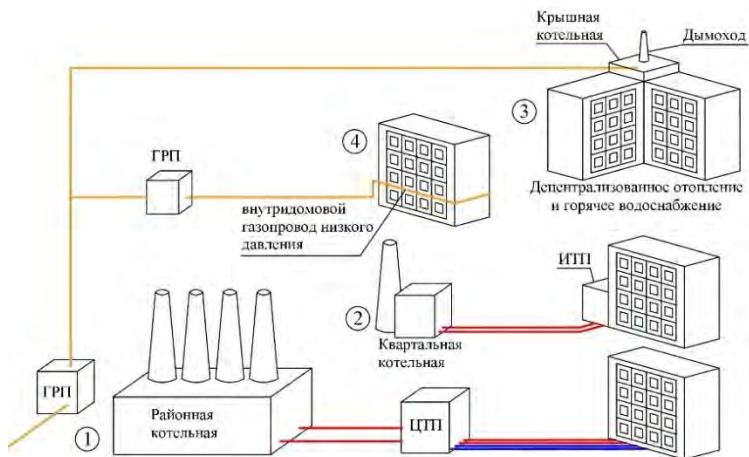


Рис. 1. Схема городских инженерных систем

Оценить эффективность работы инженерных систем города можно по следующим критериям:

- надежность;
- экономия;
- экология;
- безопасность;
- комфорт.

Под надежностью инженерных систем часто понимают способность транспортировать ресурс в необходимом количестве с соблюдением требуемых параметров при соблюдении нормальных условий эксплуатации в течение определенного периода времени [2].

Экономия – это рациональное использование энергоресурсов за счет применения современных технологий.

Под экологией понимается применение таких инженерных решений, которые снижают негативное воздействие на окружающую среду при выбросе в атмосферу загрязняющих веществ, поступлении загрязняющих веществ в почву, водные объекты [3]. Также для соблюдения экологических требований мощные городские источники энергоснабжения (котельные, ТЭЦ и т.п.) проектируются вдали от жилой и общественной застройки, чаще всего в промышленной зоне.

Говоря о безопасности, следует подчеркнуть, что инженерные системы должны отвечать требованиям нормативных документов по части монтажа и эксплуатации.

Первые четыре показателя можно выразить в числовом эквиваленте, что в целом трудно сказать об уровне комфортности. Комфортность (по отношению к инженерным системам) – это способность поддерживать оптимальную температуру в здании при различных колебаниях параметров наружного воздуха.

Возникает вопрос оценки уровня комфорта. Можно выделить два основных направления, которые могут вызывать дискомфорт у потребителей:

- нестабильное обеспечение горячим водоснабжением;
- значительное отклонение параметров воздуха в помещениях от расчетных величин.

Принципы работы различных по уровню централизации систем подразумевают различные ограничения в обеспечении потребителей энергоресурсами. Это обусловлено различными периодами и продолжительностью проведения необходимых профилактических и ремонтно-восстановительных работ.

Для централизованной схемы этот срок составляет 2-4 недели, для квартальной котельной – неделя, крышная котельная будет осмотрена, и выявленные недостатки будут устранены за 3-4 дня, при квартирном теплоснабжении на гидропневматическую промывку системы и профилактический ремонт котла достаточно одного рабочего дня (сведения получены в результате консультаций с различными ремонтно-монтажными организациями).

Введем коэффициент комфортности $K_{\text{сист}}$. Ощущение комфорта потребителями в течение года будет складываться из удовлетворенности пользования отоплением и горячим водоснабжением. На уровень комфортности влияет отношение количества потребителей, не получающих горячего водоснабжения, к общему числу потребителей района, продолжительность ограничения использования ($K_{\text{ГВС}}$), а также величина отклонения характеристики потребления тепла на нужды отопления от необходимого количества тепла и количество часов в году, в течение которых это отклонение происходит ($K_{\text{от}}$).

$$K_{\text{сист}} = K_{\text{ГВС}} \cdot K_{\text{от}}, \quad (1)$$

$$K_{\text{ГВС}} = 1 - \frac{A_1}{A_{\text{общ}}} \frac{T_1}{365}, \quad (2)$$

$$K_{\text{от}} = 1 - \frac{Q_{\text{п}}}{Q_{\text{от}}} \frac{T_2}{T_{\text{от}}}, \quad (3)$$

где A_1 – количество отключаемых абонентов [чел.] (см. исходные данные); $A_{\text{общ}}$ – общее количество абонентов в выбранном районе [чел.] (см. исходные данные); T_1 – время ограничения предоставления горячего водоснабжения [сут.]; 365 – число дней в году [сут.]; $Q_{\text{п}}$ – количество теплоты, уходящее на перегрев помещений в год [кДж] (получено из отопительного графика см. рис. 2); $Q_{\text{от}}$ – количество теплоты, необходимое на отопление в год [кДж] (получено из отопительного графика см. рис. 2); T_2 – время, в течение которого осуществляется перегрев помещений [час]; $T_{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода [час].

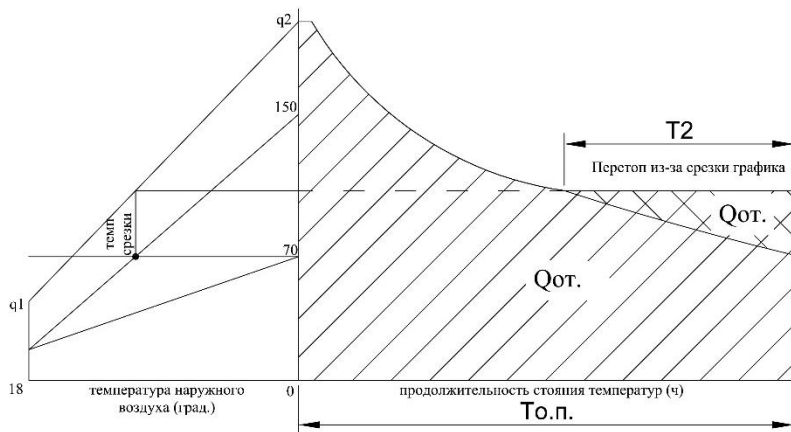


Рис. 2. Отопительный график

Таким образом, была рассмотрена структурная схема городских инженерных систем, а также определены основные критерии оценки эффективности их работы, в частности, показатель комфорта для систем водо- и теплоснабжения был выражен с помощью расчетной формулы.

Библиографический список

1. Гашо Е.Г., Сущенко В.В. К определению резервов повышения эффективности и надежности функционирования систем энергоснабжения городов // Надежность и безопасность энергетики. 2014. № 3, с. 56-61.
2. Жила В.А., Гусарова Е.А., Гулюкин Д.М. Надежность газораспределительных систем. / Издательский дом "Наука образования". Научное обозрение. 2017. № 20. С. 38-44.
3. Лысова Е.П. Выбор критериев оценки мероприятий по обеспечению экологической безопасности предприятий топливно-энергетического комплекса // Инженерный вестник Дона. 2013. №3. С. 177.
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2).
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1).
6. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (Переиздание с Поправкой).

СЕКЦИЈА «HEAT AND GAS SUPPLY AND
VENTILATION»

DEFINITION OF SUPPLY TEMPERATURE REGULATION RANGE IN AIR HEATING SYSTEM FOR MUSEUM

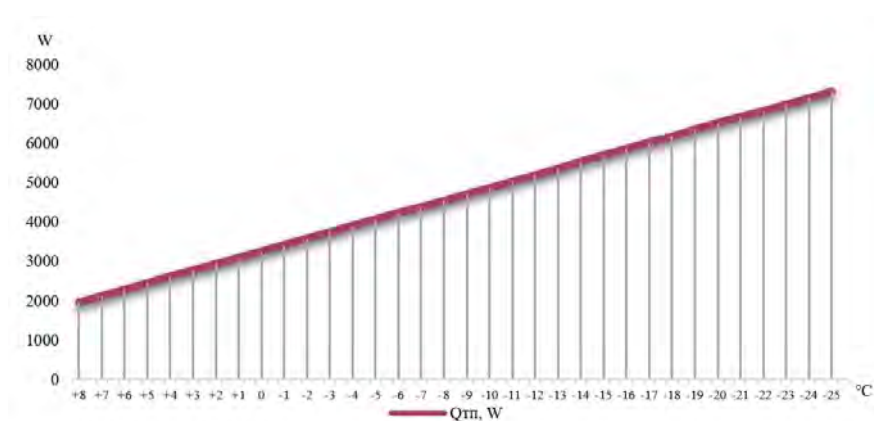
Ivanova A.O., master student, IIESM 1-2

Scientific leader – Abramkina D.V., associate professor, PhD

The HVAC-engineers does not always have an opportunity to use a water heating system during the architectural solutions and the design projects for civil buildings. Therefore, it makes sense to pay attention to the air heating system. You can easily manage the system during the power's changes, the system also has the high sanitary and hygienic properties, the system can use high and low temperature coolant, the cost of using that system together with ventilation system is less than for example, ventilation system with water heating system. The comparative calculations of the supply air temperature based on the outdoor temperature is represented during the research for the selected room – an exhibition hall with dimensions of 80x110.

During the comparison it is important to analyze does the supply air system match to indoor air quality in the museum rooms requirements [1]. When determining the required parameters of the internal microclimate, it is necessary to take into account the conditions to which the person and the exhibits presented in the exhibition hall adapt. The speed of air movement near exhibits that are not protected by showcases should not exceed 0,15-0,2 m/s. Air distribution in air heating systems of these premises must be organized according to the top-down scheme [2, 3].

The calculations of heat losses through the barrier structures during the outdoor temperature's changes starting from + 8°C - the temperature of the beginning of the heating period and up to the temperature of the coldest five-day period with a security of 0,92 for Moscow [4] are shown in fig.1.



Picture 1. Dependence of the heat loss on the outdoor temperature of heating period

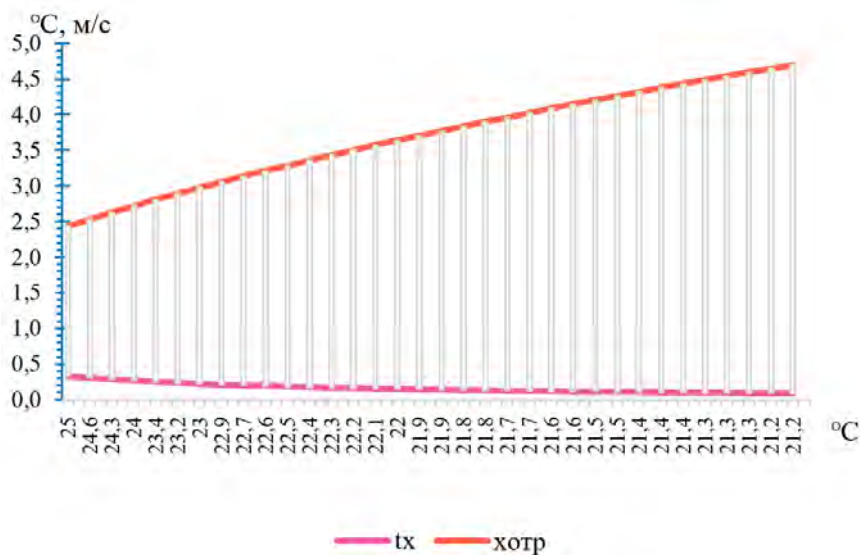
According to sanitary standards, the air flow rate of 20 m³/h per person is taken. We choose the number of people – 1760 based on [5].

For the determination of the range of supply temperature regulation we set the received air flow rate and use it for further calculations take into account the heat loss of this room.

$$L_{\text{норм}} = N \cdot 20 = 1760 \cdot 20 = 35200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

20 ceiling air distributors (4APN) were selected during the calculations for the air equal distribution in the selected room. These air distributors should be installed in the ceiling construction.

The calculation of the air distribution of this room was carried out the value of the air exchange of the room was taken from the inflow. The results of the calculation are shown in fig 2.



Picture 2. Air parameters at different air supply temperatures

This graph shows that all parameters in this temperature range are met in air heating system for the art gallery space under consideration, accordingly the air temperature at the outlet of the air distributors should be assumed to be 25C or more.

References

1. Tabunshchikov, Yu. A., Bolotov, E.N., Brodach, M.M.: Museums. Heating, ventilation, air conditioning. AVOK, Moscow (2018).

