

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
КОНЦЕРН БРЕСТЭНЕРГО

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ



ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ
ОТРАСЛЯХ

Материалы научного семинара

Брест, 2020

УДК 620.9

ББК 72.33

Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 21 марта 2020 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: РУПЭ «Брестэнерго», 2020. – 147 с.

В настоящем сборнике публикуются материалы научного семинара на тему «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях», который состоялся в Брестском государственном техническом университете 21 марта 2020 года. Издание адресуется преподавателям учебных заведений, студентам вузов, магистрантам, аспирантам, всем, кто интересуется проблемами энергетической безопасности.

Публикация материалов рекомендована кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции (протокол заседания кафедры №7 от 17.03.2020 г).

Издание материалов научного семинара осуществлено за счет финансовой поддержки со стороны Республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Брестэнерго».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Северянин В.С. НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИДЕЙ	6
Новосельцев В.Г., Черноиван В.Н., Черноиван Н.В.	9
ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ — ЭФФЕКТИВНОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ	9
Андреюк С.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАЛЕНИЯ НИТРАТОВ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЗЛИЧНОГО АНИОННОГО СОСТАВА	12
Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.....	15
Веремейчик А.И., Сазонов М.И., Хвисевич В.М., Томашев И.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ЭРОЗИИ ГАФНИЕВОГО КАТОДА ПЛАЗМОТРОНА ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ КИСЛОРОДА	17
Чернюк В.П., Шляхова Е.И. БУРОНАБИВНЫЕ СВАИ С УШИРЕННЫМ ОСНОВАНИЕМ — ДОСТОЙНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА ЗАБИВНЫМ СВАЯМ	22
Северянин В.С., Янчилин П.Ф., Урецкий Е.А., Мороз В.В. К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕБОЛЬШОЙ ГЕЛИОУСТАНОВКИ ДЛЯ МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ	27
Савчук Т.П. ЭНЕРГЕТИКА БЕЛАРУСИ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ВЗГЛЯД (1920-е – нач. 2000-х гг.).....	29
Молош В.В., Томашев И.Г. МОДЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ СРЕЗУ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ ПЛОСКИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ БЕЗ ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУРЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ТЕОРИИ ПОЛЕЙ СЖАТИЯ В ЗАМКНУТОМ ВИДЕ	31
Сальникова С.Р., Сопин Ю.Ю. МЕТОДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ	35
Галимова Н.П. К ВОПРОСУ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ	39
Черноиван В.Н., Новосельцев В.Г., Черноиван Н.В., Торхова А.В. СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НЕОШТУКАТУРЕННЫХ СТЕН ИЗ СИКАТНОГО КИРПИЧА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАЦИИ ЗДАНИЙ.....	41
Новосельцева А.Г. ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	43
Щербач В.П., Лешко Г.В., Демьянчик В.М. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ	45
Клюева Е.В., Янчилин П.Ф. КАЧЕСТВО ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ	46
Шляхова Е.И., Чернюк В.П. СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ МАЛООТАПЛИВАЕМОГО ЗДАНИЯ	51
Игнатюк Т.В., Игнатюк Е.В., Конон Е.В. К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	53

ПУБЛИКАЦИИ СТУДЕНТОВ

Огиевич Н.В., Степанюк А.В. ОБРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ОТХОДОВ	58
Вершко А.В., Янущик Т.А. ВИДЫ РЕКУПЕРАТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА.....	60
Смирнова Ю.А., Рахлей А.С. РАСЧЕТ ЗАТРАТ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В ТРУБАХ.....	63
Дубяга М.В., Лемешевский Е.Ю. ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ АКЦИЯ УП «БРЕСТОБЛГАЗ» «ЕДИНЫЙ ДЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ КАФЕДРЫ ТГВ УО БРГТУ	66
Маринчик М.А., Шидловский И.О., Орлович Д.И. КАТАМАРАН НОВОГО ТИПА.....	70
Смирнова Ю.А., Петручик М.М., Крук А.В. ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОДНОГО КОТЛА	73
Рогальский Д.А., Пархоць А.В. СРАВНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ТКАНЕВЫХ ВОЗДУХОВОДОВ	76
Гвоздь А.В., Эйсмонт Е.Д. АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ г. БРЕСТА.....	78
Кухарчук Т.В., Мельник Е.И., Рабчук А.С. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	80
Игнатюк Е.В., Конон Е.В. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДДЕРЖАНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ МИКРОКЛИМАТА КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛА ПРИ ПОМОЩИ СРЕДСТВ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ.....	83
Рахлей А.С., Смирнова Ю.А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА В СОСТАВЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА.....	86
Войтович А.А., Богуцкий Д.Ю. АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА СИСТЕМУ ОТОПЛЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ	88
Гришкевич М.Ю., Батурова А.В. ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ	91
Кухарчук Т.В., Мельник Е.И., Рабчук А.С. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ДВУХ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ: ПОСЕКЦИОННО ЗАКОЛЬЦОВАННОЙ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЦИРКУЛЯЦИОННЫМ СТОЯКОМ И С ПОЛОТЕНЦЕСУШИТЕЛЯМИ НА ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СТОЯКАХ.....	96
Лопачук С.А., Катаржнова В.А., Антонович Д.А. АКУСТИЧЕСКИЙ КОМФОРТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ	99
Ковальчук А.В. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ В ГРАЖДАНСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ	104