2. STO 7.7-2018 “Museums. Heating, ventilation, air conditioning”. AVOK, Moscow (2018).
3. Abramkina D.V., Ivanova A.O. Justification of air distribution scheme in museums. // University news. Construction. 2018. № 11.
4. SP 131.13330.2018 Construction climatology, Moscow (2018).
5. SP 44.13330.2011 Administrative and residential buildings. Moscow: JSC "Tsniipromzda-NII", 2011.

USING THE «CARBON FOOTPRINT» CRITERION FOR ASSESSING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF BUILDINGS

Shevchenko-Enns E.R., student of the 1st course of 2 groups of Scientific leader – Fokina E.N., head of CDP UMIP

This article is about the "carbon footprint" criterion. It's usage in assessment the environmental safety of buildings on the example of a project with energy-efficient heating and ventilation systems for a kindergarten in Gelendzhik.

According to the project, the kindergarten building has 3 floors. There is an Assembly hall in the third floor. In administrative offices have a two-light part of the kindergarten. The second floor is occupied by premises intended for kindergarten students, where children spend their leisure time and engage in educational and creative activities.

The kindergarten project is designed according to modern methods, where the energy consumption of the building is minimized. This is a method of an integrated approach to energy saving, it means that the energy saving actions is not require large expenditures. As a result, according to the project, the exterior walls of the kindergarten building are made of brick with the usage of insulation-mineral plate P-125. Three-chamber double-glazed Windows were designed and installed.

The kindergarten building is located in Gelendzhik, where the average temperature of the coldest five-day period, with a security of 0.92 is $t_5^{0,92} = -10^{\circ}\text{C}$, and the duration of the heating period $z_{o,n.} = 164$ days.

The climate change and overpopulation, humanity is increasingly consuming the planet's resources, which leads to their exhaustion in the age of global warming. This fact leads to higher prices for heat and electricity. Almost a third of all initial energy is consumed by residential and public buildings. In this regard, not so long ago, we started working on energy efficiency of construction projects. It is important to provide measures for saving energy during the construction of buildings. At the moment, the document " STO 17532043-001-2005. Norms of thermal engineering design of enclosing structures and assessment of energy efficiency of buildings" [1]. This document represents modern methods of standardization of energy consumption in buildings, which are based on a comprehensive approach to energy conservation and the usage of low-cost energy saving measures.

Based on [1], the calculations were made for two variants of thermal protection in the project according to [2]. The first option is basic. Here, external fences have the minimum permissible level of thermal protection according to [3]. The Windows in this version are made in separate-paired wooden bindings with double glazing. In the second variant, some additional measures for energy conservation were applied, particularly: non-transparent external enclosing structures were insulated; triple glazing was replaced; automatic temperature controllers were installed, etc.

There are the results of the calculation for two options and are summarized in table 1 "Comparative efficiency of energy-saving measures".

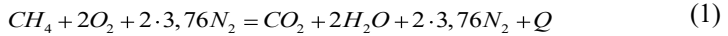
Table 1

«Comparative efficiency of energy-saving measures»

Name of parameter	Unit	Values	
		Option №1	Option №2
Source information			
Glass area	м ²	424,1	
The area of the exterior walls, excluding windows	м ²	1678,4	
The area of coverage	м ²	1690	
The coefficient of glazing	-	0,25	
Heated area	м ²	3238,8	
Heated volume	м ³	13250	
Average indoor air temperature	°C	20	
Average outdoor temperature for the heating period (the period with the average daily temperature air <10°C)	°C	5,9	
Duration of the heating period	Сут	164	
Characteristics of the heating period	тыс. градусо-часов	49,75	
Total area of external fences	м ²	3792,5	
Wall heat transfer resistance	м ² ·К/Вт	0,87	2,07
Coating heat transfer resistance	м ² ·К/Вт	1,10	2,19
Window heat transfer resistance	м ² ·К/Вт	0,31	0,44
Thermal protection of building envelope structures			
Coefficient n of external walls	-	1	
Coverage coefficient n	-	1	
Coefficient of n Windows	-	1	
The coefficient of compactness of the building	м ⁻¹	0,286	
Energy consumption of a building during a single heating period			
Household heat emissions during the heating period	МВт·ч/год	363,558	
The shading coefficient light of the opening of the Windows	-	0,65	0,5
Coefficient of relative penetration of solar radiation	-	0,57	0,83
Heat from solar radiation through Windows	МВт·ч/год	50,93	43,62
Total heat availability	МВт·ч/год	414,488	407,175
Energy performance characteristics	кВт·ч/(м ² ·год)	1181,4	484,37

The term "carbon footprint" is consumed to the amount of greenhouse gas emissions produced by a person, building, or even a city. The trace is measured in metric tons of carbon dioxide – CO₂. This term is used for independently characterization of the environmental object performance. This is an indicator that characterizes the level of negative impact on the climate and the environment in General. In this regard, the assessment of the carbon footprint is relevant.

Using the formula (1) for the example of this project, we will determine how many kilograms less CO₂ is released, depending on the use of energy-efficient measures.



Find μ_{CO_2} by the formula (2):

$$C + O_2 = CO_2 \quad (2)$$

$$C + O_2 = 12 + 16 \cdot 2 = 44 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$$

Further, according to Avogadro's law, we have under normal conditions a molar volume of gas V_m equal to 22,4. Using the formula (3), we determine the amount of CO₂ in 1 mole:

$$v_m = \frac{1 \text{ м}^3}{V_m} \frac{1 \text{ м}^3}{22,4 \text{ м}^3 / \text{кмоль}} = 0,04464 \text{ кмоль} \quad (3)$$

It is necessary to determine the mass of CO₂ by the formula (4):

$$m_{CO_2} = \mu_{CO_2} \cdot v_m = 44 \cdot 0,04464 = 1,9643 \text{ кг} \quad (4)$$

Enter the coefficient a of CO₂ and determine it by the formula (5), the values of methane are taken to be 35840 кДж/м³:

$$a_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{Q_{in}^c} = \frac{1,9643}{35840} = 0,00005481 \frac{\text{кг} \cdot CO_2}{\text{кДж}} \quad (5)$$

Table 1 "Comparative efficiency of energy-saving measures" shows heat losses in two variants. You need to find the difference in heat loss and substitute it in formula (6) to determine the average heat load.

$$Q_{cp}^{on} = Q_{max} \frac{t_{вн} - t_{cp}^{on}}{t_{вн} - t_p^{on}} = 1128,5 \frac{20 - 5,9}{20 - (-10)} = 530,395 \text{ Вт} \quad (6)$$

Find the annual heat load using the formula (7):

$$\Delta Q_{\text{zod}} = Q_{\text{cp}}^{\text{on}} \cdot z_{\text{on}}^{\text{cek}} = 530,395 \cdot 14169600 = 7515484992 \quad (7)$$

Let's determine how much the amount of CO₂ will decrease over the year when applying energy saving measures using the formula (8):

$$m_{\text{co}_2} = \Delta Q_{\text{zod}} \cdot a_{\text{co}_2} = 7515484992 \cdot 0,00005481 = 776,63 \text{ кг} \quad (8)$$

We can notice the decrease THE amount of CO₂ by the energy-saving actions during the year as the conclusion of the calculations. So it is proving the effectiveness of implementing energy efficiency in construction projects.

References

1. "STO 17532043-001-2005. Norms of thermal engineering design of enclosing structures and assessment of energy efficiency of buildings". Moscow: FSUE tspp, 2006.
2. Samarin O. D. "on the methodology for evaluating energy efficiency of buildings", collection of works: "Modern systems of heat and gas supply and ventilation for the 75th anniversary of the faculty of TGV MSU". Moscow, 2003.
3. SP 50.13330.2012 "Thermal protection of buildings", Moscow: Ministry of regional development of Russia, 2012.
4. Ionin A. A., Zhila V. A., Artimovich V. V., M. G. Psonic Gas: the textbook for students of the specialty "heat and gas supply and ventilation". – M.: Publishing house ASV, 2013. – 472 p.
5. Pandey, D. Carbon footprint: current methods of estimation / D. Pandey, M. Agrawal, J. S. Pandey // Environmental Monitoring and Assessment. - 2011. - Vol. 178. - № 1-4. - PP. 135-60.
6. Begak M. V. Monitoring and reducing the carbon footprint of Russian water utilities. Methods for determining the carbon footprint of wastewater treatment facilities / M. V. Begak, T. V. Guseva, Ya. P. Molchanova et al. - Moscow: D. I. Mendeleev Russian University of chemical technology, 2013. - 56 p.
7. Anufriev V. P., Lisenko V. G., Chesnokov Yu. N., Lapteva A.V. Opportunities for implementing carbon policy in Russian regions//Collection of reports of the XII International conference. Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin. 2018. Pp. 536-550.

RATIONAL USE OF SKIRTING HEATING IN PANORAMIC GLAZING

Firsova K., student 4 course 15 group Institute of Environmental Engineering and Mechanization.

Scientific adviser – Titkov D., lecturer.

In the cold season, even when the heating system is working properly, people often encounter the problem of a cold floor. This is due to the fact that with classic convective heaters, warm air flows upward and remains cold below. This problem can be solved with the help of modern baseboard heating, which came to Eastern Europe relatively recently and is still considered a fancy novelty [1].

Description and principle of operation. The plinth heating system is a heating device about 15-20 centimeters high and 3 centimeters wide. They are installed on the walls instead of the usual plinth around the perimeter of the room at floor level. Therefore, this system is often called a “warm baseboard”. Such a heating system, being in fact a micro-convector, can act both primary and secondary, and because of its compactness fits into any interior [2].

Considering the structure of the structure, the warm baseboard is an aluminum box with a heating element, which consists of two copper tubes at a distance of 7-15 cm from each other. To increase heat transfer, vertical plates or lamellas made of brass (cost a little less, but also heat transfer a little lower) or copper (a more expensive and more “warm” option) are strung onto the tubes. The finned tubes are covered with decorative caps made of extruded aluminum, which transfers heat well [3]. There are openings on the top and bottom of the heater through which air moves: cold passes through the lower and hot leaves through the upper. Thus, it turns out that the room is heated by three sources: 1) along the tubes; 2) from the walls; 3) from the body of the metal baseboard. Such a system allows not only to quickly heat the room, but also to evenly distribute warm air due to the location of the device. According to the method of heating the module, plinth heating is divided into water and electric. The first type of system consists of the same elements as standard heating devices: a collector assembly, a boiler and a pipe system. The liquid heating skirting board operates according to the radiation pattern, that is, the collector assembly is first built in, then the tubes are connected to it, and then the elements are connected one by one or in pairs [4]. Connecting all skirting heaters in series is inefficient, because until the coolant reaches the last element in the branch, it will cool down and the device will be cold. Electric baseboard heating is easier to install, but it practically does not differ in appearance from water, only it has terminals for connecting power. In the upper tube, wires for connecting the heating are laid, and in the lower one there is a heating element [5].

How does the thermal plinth work? In baseboard heating, a panel-emitting scheme is used, which is the most useful and optimal not only for humans, but also for the indoor microclimate. The principle of operation of such a scheme is based on the effect in which warm air rises along the walls, as if “sticking” to them, warms them evenly, giving off its heat to other surfaces. A “heat shield” is

created along the exterior walls and windows, which prevents the outflow of heat. As a result, due to the distribution of heat along the height and perimeter of the room and the absence of active convection in the room, a comfortable microclimate is created for a person [6].

The principle of operation of baseboard heating lies in an interesting physical law, called the Coand effect (after the name of the French physicist who proved the existence of this law), can be briefly described as follows: the jet stream of gas or liquid is always directed to the nearest plane.

The reduced pressure in the zone of this plane causes the gas flow to be “glued” to it. The effect is both aerodynamic and hydrodynamic, and if we consider this effect as the basis for plinth heating, it is clear that when cold air is heated in the baseboard with a heating element integrated in it, it is a stream and rising along the wall does not go up and to the sides, and with all its energy heats the wall, its entire plane. In turn, from the heated wall evenly and without any turbulence, the room air is heated uniformly throughout the volume. Based on the principle of operation of skirting heating systems, it is clear why the heating skirting boards must be placed exclusively on the external enclosing structures, over all their lengths [7].

A PLUS:

1) Uniform heat distribution. There are no heat sources in the room, in the form of batteries, and refrigerated zones far from radiators. The entire room is evenly equipped with heating skirtings, and heat evenly fills the entire volume of the room. Thanks to this, a favorable microclimate is created. Due to the fact that heat glides along the walls, the walls are protected from excessive moisture and the spread of fungus.

2) Profitability. It has been proved more than once that plinth heating is a very effective heating system due to a number of features: 1. by creating a thermal curtain near the walls, a protective screen is created that prevents heat loss to the outside; 2. Due to the heating of the walls, and not air directly, there is an opportunity to save on energy. Studies have confirmed that in the case of well-warmed walls of the room, a person feels comfortable at lower temperatures. 3. It can be used as an additional heating system during transition periods, when there is no longer any need to use the main heating system, but it will not hurt to slightly warm up the room. 4. due to the small amount of coolant, the heating system has a low inertia and allows you to adjust it very quickly without unnecessary energy costs. Design. Baseboard heating is an excellent field of activity for designers.

MINUS:

1) high cost – about 3000 rubles. per meter of the heating system with its installation. However, this price is explained by the expensive materials that are extremely necessary in plinth heating; Installation of the system is carried out only by professionals with appropriate certificates from the manufacturers of baseboard heating systems. An amateurish approach to installation will not allow to achieve the necessary thermophysical characteristics, it will significantly reduce the service life;

2) the maximum length of one heating circuit should not exceed 15 linear meters – one of the reasons why the system is necessarily equipped with a distribution manifold. With a longer circuit, the heating efficiency decreases markedly;

3) it is not allowed to mount a variety of decorative overlays on the radiator box, since they reduce heat transfer; the condition that the skirting radiators are as tight as possible to the wall surface, which allows the full use of the Coanda effect, with time leads to warping of the film wall finish;

4) it is required to keep the room heated by skirting radiators as free as possible, without blocking the surfaces of the skirting boards and walls with cabinet furniture, as this will prevent convection and infrared radiation, distorting the flow of air and absorbing infrared heat radiated by the walls.

References

1. Isachenko V.P., Osipova V.A., Sukomel A.S. Heat transfer: textbook - 3rd ed., Revised. and add. - M.: Publishing House Energy; 1975. - 478 p.

2. Makhov L.M. Heating. Textbook. - M.: DIA Publishing House, 2014. - 400 p.

3. Kuvshinov Yu. Ya. Energy saving in the microclimate system of buildings. Textbook. - M.: Publishing house ASV, 2010. - 321 p.

4. Kuvshinov Yu. Ya., Samarin O.D. The basics of ensuring the microclimate of buildings. - M.: DIA Publishing House, 2012. - 201 p.

5. Plaksina E.V., Borisova T.L. Analysis of the features of skirting heating systems. VGTU., Scientific journal. Engineering systems and structures., № 3 (16)., 2014., p. 8-14.

6. Pukhkal V.A., Sukhanov K.O., Gritmitlin A.M., Ensuring thermal comfort in rooms with a plinth water heating system. Bulletin of civil engineers. SPb., 2016., № 6 (59)., P. 156-162.

7. Sukhanov K.O., Gritmitlin A.M., Shkarovsky K.L., Microclimate of living quarters with a plinth water heating system and supply of fresh air through adjustable window sections. SPb., Bulletin of civil engineers., 2017., № 5 (64)., p. 111-115.

DETERMINATION OF THE OPTIMAL DESIGN OF THE THERMAL PANEL BY THE METHOD OF TEMPERATURE FIELDS

Makarishev V.D., student IIESM IV-14

Savenko G.A., student IIESM IV-14

Scientific advisor – Usikov S.M., docent, c.t.s.

Nowadays there are various technologies and ways to ensure the comfort of work and residence of specialists working in specially equipped residential bases. The development of universal modules with pre-installed and ready-to-use engineering systems is considered to be of high interest. It will enable to reduce the installation time and arrangement of deployed residential and working areas on the developed bases. At the same time, microclimate parameters should be provided in the premises, and the overall thermal situation should be at a high enough level so as not to interfere with the work and rest of specialists. This paper considers the sequence of creating a mathematical model of the heating system section that is laid in fences and allows us to more accurately assess the thermal conditions in the serviced room [1, 2].

An autonomous residential module equipped with a heating system for heating the entire floor area, sized 2200x6000 mm, is taken as an example of the object of research. Also, there are no cold bridges in the construction of the residential module, which allows it to be used even in Arctic conditions. Outdoor conditions are accepted as $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the required room temperature is $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. The proposed slab design is shown in Figure 1.

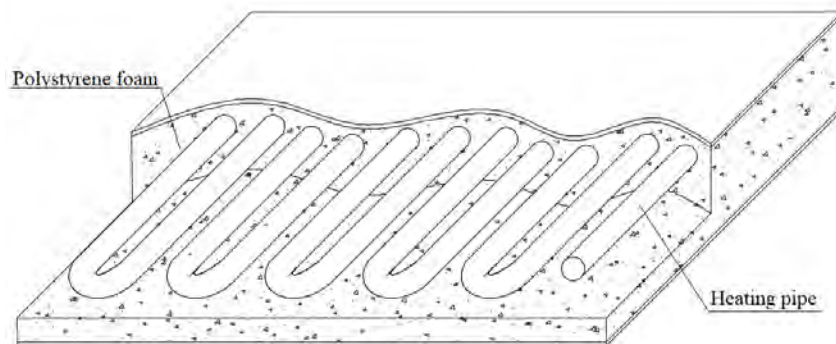


Fig. 1. The proposed slab design

When considering this household object, two important questions arise: what is the minimum temperature formed on the inner surface of the barrier structure and what losses should be taken into account when loading the heating system [3].

To solve this problem, a mathematical model of the temperature distribution in the thickness of the fence is formed:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} + \frac{q_v}{c\rho} = a\nabla^2 t + \frac{q_v}{c\rho}. \quad (1)$$

The equation of thermal conductivity is solved using the finite difference method by applying the calculated grid and estimating the mutual heat transfer between the nodes of the selected grid.

The equation of stationary two-dimensional thermal conductivity when using a homogeneous material for such a grid is taken as:

$$\frac{\Delta_x^2 t}{\Delta x^2} + \frac{\Delta_y^2 t}{\Delta y^2} + \frac{\Delta_z^2 t}{\Delta z^2} = 0, \quad (2)$$

where t is the temperature of the material in the calculated node, and the second final temperature increment differences in the directions (x), (y), (z), ($\Delta_x^2 t$), ($\Delta_y^2 t$), ($\Delta_z^2 t$) are equal:

$$\Delta_x^2 t = t_{x+\Delta x,y} - t_{x,y} - t_{x,y} - t_{x-\Delta x,y} = t_{x+\Delta x,y} + t_{x-\Delta x,y} - 2t_{x,y}; \quad (3)$$

$$\Delta_y^2 t = t_{x,y+\Delta y} - t_{x,y} - t_{x,y} - t_{x,y-\Delta y} = t_{x,y+\Delta y} + t_{x,y-\Delta y} - 2t_{x,y}; \quad (4)$$

$$\Delta_z^2 t = t_{x,z+\Delta z} - t_{x,z} - t_{x,z} - t_{x,z-\Delta z} = t_{x,z+\Delta z} + t_{x,z-\Delta z} - 2t_{x,z}. \quad (5)$$

If the grid step is Δx in the direction of the abscissa axis and Δy in the direction of the ordinate axis are the same, then the equation is:

$$t_{x,y} = \frac{t_{x+\Delta x,y} + t_{x-\Delta x,y} + t_{x,y+\Delta y} + t_{x,y-\Delta y} + t_{x,z+\Delta z} + t_{x,z-\Delta z}}{6}. \quad (6)$$

Therefore, for a homogeneous field, the temperature in the grid node with the same steps of both coordinates is equal to the arithmetic mean of the temperatures in the adjacent nodes.

In this case, the grid step was taken as: $\Delta x = 1$ mm; $\Delta y = 1$ mm; $\Delta z = 1$ mm. Grid overlay and heat balance components are shown in Figure 2.

For an inhomogeneous construction with an arbitrary step, the equation is:

$$t_{x,y} = \frac{k_{x+\Delta x}t_{x+\Delta x,y} + k_{x-\Delta x}t_{x-\Delta x,y} + k_{y+\Delta y}t_{x,y+\Delta y} + k_{y-\Delta y}t_{x,y-\Delta y} + k_{z+\Delta z}t_{x,z+\Delta z} + k_{z-\Delta z}t_{x,z-\Delta z}}{k_{x+\Delta x} + k_{x-\Delta x} + k_{y+\Delta y} + k_{y-\Delta y} + k_{z+\Delta z} + k_{z-\Delta z}} + \frac{k_{y-\Delta y}t_{x,y-\Delta y} + k_{z+\Delta z}t_{x,z+\Delta z} + k_{z-\Delta z}t_{x,z-\Delta z}}{k_{x+\Delta x} + k_{x-\Delta x} + k_{y+\Delta y} + k_{y-\Delta y} + k_{z+\Delta z} + k_{z-\Delta z}}, \quad (7)$$

where $k_{x+\Delta x}$, $k_{x-\Delta x}$, $k_{y+\Delta y}$, $k_{y-\Delta y}$, $k_{z+\Delta z}$, $k_{z-\Delta z}$ - are the conductivity of grid connections, $W/(m \cdot K^2)$.

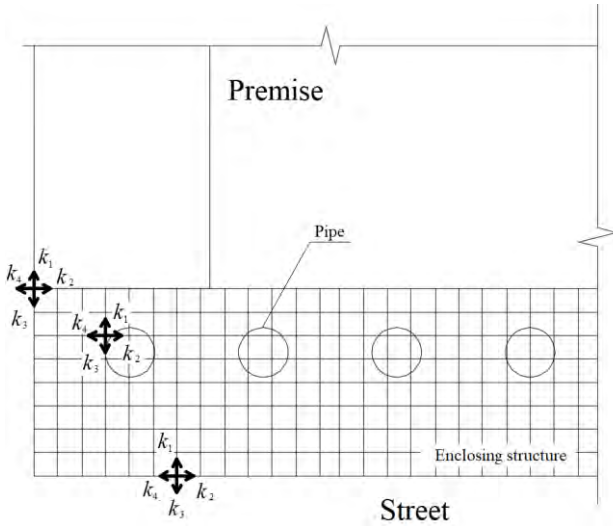


Fig. 2. Grid overlay and heat balance components

This calculation was used to calculate the section cells bordering the outdoor environment, as well as the space inside the room. The calculated width of the cross section is $z = 200$ mm.

In the first version, the heating system pipe was buried 50 mm from the floor level, and the coolant temperature at the entrance to the panel was $95^\circ C$. Based on the simulation results, a temperature map of the panel was obtained. Figure 3 shows the central section of the panel.



Fig. 3. Temperature map/ First version panel

Based on the above methodology, the model shows that the temperature of the inner surface of the barrier structure exceeds the sanitary and hygienic norm established by CN 60.13330.2012 "heating, ventilation and air conditioning", Point-6.4.9 (5), which is $26^\circ C$, therefore it is necessary to change the operating conditions of the heating system. In this paper, two options for regulation are considered: technological, i.e. changing the location of the laid contour of the heating system (Fig. 4), and qualitative, changing the temperature of the coolant (Fig. 5).

On the basis of this method, 2 types of calculations with a change in the contour location and a change in temperature are performed.

In the first case, in order to achieve the necessary temperature conditions on the floor surface, it is decided to move the coil along the ordinate axis closer to the outer surface of the structure, namely to the middle of its thickness, therefore, a smaller amount of heat will work to heat the room.



Fig. 4. Temperature map. Second version panel

In this case, the maximum temperature on the floor surface will be $t_{\max} = 21,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$, which corresponds to the norm.

In the next case, quality control of the heating system is performed. Temperature drop of the coolant at the entrance to the heating panel by $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ leads to a decrease in the temperature on the surface of the heated area.

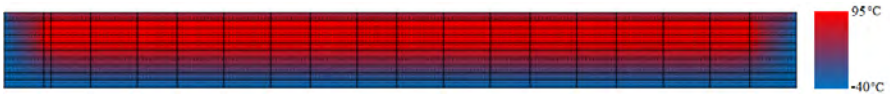


Fig. 5. Temperature map. Coolant temperature reduction

In this case, the maximum temperature on the inner surface of the structure will be $t_{\max} = 25.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, which also corresponds to the norm.

Result of calculation

As a result of calculations, several variants of models for laying the heating system in the barrier structure are obtained, and variants of the influence of the thermal field for different configurations are presented visually.

Conclusion

The following tasks possessing a theoretical significance have been performed in this work:

1) several variants of the mathematical model of the heating system for residential capsules intended for operation in the far North are proposed. The models have been made according to the laws of thermodynamics.

2) The distribution of heat on the inner surface of the enclosing structure is presented.

3) Several options for laying and using heating systems in the barrier structure are proposed

Based on the developed model, it has been found that high-quality regulation of the heat carrier, as well as changes in the installation conditions of the heating system can lead to its more efficient use. However, the shift of the pipe to ensure the necessary hygienic conditions of the floor temperature can lead to large losses of heat through the very barrier structure, therefore, the method of quality control will be the most effective and rational way of laying the heating system to comply with all the rules and regulations that ensure comfort in the room under consideration.

References

1. Kartashova K.K. Servicing the population of residential complexes in the Far North. – M.: Stroizdat, 1972. – 136p.
2. Sapryikina N.A. Mobile housing for the North. – L.: Stroizdat, Leningrad branch, 1986. – 215p.
3. GOST 22853-86 «Mobile buildingsmobile (inventory). General specifications».
4. CN 25.13330.2012 «Bases and foundations on permafrost soils».
5. CN 60.13330.2012 «heating, ventilation and air conditioning».
6. E.G. Mlyavina, O.D. Samarin «Construction Thermophysics and microclimate of buildings».

APPLICATION LIMITS OF SOLAR ENERGY AND SOLAR PANELS IN CLIMATE CONDITIONS OF RUSSIAN FEDERATION

Yarkov I.D., forth grade student of Institute of Environmental Engineering and Mechanization, 13th group

Academic advisor – Usikov S.M., PhD, senior lecturer

1. Introduction

Over the course of last years, alternative energy sources get more and more attention from construction industry. One of the most economically efficient technologies is solar panels (PV panels). As of now, main obstacles for implementation of this technology are lack of experience of usage of this technology, relatively high capital expenditure and lack of information about suitable climate conditions for this technology. This study deals with the last obstacle. For a better understanding of the research and to increase reliability of the paper, the main objectives of this study are provided below:

- To determine factors, that impact possibility of PV exploitation;
- To calculate amount of electrical energy received from PV station in different climate conditions;
- To conclude, where PV cells can be used most efficiently.

2. Methodology

First part of the research covers main factors, that need to be considered, when designing PV panels system, and second part provides results of calculations, made in System Advisor Model (SAM) and information about components of the system.

First factor to consider is that in southern areas, where air temperature is high annually, PV cells require cooling to continue operating at peak efficiency. This happens from the fact, that amount of produced electrical energy is directly proportional to the gap between the valence and conduction band of PV cell's atoms. When electron goes from valence band to conduction band, it emits energy, which is proportional to amount of the electrical energy.

Amount of energy, that electron emits, can be calculated with the formula:

$$E = h\nu \quad (1)$$

here h – Planck's constant, J·s; ν – radiation frequency, s⁻¹.

Not all the solar energy is converted to electricity, since part of it reflects from the surface of panel, and most part dissipates into heat, which leaves real efficiency of panel at 20 % maximum [1]. The temperature increases on the panel's surface which leads to even further decrease in efficiency, due to the fact, that particles on the conduction band of atom move with more energy in Brownian motion. This leads to increase of conduction band's size, and therefore band gap and amount of electrical energy decrease.

Second factor to consider, is latitude and longitude of the location for PV panels. PV panels require solar energy to function, and they use only certain part of spectrum (UV, Visible spectrum and part of infrared – 250~900 nm) [2]. This limitation is a result of already described dependence on band gap. Most energy would be to created by panel, that is based on UV part of the spectrum (250-400 nm), but UV spectrum is very small, so there won't be enough energy. Other option would be to use panel, that take all solar radiation spectrum, but on most of the infrared part band gap would be too low, to provide any significant amount of energy, although all spectrum PV panels are now developed. This effect drastically limits use of solar panels on the areas, where precipitation level is too high, particularly northern areas.

There are also two factors, tied to development of solar panels placement area. The most important one is shading. Due to construction of the solar panel, its cells are serially connected to one another, which means, that if one cell don't work (for example, shaded by a skyscraper), then the rest of the panel is rendered inoperable. To prevent this, PV cells are usually equipped with special bypass diodes that consume around 0.6 V for its function, but allows the rest of the panel to operate in case of one PV cell deactivation. But it's impossible to equip all cells with diodes, so while designing house, equipped with solar station, it's important to consider for trees, skyscrapers and any other high objects and development, that may shade the panel.

Another factor to consider is soiling of the PV panel. Soiling's effect on solar panel is quite similar to that of shading, but on the weaker scale. If panel wasn't cleared for 61 days, its energy output will be reduced by 25-35 % at minimum in rural areas. In cities and industrial areas, it's even worse - every week the energy output will decrease by 9-17 %, depending on the time of year and region. [3]. This limits usage of solar panels on skyscrapers and other high-rise buildings, because soiling there will be higher and cleansing process will be more difficult.

3. Calculations

For calculations in SAM (System Advisor Model), the following components and conditions were used:

Solar panels: Seraphim Energy Group Inc. SEG-E01B-315;

Irradiance level: 1000W/m², Cell temperature = 25 °C;

Nominal efficiency 18,54 %

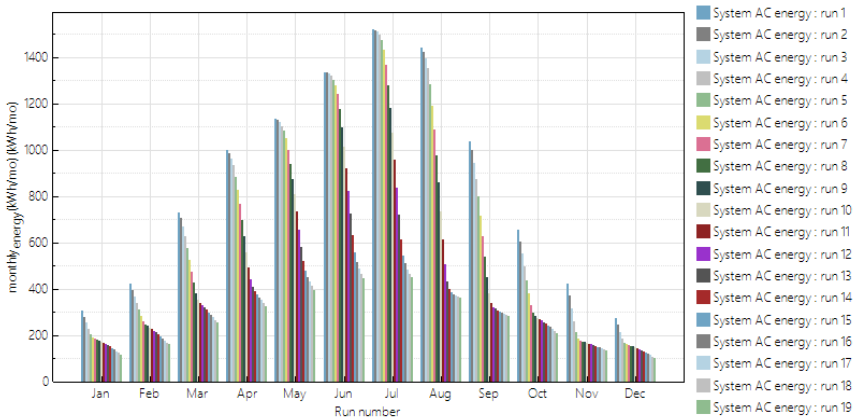
Modules per string in subarray: 4

Strings in parallel in subarray: 9

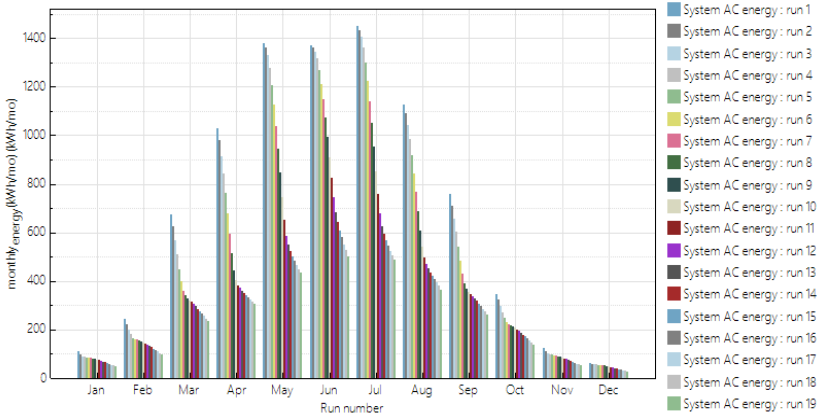
Power loss: 4.4 %

Private house, covering 200 m², with gas supply, was chosen as an object for research. Energy load for pumps, ventilation, household appliances and lighting is 600 kWh per month. Cities, chosen for calculation are Sochi (warm climate, southern area), Moscow (temperate climate) and Murmansk (cold climate, northern area). The objective was to determine the amount of energy received,

calculate the best angle of solar panel and conclude, what are the possibilities for solar panels in these areas. The number of modules remained the same during the experiment, to observe the difference. Pictures 1, 2, 3 show the best angle for Sochi, Moscow and Murmansk respectively.



Picture 1. Dependence of energy output from angle (range from 0 o to 90 o) for Sochi



Picture 2. Dependence of energy output from angle (range from 0 o to 90 o) for Moscow

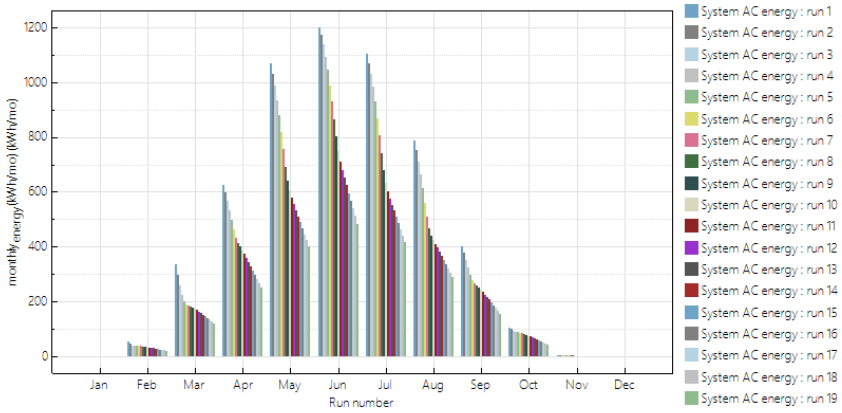
The graphs show, that although climates are different in each area, angles for best energy output remains the same. But it’s important to check, energy output in each area. Results of calculations are provided on pictures 5, 6, 7.

The highest energy output is in Sochi, due to its southern position. It exceeds the required 7200 KWh by almost 3000 KWh, meaning that it some energy can be saved on summer (June, July and August), and then used in Winter to compensate for lack of sun. Moscow’s energy output has mostly the same issue,

so part of the energy can be stored and used later. In Murmansk, in winter solar panels are inoperable, and overall annual energy output is lower, so it will require setup of more solar panels.

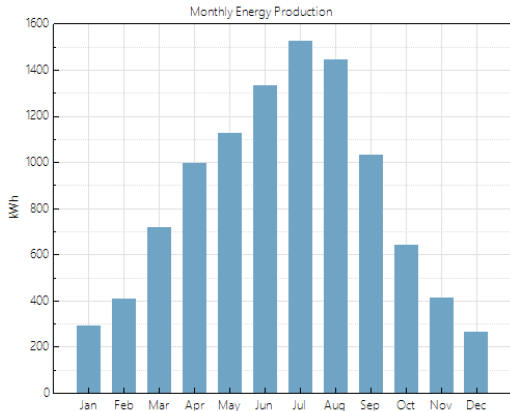
4. Conclusions

In northern areas of Russia usage of PV panels must be combined with conventional energy sources. There is also a possibility to use solar panel with different angles and different azimuth in northern areas to get higher energy output; however it's unlikely, that it will be sufficient for anything other than lighting, pumps, ventilation and household appliances.



Picture 3. Dependence of energy output from angle (range from 0 o to 90 o) for Murmansk

Metric	Value
Annual energy (year 1)	10,189 kWh
Capacity factor (year 1)	10.2%
Energy yield (year 1)	898 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.74



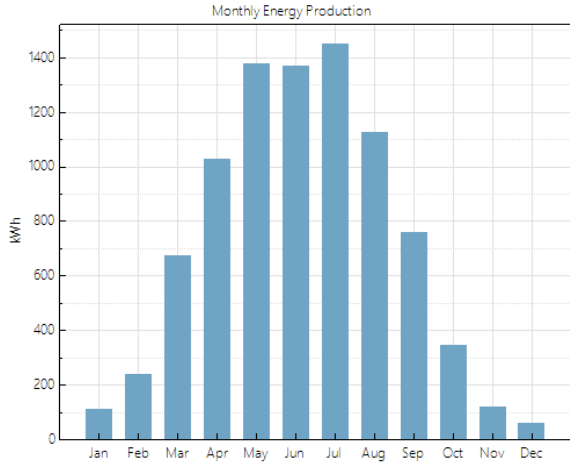
Picture 5. Monthly energy production for Sochi

In areas with temperate climate, PV panels can be used without combination with conventional sources, though it will still require functioning batteries.

In southern areas situation is way better. Not only it's possible to use PV panels with just small batteries, but judging from the output, it's possible that with different azimuth and angle, PV panel can be used for heating of the premises.

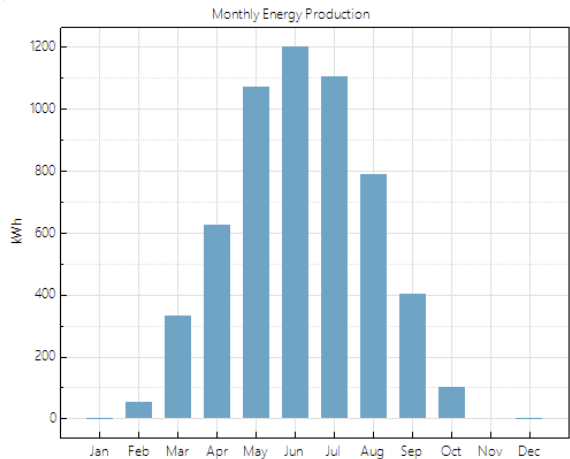
Overall, it's economically efficient to use solar panels on low-rise building everywhere, except northern areas of Russia. To use them for the latter, additional research must be conducted.

Metric	Value
Annual energy (year 1)	8,668 kWh
Capacity factor (year 1)	8.7%
Energy yield (year 1)	764 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.79



Picture 6. Monthly energy production for Moscow

Metric	Value
Annual energy (year 1)	5,680 kWh
Capacity factor (year 1)	5.7%
Energy yield (year 1)	500 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.79



Picture 7. Monthly energy production for Murmansk

References

1. Arshad, Rizwan & Tariq, Salman & Niaz, Muhammad & Jamil, Mohsin. (2014). Improvement in solar panel efficiency using solar concentration by simple mirrors and by cooling // 2014 International Conference on Robotics and Emerging Allied Technologies in Engineering, iCREATE 2014 - Proceedings. 292-295. 10.1109/iCREATE.2014.6828382.
2. van Sark, Wilfried & Meijerink, Andries & Schropp, R.E.I.. (2012). Solar Spectrum Conversion for Photovoltaics Using Nanoparticles. *Third Generation Photovoltaics* 10.5772/39213.
3. Mike H. Bergin, Chinmay Ghoroi, Deepa Dixit, James J. Schauer, Drew T. Shindell. Large Reductions in Solar Energy Production Due to Dust and Particulate Air Pollution // *Environmental Science & Technology Letters*, 2017 4 (8), 339-344 DOI: 10.1021/acs.estlett.7b00197.

CHANGE IN THE REQUIRED POWER OF HEATING DEVICES IN THE PREMISES OF A PUBLIC BUILDING WHEN TAKING INTO ACCOUNT THERMAL INHOMOGENEITIES

Akhverdashvili R.G., student IIESM 3-15

Eroshina A.N., student IIESM 3-16

Scientific adviser – Klochko A.K., docent, candidate of technical sciences.

Introduction

The change in the required power of the heating device directly depends on the accuracy of the calculated heat losses of the room, which will allow to create a more favorable thermal environment in the room, eliminating such phenomena as overheating or under-heating of the room.

Calculation of transmission heat losses of premises

Firstmethod – We will consider The change in the required power of heating devices by comparing two methods for calculating transmission heat losses of a public building according to Appendix G SP 60.13330.2016 " Heating, ventilation, and air conditioning. Updated version of the SNiP 41-01-2003 (with Amendment number 1)". The first method is to calculate heat losses based on the average value of the reduced heat transfer resistance for each of the considered enclosing structures [1-9]:

$$Q_{mp_n} = t_{e_n} - t_u \cdot H_{mp_n} = t_{e_n} - t_u \cdot \sum_i n_{i,j} \cdot A_i \cdot K_i \quad (1)$$

$$K_i = \frac{1}{R_{o,i}^{np}} \quad (2)$$

The reduced resistance is calculated according to Annex E of the SP 60.13330.2016" Thermal protection of buildings. Updated version of the SNiP 23-02-2003 (with Amendment Number 1)»:

$$R_o^{np} = \frac{1}{\frac{1}{R_o^{yca}} + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k} \quad (3)$$

Secondmethod – The second method consists in element-by-element accounting of linear and point heat engineering inhomogeneities individually across the premises. The calculation is based on the formula.

$$Q_{mp_n} = t_{e_n} - t_u \cdot H_{mp_n} = t_{e_n} - t_u \cdot \left[\sum_i n_{i,i} \cdot A_i \cdot U_i + \sum_j n_{i,j} \cdot L_j \cdot \psi_j + \sum_k n_{i,k} \cdot N_k \cdot \chi_k \right] \quad (4)$$

It is mandatory according to the SP 60.13330.2016 " heating, ventilation, and air conditioning. Updated version of the SNiP 41-01-2003 (with Amendment number 1)" when calculating heat losses of premises *of buildings* with a coefficient of thermal inhomogeneities below 0.8. Where H_{mp_n} -is the specific heat loss of the n-th room to compensate for the heat transfer of heat transfer through the enclosing structures; t_{θ_n} - the calculated internal air temperature of the n-th room, determined in accordance with point 5.1 SP 60.13330.2016; t_n - estimated outdoor air temperature, determined in accordance with SP 131.13330.2012; K_i -heat transfer coefficient of the I-th enclosing structure; A_i - area of the i-th enclosing structure or fragment of the enclosing structure of the room in question, m²; $n_{i,i}$ - a coefficient that takes into account the deviation of the temperature of the space located behind the considered enclosing structure from the outside air temperature; U_i -the heat transfer coefficient of the homogeneous part of the I-th fragment of the enclosing structure, determined in accordance with СП 50.13330.2012; L_j - length of the j-th linear heat-conducting inclusion of the n-th room, m; N_k - number of K-point heat-conducting inclusions of the n-th room, PCs; ψ_j -specific heat losses through linear inhomogeneity of the j-th type, determined by the SP 230.1325800.2015 or according to the calculation of temperature fields; χ_k -specific heat loss through point inhomogeneity of the k-th type, determined by the SP 230.1325800.2015 or according to the calculation of temperature fields.

The original building data

Then according to the SP 50.13330.2012 (with Change number 1) depending on the calculated GSOP, we get the required heat transfer resistances:

– for walls $R_o^{mp} = 2,58 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$;

– for attic floors and ceilings over cold basements $R_o^{mp} = 2,91 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$;

– for windows $R_o^{mp} = 0,61 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$.

Construction of the external wall (from the room to the external environment):

– plaster (complexsolution): $\lambda = 0,87 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ $\delta = 0,02$ m;

– ordinaryclaybrick: $\lambda = 0,81 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ $\delta = 0,25$ m;

– mineralwoolboard: $\lambda = 0,045 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ $\delta = 0,16$ m;

– plaster (cement-sandsolution): $\lambda = 0,93 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$, $\delta = 0,02$ m.

Conditional resistance to wall heat transfer $R_o^{ict} = 4,067 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$.

Determination of deviations of heat losses

Composition of heat engineering inhomogeneities of public building.

To determine the heat loss of premises using the first method, it is necessary to calculate the reduced resistance of the outer wall. Let's write out the number of thermal inhomogeneities of the building under consideration. Specific heat losses through point and linear inhomogeneities are determined according to tables SP SP 230.1325800.2015"construction of cladding of buildings. Characteristics of thermal inhomogeneities (with Change number 1)". The results are summarized in a table

Table 1

Composition of heat engineering inhomogeneities of public buildings

Structural element	The specific geometric figure	Specific heat loss, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$	Specific heat flow due to the element, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$	Share of the total heat flow through the fragment, %
flat element 1	$a_1 = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2$	$U_1 = 0,246$	$a_1 U_1 = 0,246$	65,1
flat element 1 (abutment to the plinth)	$l_1 = 0,186 \text{ m}/\text{m}^2$	$\psi_1 = 0,478$	$l_1 \psi_1 = 0,089$	23,5
flat element 2 (window slope)	$l_2 = 0,409 \text{ m}/\text{m}^2$	$\psi_2 = 0,050$	$l_2 \psi_2 = 0,020$	5,3
flat element 3 (outer corner.)	$l_3 = 0,035 \text{ m}/\text{m}^2$	$\psi_3 = 0,150$	$l_3 \psi_3 = 0,005$	1,3
flat element 4 (inner corner)	$l_4 = 0,012 \text{ m}/\text{m}^2$	$\psi_4 = -0,2$	$l_4 \psi_4 = -0,002$	-0,5
flat element 5 (the adjoining balcony)	$l_5 = 0,016 \text{ m}/\text{m}^2$	$\psi_5 = 0,285$	$l_5 \psi_5 = 0,005$	1,3
Point element 1 (dowel)	$n_5 = 5 \text{ 1}/\text{m}^2$	$\chi_5 = 0,003$	$n_1 \chi_1 = 0,015$	4,0
total			$\frac{np}{1/R} = 0,378$	100

Calculation of received deviations Δ

Next, we calculate the transmission heat losses of four characteristic rooms using the two methods described above, using the formula for the first calculation through the given heat transfer resistance, and in the second the formula with element-by-element accounting for thermal inhomogeneities in each room. Then we will determine the deviation of the heat loss of the premises according to the formula on the slide.

$$\Delta = \frac{Q^w - Q^R}{Q^w}, \quad (5)$$

where: Q^w is the heat loss of the n-th room calculated through the reduced heat transfer resistance; Q^R – heat losses of the n-th room calculated with element-by-element consideration of thermal inhomogeneities in each room; Q^R - deviation of heat losses of the n-th room.

The data obtained is summarized in a table 2.

Table. 2

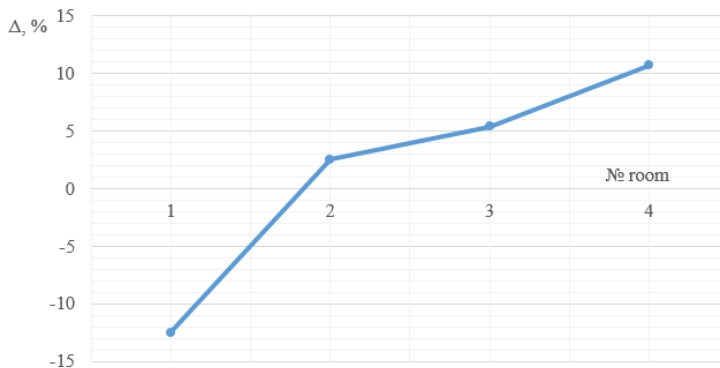
Calculation of received deviations

Room option №	Number of thermal inhomogeneities		The heat losses of the room when calculating using R_{np} , Bт	Thermal losses of a room during element-by-element accounting Ψ, χ ; W	The deviation of the calculated heat loss, W	The deviation of the calculated heat loss Δ , %
	$\Sigma\Psi_j$	$\Sigma\chi_k$				
1	1	1	378	336	-42	-12,5
2	2	1	1646	1689	43	2,5
3	3	1	1196	1286	90	5,4
4	4	1	1068	1196	128	10,7

The figure shows a graphical interpretation of the received deviations Δ . In this graph, we can see that with an increase in the number of thermal inhomogeneities, the deviation of the calculated heat losses of the room will increase.

The figure shows a graphical interpretation of the received deviations Δ . In this graph, we can see that with an increase in the number of thermal inhomogeneities, the deviation of the calculated heat losses of the room will increase.

Conclusion: Based on the results of this work, we can say with confidence that in buildings with a high content of thermal heterogeneities, the change in the required power of heating devices will be significant.



Picture 1. Graphical interpretation of the received deviations Δ

References

1. SP 50.13330.2012 " Thermal protection of buildings. Updated version of SNiP 23-02-2003 (with Change N 1)".
2. SP 230.1325800.2015 " Structures enclosing buildings. Characteristics of thermal inhomogeneities (with a Change of N 1)".
3. SP 131.13330.2012 " Construction climatology. Updated version of SNiP 23-01-99* (with Changes N 1, 2)".
4. SP 60.13330.2016 " Heating, ventilation and air conditioning. Updated version of SNiP 41-01-2003 (with Change N 1)".
5. SP 345.1325800.2017 " Residential and public Buildings. Rules for designing thermal protection".
6. V.G. Gagarin, A.Yu. Neklyudov. Accounting for thermal inhomogeneities of fences in determining the heat load on the heating system. / Advertising and publishing company "Stroymaterialy" (Moscow). HOUSING CONSTRUCTION. 2014. № 6. C. 3-7.
7. Samarin O.D. Calculation of specific heat losses through point heat engineering inhomogeneities using the updated version of SNiP 23-02. / Novosibirsk state University of architecture and civil engineering (sibstrin). NEWS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS. CONSTRUCTION. 2014. №1 (661). C. 81-85.
8. Kostin V.I., Karmishkina A.V. Influence of the value of thermal heterogeneity of external enclosing structures on the thickness of the insulation. / Novosibirsk state University of architecture and civil engineering (sibstrin).NEWS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS. CONSTRUCTION. 2014. №3 (663). C. 52-60.
9. Malyavina E.G., Samarin O.D. Construction Thermophysics and microclimate of buildings. / M-vo of education and science ROS. Federation, National research center. Mosk. GOS. builds. UN-t. — Moscow: MISI — MGSU publishing house, 2018. - 288 c.

ENERGY EFFECT OF INCREASING DEVELOPMENT DENSITY IN THE CASE OF THE CITY OF SAMARA

Pankratov T.S., student of school № 953, 10 «B»

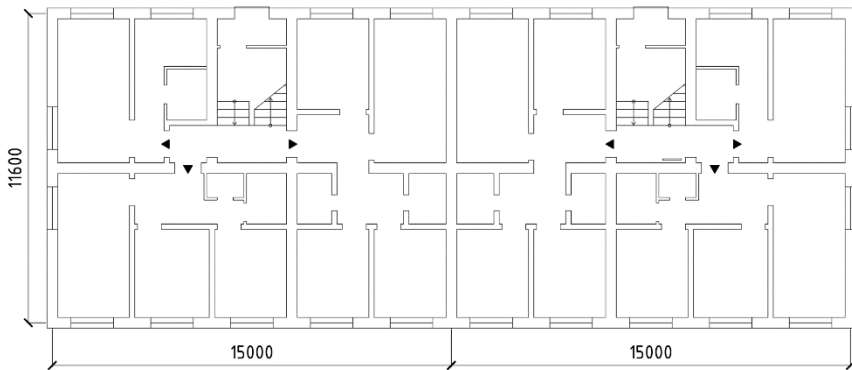
SilaeV G.V., student of school № 953, 10 «B»

Tsupikov G.A., student of school № 953, 10 «B»

Scientific adviser – Klochko A.K., docent, candidate of technical sciences.

In this work, we will see how the heat capacity required for the heating system of a residential building for many apartments will change.

For example, we take a building with the layout shown in figure 1. In our work, the floor plan will not change, but we will change the number of floors. Let's look at the building options with 2 floors, 3 floors, 4 floors and 5 floors.



Picture 1. Plan of the typical floor of the building under consideration.

The basis for calculations is the regulatory documents in the field of construction on the territory of the Russian Federation. [1, 2, 3]

The building we are considering is located in the city of Samara in the Russian Federation. Climate characteristics are taken in Construction climatology [3]:

- temperature for calculating the heating system is -30°C ;
- average temperature for the heating period is $-4,7^{\circ}\text{C}$;
- duration of the heating period is 197 days

We also need to find the thermal characteristics of external fences according to the requirements [2]:

- for walls – $3,103 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$;
- for Windows – $0,673 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$;
- floor – $4,090 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$;
- ceiling – $4,090 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$;
- exterior front door – $0,862 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$.

The power of the heating system can be found by the formula [4, 5, 6]:

$$Q_{\text{heat}} = Q_{\text{es}} + Q_{\text{inf/vent}} \pm Q_{\text{tech}} \quad (1)$$

where: Q_{es} – loss of heat energy through external structures of the building; $Q_{inf/vent}$ – the loss of heat energy needed to heat the air coming from the street during infiltration or the air we need for ventilation; Q_{tech} – heat energy from household devices inside the room.

The results of all engineering calculations are shown compactly in table 1.

Table 1

The power of the heating system

Parameter	1 floor	2 floors	3 floors	4 floors	5 floors
number of people living	18	36	54	72	90
maximum power, kW	29,1	51,5	73,8	96,2	118,6
average power for the heating period, kW	14,4	25,4	36,5	47,5	58,6
annual energy consumption for the heating period, $\text{kJ}\cdot 10^6/\text{year}$	244,6	432,7	620,7	808,8	997,1
specific heating energy consumption for heating and ventilation:	-	-	-	-	-
per $\text{kJ}\cdot 10^6/1 \text{ m}^2$ of total area	0,857	0,805	0,786	0,776	0,770
per $\text{kJ}\cdot 10^6/1 \text{ m}^2$ of living space	1,721	1,522	1,456	1,423	1,403
per $\text{kJ}\cdot 10^6/1$ person	13,588	12,018	11,495	11,233	11,079

The table shows that if we increase the number of floors in a building and more people live in this building, then the energy spent on heating is reduced by 1 person, and we will get a positive environmental effect.

References

1. SP 60.13330.2012 "Heating, ventilation and air conditioning". - M.: Ministry of Construction of Russia. – 2017.
2. SP 50.13330.2012 "Thermal protection of buildings" - M.: Ministry of Construction of Russia. – 2017.
3. SP 131.13330.2012 Construction climatology. - M.: Ministry of Construction of Russia. – 2017
4. V. G. Gagarin, A. Yu. Neklyudov. Accounting for thermal inhomogeneities of fences in determining the heat load on the heating system. / Advertising and publishing company "Stroymaterialy" (Moscow). HOUSING CONSTRUCTION. 2014. № 6. C. 3-7.
5. Samarin O. D. Calculation of specific heat losses through point heat engineering inhomogeneities using the updated version of SNiP 23-02. / Novosibirsk state University of architecture and civil engineering (sibstrin). NEWS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS. CONSTRUCTION. 2014. №1 (661). C. 81-85.
6. Malyavina E.G., Frolova A.A. Selection of Energy-Reasonable Thermal Protection of Office Buildings with Year-Round Maintenance of the Thermal Microclimate // Zhilishchnoe Stroitel'stvo. – 2019. – №1-2. C. 63-68.

REDUCTION OF RESIDENTIAL HEATING CONSUMPTION DUE TO CHANGES IN REGULATORY REQUIREMENTS

Zaripov R.I. student of the 4nd course of Institute of Environmental Engineering and Mechanization (IEEM 4-11)

Lakunin A.R. student of the 2nd course of Institute of Environmental Engineering and Mechanization (IEEM 2-13)

Scientific adviser – *Klochko A.K.*, Associate Professor, Ph.D.

In this article, we will consider the change in the required amount of energy for heating a residential building due to new changes in Building Regulations (BR) «Thermal performance of the buildings» [1].

The heating system to carry out the tasks assigned to it must have a certain heat output. The estimated heat capacity of the system is revealed as a result of compiling the heat balance in the heated rooms at an outdoor temperature, called the calculated one, equal to the average temperature of the coldest five-day period with a security of 0.92 and determined for a specific area of construction by standards. The calculated heat output during the heating season is used in part depending on the change in heat loss in the rooms at the current value of the outdoor temperature and only at completely [2-6].

The temperature situation in the room depends on the thermal power of the heating system, as well as on the location of the heating devices, the thermophysical properties of the external and internal fences, the intensity of other sources of heat input and loss. The main heat loss through the room fencing is determined depending on its area, the reduced resistance to heat transfer of the enclosure and the calculated difference in room temperature and the outside of the enclosure.

The area of individual fences when calculating the heat loss through them should be calculated in compliance with the rules of measurement defined by the rules. The reduced heat transfer resistance of the enclosure or its inverse value – the heat transfer coefficient – is taken according to the heat engineering calculation in accordance with the requirements of the joint venture or (for example, for windows, doors) according to the manufacturer. The estimated room temperature is usually set equal to the estimated room temperature t_b , taken depending on the purpose of the room according to the joint venture, corresponding to the purpose of the heated building.

The change of the joint venture is associated with the section “Thermal protection of buildings”

Obviously, when warming the windows, both heat loss and the consumed heat power will be reduced. Which will reduce environmental damage. We will see how changes in regulatory documents will affect the reduction of energy for heating the building. For example, let's take some big cities in Russia. The climate of a building construction site can be characterized by the parameter degrees per day (DDHP) of the heating period, which can be calculated as multi-

plying the difference between the internal air temperature and the average temperature for the cold period of the year by the number of days of the cold period of the year. The climate characteristics are shown in table 1.

Table 1

DDHP for 2 and 5-storey buildings

2 and 5 floor	DDHP
Volgograd	3925
St. Petersburg	4537
Moscow	4551
Ekaterinburg	5613
Omsk	6070
Arkhangelsk	6125

Next, it is necessary to calculate the maximum capacity and annual energy consumption for the heating period before changes in the joint venture and after. All calculations are summarized in table 2.

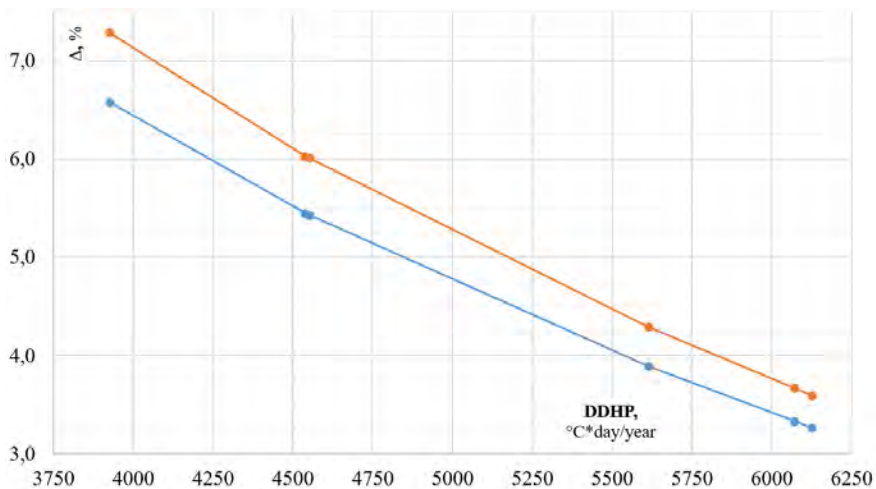
Table 2

Energy for building heating

City (floor)	Q_{max} heat, kW		Q_{year} heat, GJ/year	
	BR 50	BR 50 (change-1)	BR 50	BR 50 (change-1)
Volgograd(2)	48,4	45,2	0,390	0,364
Volgograd(5)	111,7	103,5	0,901	0,835
St. Petersburg(2)	48,7	46	0,433	0,409
St. Petersburg(5)	112,6	105,8	1,000	0,942
Moscow(2)	49,7	47	0,434	0,410
Moscow(5)	115	108,1	1,000	0,944
Ekaterinburg(2)	58,4	56,2	0,506	0,486
Ekaterinburg(5)	135,8	129,9	1,175	1,125
Omsk(2)	58,2	56,3	0,535	0,517
Omsk(5)	135,4	130,5	1,246	1,200
Arkhangelsk(2)	54,1	52,3	0,540	0,522
Arkhangelsk(5)	125,8	121,3	1,256	1,211

Next, we build a graph of the dependence of the DDHP and the Delta heat (heat with changes minus heat no changes).

Thus, on the graphs, we see that for a 2-storey residential building, heat savings are on average 4.66%, and for a 5-storey building - 5.15%. Conclusion. These changes are very effective, both for warm cities and for cold cities.



Picture 1. Dependence graph for 5 story buildings

References

1. SP 60.13330.2012 "Heating, ventilation and air conditioning". - M.: Ministry of Construction of Russia. – 2017.
2. SP 50.13330.2012 "Thermal protection of buildings" - M.: Ministry of Construction of Russia. – 2017.
3. SP 131.13330.2012 Construction climatology. - M.: Ministry of Construction of Russia. – 2017.
4. Tabunshchikov, Yu. A., Bolotov, E.N., Brodach, M.M.: Museums. Heating, ventilation, air conditioning. AVOK, Moscow (2018).
5. V. G. Gagarin, A. Yu. Neklyudov. Accounting for thermal inhomogeneities of fences in determining the heat load on the heating system. / Advertising and publishing company "Stroymaterialy" (Moscow). HOUSING CONSTRUCTION. 2014. № 6. C. 3-7.
6. Samarin O. D. Calculation of specific heat losses through point heat engineering inhomogeneities using the updated version of SNiP 23-02. / Novosibirsk state University of architecture and civil engineering (sibstrin). NEWS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS. CONSTRUCTION. 2014. №1 (661). C. 81-85.

HEAT ENERGY RECOVERY OF EXHAUST AIR BY MEANS OF THE VENTILATION UNIT FOR INDOOR MICROCLIMATE

*Khlopitsyn D.O., student of the 2nd course of 2 groups of Institute of Environmental Engineering and Mechanization (IEEM)
Scientific supervisor – Klochko A.K., Assoc., Ph. D.*

In this article, we will consider an improved solution of a utility model of an air recuperative heat exchanger “Ventilation unit for providing a microclimate in a room”, developed at the Department of HVAC in Ulyanovsk State Technical University.

The problem of energy saving is relevant for the ventilation system. Together with the removed air, a large amount of heat is utilized, which is not advisable. To avoid this they began to use recuperators of heat of the heating supply and cold air due to being removed from the room of warm air.

A recuperative heat exchanger is an installation that transfers heat energy between heat carriers through a separated heat transfer wall.

Compared to the utility model, the improved ventilation unit is a device with air removal and supply ducts combined in one housing with a divided, by the principle of a “screw”, heat transfer wall.

The main disadvantages of existing recuperators are:

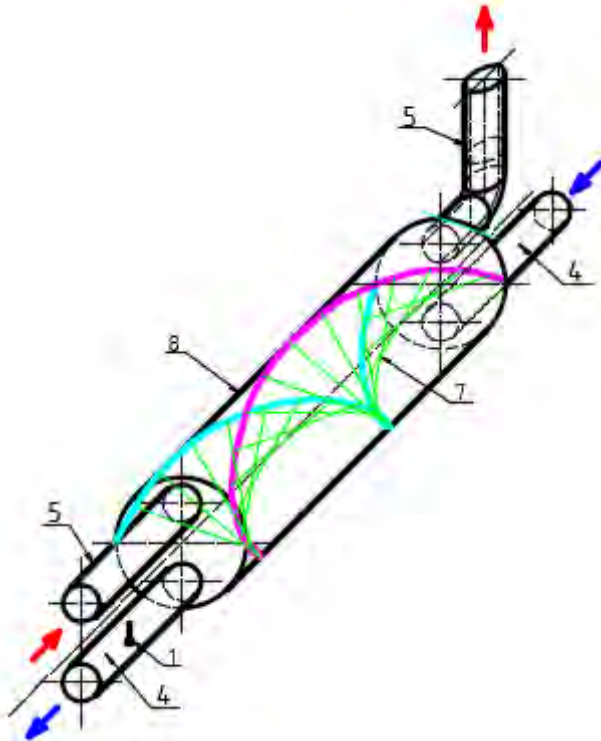
- high cost of heat exchangers;
- the high cost of the fans due to a significant additional loss of pressure to overcome the heat exchangers;
- high energy costs for the electric drive of the supply and exhaust fan at their constant productivity to overcome resistance in recuperators;
- high cost of preheating independent of the air temperature after the recuperator.

The technical problem, which the utility model was aimed at, is the development of a ventilation unit for optimal microclimate in the room, but there was a drawback in it – the area of contact of air.

The technical result is an increase in the area of the heat transfer surface according to the principle of the "screw" to increase the flow area of the exhaust and supply air, which will affect greater savings in thermal energy.

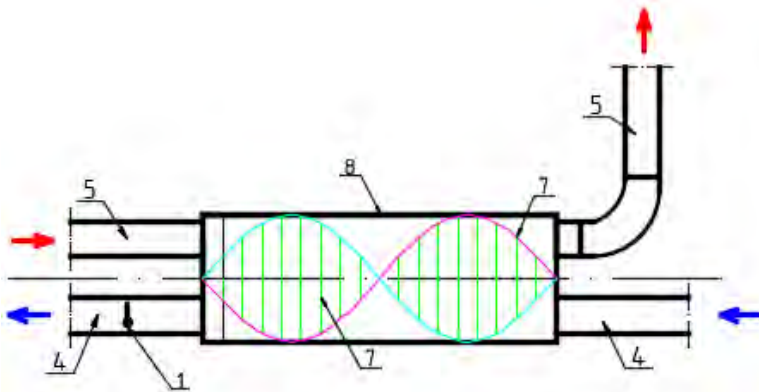
The peculiarity of this solution from the analogue is that the air ducts of the exhaust and supply system are combined into one cylindrical body with a divided heat transfer wall, according to the “screw” principle, due to its axial scrolling, which is common for exhaust and supply air. The movement of air is countercurrent, which increases the heat transfer between them. A temperature sensor is built into the supply air duct after the recuperative installation, and the temperature heating controller is included in the automatic control unit for the air heater to control and account for the supply air parameters.

The essence of the utility model is presented in picture 1, picture 2 and picture 3.

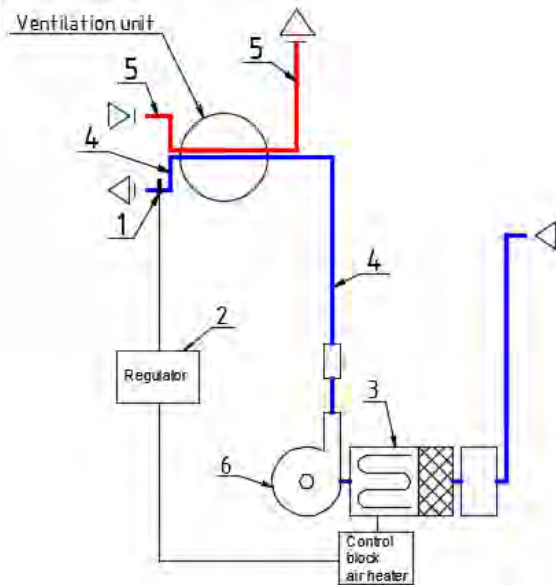


Picture 1. Isometric ventilation unit:

1 – temperature sensor; 2 – temperature controller in the automatic control unit; 3 – air heater; 4 – supply air duct; 5 – exhaust duct; 6 – fan; 7 – heat transfer wall according to the principle of "screw"; 8 – external housing



Picture 2. Section of the ventilation unit



Picture 3. Schematic diagram of the ventilation unit

Consider an example of implementing an improved solution to a utility model.

The supply air supplied by the fan 6 through the supply air duct 4 is heated by the exhaust air located in the exhaust duct 5 due to the divided common heat transfer wall 7 according to the “screw” principle, which has a high heat transfer coefficient and an increased area relative to the analogue, during which the air passes through a temperature sensor 1, which is connected to a temperature controller in the automatic control unit 2 for controlling the air heater 3, which allows controlling the temperature of heating the air in the air heater 3.

Thus, as a result of the improvement of the recuperative installation, the work efficiency is increased by reducing the cost of the air heater, fan, as well as reducing the energy costs of the electric supply and exhaust fan with their constant performance to overcome resistance and reduce the cost of thermal energy of the supply air by the air heater. To achieve these results, it is necessary to improve the heat transfer wall according to the “screw” principle.

References

1. GOST 15518-87 Lamellar heat exchangers. Types, parameters and main dimensions (with Change N 1).
2. SP 60.13330.2016. Heating, ventilation and air conditioning. Updated version of SNiP 41-01-2003 (as Amended by No. 1).

3. The ventilation unit to provide indoor climate
[//https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=0000183257&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=0000183257&TypeFile=html).
4. Krasnov Yu.S. and other ventilation and air conditioning systems. Recommendations for design, testing and commissioning / Yu.S. Krasnov, A.P. Borisoglebskaya et al. - M.: TERMOKUL, 2006.
5. Samarin O.D. The basics of ensuring the microclimate of buildings. Textbook for malware. DIA, 2014.
6. BABOTA, F. MECHANICAL VENTILATION SYSTEMS WITH HEAT RECOVERY FOR REFURBISHMENT PROJECTS AND NEW BUILDINGS Technical University of Cluj-Napoca, 2014 .
7. CORBIN, C. D., HENZE, G. P. AND MAY-OSTENDORP, P.A model predictive control optimization environment for real-time commercial building application, Journal of Building Performance Simulation, 2013.
8. Development of a program to justify the installation of a recuperator in a ventilation system [//https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18280284](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18280284).
9. A brief overview of the recuperators of ventilation systems. Determination of the efficiency of recuperators [//https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32399448](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32399448).
10. Utilization of heat in cross-plate heat exchangers [//https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20557156](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20557156).

UPDATING OF CAPITAL EXPENDITURES FOR THE CONSTRUCTION OF GAS PIPELINES IN THE RUSSIAN FEDERATION

*Grishankova A.D., a 4th year student of the Institute of Economics, Management and Information Systems in Construction and Real Estate
Scientific adviser – Klochko A.K., associate Professor, Candidate of Engineering Sciences «Moscow State University of Civil Engineering»*

In this scientific article, we will consider the changes in the costs required for the construction of gas distribution networks and their changes over time.

In addition to the fact that gas distribution systems must be safe and reliable, also they must be economical from the point of view of construction and subsequent operation. It is worth noting that the cost of material and labor resources depends on the market environment, which in turn is determined by economic indicators that characterize the state of the market. These indicators include: the ratio of supply and demand, the price level, the market capacity, and the consumer's ability to pay. Accordingly, the tasks of primary importance are: the correct choice of criteria for the economic efficiency of measures that are taken into account when designing gas distribution systems and the correct choice of a method for optimizing the construction of gas distribution networks. The main goal of management of any production system (in this case, a gas distribution system) is to get the maximum profit from its operation, i.e. to extract the maximum income from the invested capital in the construction of the system [1-7].

The cost of construction of gas distribution networks is determined by consistently performed estimates for all typical sizes of polyethylene pipes. Estimates were made using the basic index method. The basic index method for determining the cost of construction products, works, and services is based on the use of a system of current and forecast indices in relation to the cost determined in the base period. First, the base cost is multiplied by the corresponding index for the industry and type of work. Then, the totals for the corresponding columns are summarized.

$$C_{\text{current}} = C_{\text{basic}} * I_{\text{current}} \quad (1)$$

There are two ways to recalculate the estimated cost of construction and installation works from the base price level to the current prices. The first is based on the use of indexes to direct cost items (cost of operating machines, materials, labor) or to the results of direct costs. The second is related to the use of indexes to full estimated cost.

In our case, we used the first method. When calculating the estimated cost of laying gas pipelines, the conversion Indices of the estimated cost of construction and installation works performed in Moscow for April 2011 and September 2019 to the prices of 2000 were used for conversion from base prices. These in-

dexes were developed by the "Interdepartmental Council for pricing policy in construction under the government of Moscow" and are contained in the TSN-2000 regulatory framework.

The following indexes were used for the calculation: indices of the increase in the cost of wages per person-hour of the main workers; indexes of increase in the cost of one machine-hour of construction machines; indexes of increasing the cost of materials; estimated profit standards in the base and current price levels; standards of overhead costs in the base and current price levels.

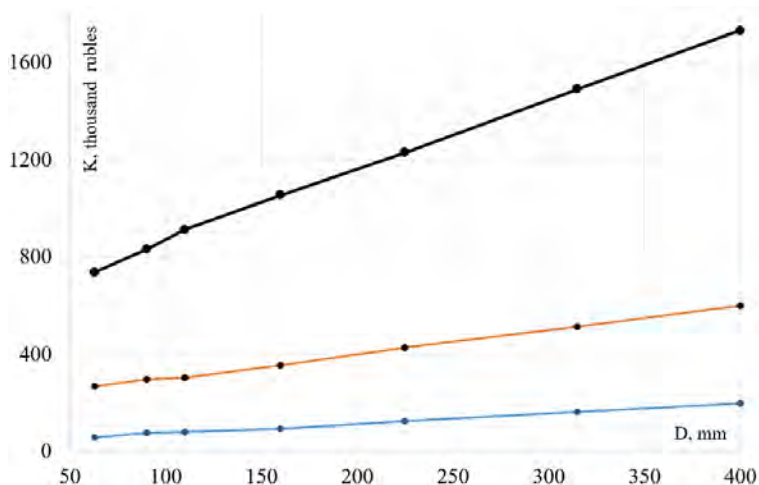
Cost of construction (100 linear meters) of various gas pipelines diameters for different periods are shown in table 1.

Table 1

The construction cost of the pipeline

D, mm	2000 (January)	2011 (April)	2019 (September)
63	56,16	266,82	736,59
90	75,58	297,26	830,87
110	78,58	302,30	912,60
160	91,35	353,88	1 053,71
225	125,24	426,94	1 229,28
315	163,57	513,04	1 489,47
400	197,90	598,10	1 730,56

The illustration № 1 shows the values of a certain estimated cost of laying 100 linear meters of the gas pipeline route from the PE pipeline for the considered diameters in 2000, 2011 and 2019.



Picture 1. Cost of laying polyethylene gas pipelines for different pipe diameters

Thus, in this graph, we can see that the cost of building gas pipelines made of polyethylene pipes for various pipe diameters has increased multiple times from 2011 to 2019.

References

1. Gumba Kh. M., Ermolaev Ye. E., Uvarova S. S. Pricing and estimate business in construction: textbook-practical guide-2nd ed., reprint. Moscow: yurayt publishing House; yurayt publishing house, 2011. – p. 419 - Series: Master.
2. Ardzinov V. D., Baranovskaya N. I., Kurochkin A. I. Estimate business in construction. Self-instruction. - Saint Petersburg: Peter, 2009. – p. 480 (series "Construction business").
4. Zhila V. A. gas Supply: textbook for University students on specialty "heat and gas supply and ventilation". Moscow: DIA, 2014. p. 368.
5. Zhila V. A., Gusarova E. A., Gulyukin D. M. Reliability of gas distribution systems. / Publishing house «Science education». SCIENTIFIC REVIEW. 2017. № 20. p. 38-44.
6. Zhila V. A., Gusarova E. A., Kulyukin D. M. Ways to improve the reliability of gas distribution systems in urban construction. / Limited liability Company journal of Innovation and investment. 2017. № 20. p. 139-142.
7. Zhila V. A., Solovyova E. B., Gulyukin D. M. Safety of gas supply and gas distribution systems. / Publishing house "Science education". Scientific review. 2016. № 22. p. 27-32.

DIFFERENT METHODS OF MEASURING WALLING

Petrov G.A., student IIESM 3-13

Scientific adviser – Frolova A.A., associate professor, candidate of engineering sciences

Construction are growing and it's require large costs of thermal energy for the heating season. Therefore, we have issue how we can rational use and energy saving arises. Now we have federal law RF №261-FZ from 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», which are required rational use resources.

The heating system is used to compensate heat loss through the exterior building envelope. The load on the heating system can be reduced by increasing the thermal protection of the building in order to minimize release.

In each country, there are standards for the building thermal insulation. They depend on the climatic conditions of the country and its energy conservation policies. As prices of energy resources are constantly rising, non-renewable energy source are decreasing, the requirements for building thermal insulation are increasing.

The methods of measuring the exterior building envelope, which is directly affected the heat loss of the building, is compared in this article.

Calculations the heat loss of the building during the heating season were made. We taken two-storey kindergarten building for 140 persons, located in Ufa city. The mean temperature of the coldest five days probability 0,92 is to -33°C . The building construction area is the dry humidity zone. In the building we have normal humidity conditions (55% of humidity) [1]. We take inside air temperature is 20°C for calculations the heat transfer resistance of building envelope. Insulation board from extruded polystyrene foam with a thickness of 0.12 m were used as a thermal insulation. We accept that the basement in the building is unheated [2].

Survey in accordance with SP 50.13330.2012 «Thermal performance of the buildings», SP 131.13330.2012 «Building climatology», SP 23-101-2004 «Thermal performance design of buildings».

Russian regulation documents are determine the measurement rule of external and internal envelope in meters, with an accuracy of 0.01 m^2 (fig. 1). These rules are the same application throughout the country.

In foreign countries there is no single document, which governing the measurement of premises. There are three documents offering different rules: EN ISO 10211, EN ISO 13789 and EN ISO 14683 (fig. 2) [3].

We made calculations the heat loss of the building by 4 methods: 1st – according to Russian standard documents, 2nd – according to EN ISO 10211, 3rd – according to EN ISO 13789 and 4th – according to EN ISO 14683 (fig. 3).

Total calculated heat losses are combined in a table for a visual comparison (table 1).

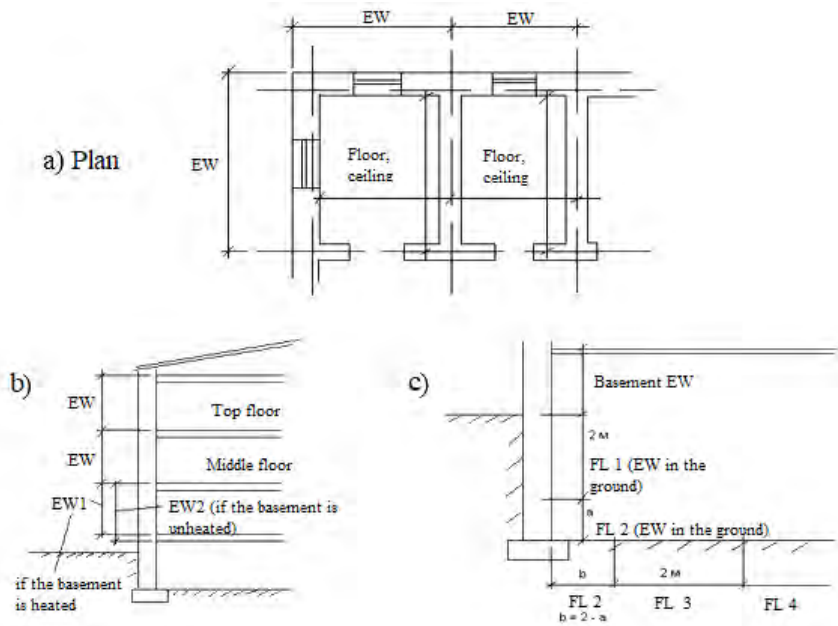


Fig. 1. Rules for measuring premises in accordance to Russian regulations

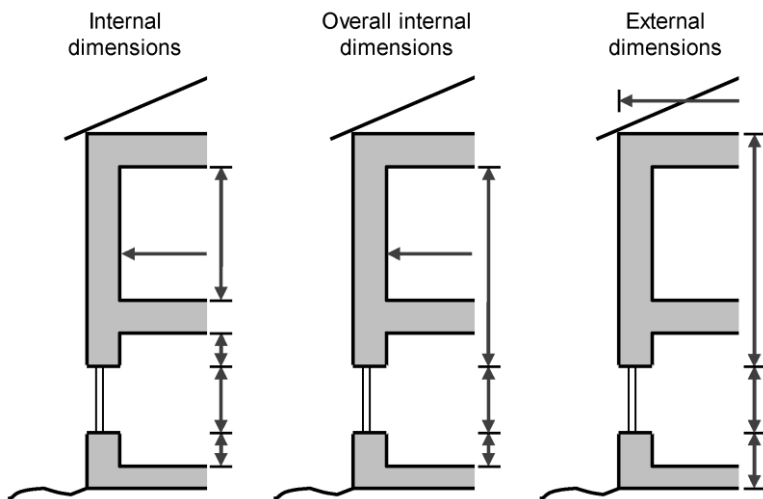


Fig. 2. Three different methods of measuring according to EN ISO 10211, EN ISO 13789 and EN ISO 14683

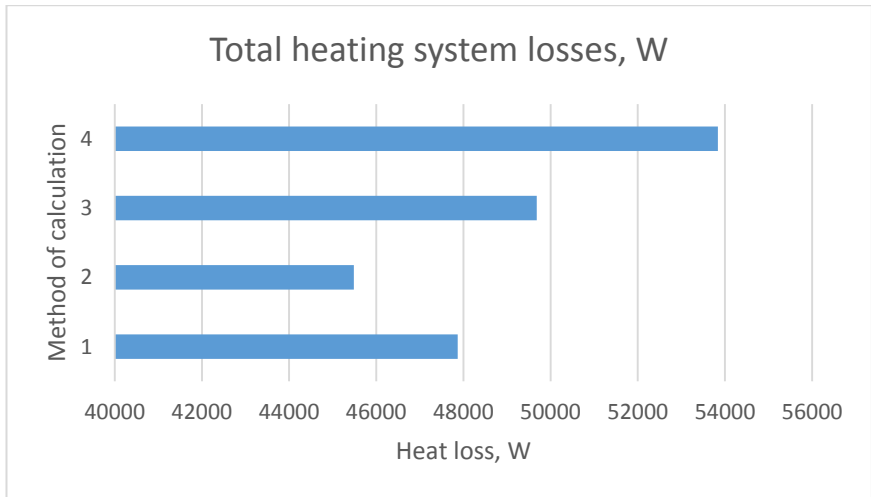


Fig. 3. Total building heat loss

Table 1

Total heating system losses

Methods	1 method (Russian standard)	2 method (EN ISO 10211)	3 method (EN ISO 13789)	4 method (EN ISO 14683)
Heat loss, % (from Russian standard)	100	95	104	112

As we can see from table 1, the calculations of heat loss made according to Russian regulations have an average value between the second and the third methods. The heat losses were calculated by the 4th method were the largest, which indicate a possible waste of energy.

For a more visual example, we pick out 4 types of rooms in our building: ordinary on the intermediate floors, ordinary on the top floor, corner ones on the intermediate floors, corner ones on the top floor. We were compared the heat loss in each of these rooms in accordance to all the considered calculation methods. (fig. 4).

In this case, there is also a strong increasing of heat loss to the 4th method. (table 2). The increasing of heat loss of the corner room on the top floor and the ordinary on the top floor is the most noticeable in the diagram. The increasing of heat loss for these rooms was 12% and 9%. Heat losses were calculated to Russian standards are locate in the middle range, relative to the second and third calculation methods [4].

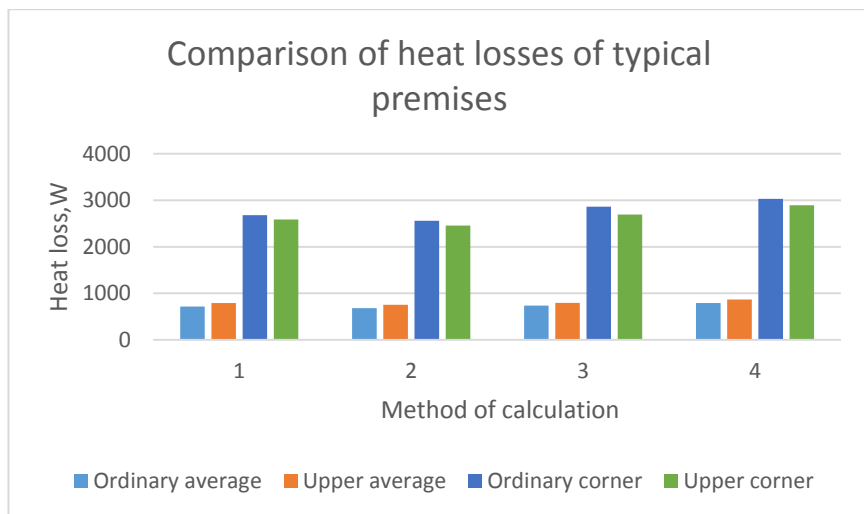


Fig. 4. Comparison of heat losses of typical rooms

Table 2

Comparison methods

Heat loss, % (from Russian standard)	Methods			
	1 st method (Russian standard)	2 nd method (EN ISO 10211)	3 rd method (EN ISO 13789)	4 th method (EN ISO 14683)
Ordinary average	100	96	103	111
Upper average	100	95	100	109
Ordinary corner	100	95	107	113
Upper corner	100	95	104	112

After analyzing the results obtained in the calculations, we can conclude that the area between the window openings of the first and second floor, which is taken into account in the third and fourth methods, strongly increases the heat losses of the premises. This gives an overrun to the heating system [5]. In the future, it is interesting to see what will happen in real life.

References

1. Malyavina E.G. Building heat loss // AVOK, 2011. – p. 15– 21.
2. Malyavina E.G., Ivanov D.S., Miheeva E.A. The influence of various factors on the calculation of heat loss of basements by engineering methods // Natural and technical sciences. – 2015. – №10. – p. 403-405.

3. Björn Berggren, Maria Wall State of Knowledge of Thermal Bridges—A Follow up in Sweden and a Review of Recent Research // Division of Energy and Building Design, Department of Architecture and Built Environment, Lund University. – 2018.

4. Malyavina E.G., Frolova A.A. Selection of Energy-Reasonable Thermal Protection of Office Buildings with Year-Round Maintenance of the Thermal Microclimate // Zhilishchnoe Stroitel'stvo. – 2019. – №1-2. p. 63-68.

5. Malyavina E.G., Frolova A.A. Analysis of annual energy consumption for heating and cooling an office building // AVOK. 2017. №1. p. 68-75.