Чубрик А.Н., Богданович М.Д., Шпильчук С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	106
Дубяга М.В., Лемешевский Е.Ю. ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ПОМЕЩЕНИЯХ. ПЕРЕМЕШИВАЮЩИЕ И ВЫТЕСНЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ	109
Крук А.В., Петручик М.М. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ	111
Янущик Т.А., Вершко А.В. ВИДЫ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА.....	114
Зинович Я.С. ВИДЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ	116
Огиевич Н.В. Степанюк А.В. НЕОБЫЧНЫЕ СВО ТЕПЛЫХ ПОЛОВ	119
Конон Е.В., Игнатюк Е.В. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДДЕРЖАНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ МИКРОКЛИМАТА КАФЕ ПРИ ПОМОЩИ СРЕДСТВ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ	122
Кухарчук Т.В., Мельник Е.И., Рабчук А.С. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В АНГЛИИ.....	125
Богущкий Д.Ю., Войтович А.А. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	127
Гришкевич М.Ю., Батурова А.В. ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	129
Ковальчук А.В. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В ОБЩЕСТВЕННОМ ЗДАНИИ.....	132
Крук А.В., Петручик М.М. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИТОКА ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ.....	134
Лемешевский Е.Ю., Дубяга М.В. ВЕНТИЛЯЦИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ. ВИДЫ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ	136
Огиевич Н.В., Степанюк А.В. НОВИНКИ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ	138
Зинович Я.С. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ	140
Гришкевич М.Ю., Батурова А.В. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ.....	143

Северянин В.С.

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИДЕЙ

Брестский государственный технический университет, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, доктор технических наук, профессор

К техническим наукам обычно относят научную деятельность, результатом которой должны быть конкретные новые предложения по повышению эффективности трудовых усилий человека, расширение его возможностей в процессе производственной деятельности. Научно-технический прогресс — основа социального развития. Поэтому не зря техническим наукам отводят первостепенную роль в устойчивом политическом состоянии государства.

Естественно, основа технических наук — фундаментальные исследования. Зачастую фундаментальные и прикладные разработки настолько связаны друг с другом, так взаимопроницаемы, что сами научные работники не проводят границы между ними, т.е. они оцениваются одинаково высоко.

Диалектика развития принципиально нового в науке состоит в определении проблемы, постановки задач исследования, анализе существующих достижений, проведении исследований на максимально высоком методическом уровне, осмыслении результатов, выработке практических рекомендаций, их реализации. Эти этапы исполняются конкретными людьми, связанными служебными, моральными, житейскими, юридическими и многими другими отношениями. Если исключить из обсуждения особые условия (разработка военных секретных проектов, служба в частной фирме и т.п.), то пара «начальник–подчинённый» (не «заказчик–исполнитель»!), без которой не обходится решение технической задачи, принимает различную правовую окраску. Аксиоматично: новая мысль ранее других возникает только у одного члена коллектива, которого и следует считать автором идеи, значит — разработки. Вполне очевидно, что эта мысль вряд ли засветится в тени администраторских забот... Но, пожалуй, подразумеваемая окраска надолго ещё сохранится. Поэтому уже на первом уровне установления авторства коллектив самостоятельно ранжирует вклад соавторов в создании нового. Это отражается в порядке перечисления авторов в публикациях (статьи, книги, доклады, сообщения), в тексте статьи или перед названием, а при оформлении материалов изобретения — отдельным протоколом (если оформление идёт от организации).

Авторское право среди учёных подразумевает, скорее всего, не столько материальные вознаграждения (гонорары, премии, льготы, надбавки к зарплате и т.п.), сколько моральные, престижные факторы. Поэтому второй этап утверждения авторства — подтверждение приоритета принадлежности конкретного научно-технического достижения. Здесь может быть много споров, обвинений, притязаний (исторических примеров много). Научное сообщество на данном временном отрезке большинством принимает какую-то точку зрения.

Крупный, известный в административных кругах учёный, в силу как общественных отношений, так и личных особенностей может возглавлять авторский список разработок, хотя авторство здесь можно понимать по-разному. В этом и заключается отличие правовых отношений в технических науках от таковых в искусстве (музыка, живопись, литература и т.д.), где авторство фиксируется достаточно чётко и просто.

Право, как совокупность общеобязательных правил, норм, установленных или санкционированных государством, применительно к техническим наукам, обрастает многими вторичными документами: инструкциями, приказами, директивами, лицензиями, патентами. Эти препоны даже таким великим изобретениям как автомат Калашникова, «разрешили» только имени выйти на мировой уровень, чего нельзя было удержать.

Достаточно строго авторское право у нас соблюдается в таких классификационных работах как диссертации, при несоблюдении которого диссертация вообще не допускается к защите. Здесь так же нужно отметить отличие от «гуманитарных» диссертаций, т.к. в технических требуется обязательное «внедрение» результатов исследований. Не нужно объяснять, насколько трудна эта задача. А право на учёную степень у «технаря» и «гуманитария» одинаково.

Результатом исследований в технических науках являются, как правило, изобретения. Это — защищенные государством новые решения конструкций, технологий, способов, получение веществ, повышающих эффективность производственных средств. Авторство в них фиксируется патентом — «охранной грамотой». Несмотря на некоторые упрощения в бюрократическом оформлении патентов (введение понятия «полезная модель», т.е. изобретения «низкого качества», например), получение патента является трудоёмкой и напряжённой операцией, отталкивающей многих изобретателей. К тому же, это работа изобретателям никак не оплачивается. Если же патент оформляется организацией, то она становится патентообладателем, а не автор. Пока не слышно о конфликтах по этому поводу, но это только по причине очень незначительного использования отечественных изобретений в нашей стране. Поэтому желательно полагать легитимной любую публикацию по изобретению, чтобы считать указанного разработчика описанного технического решения автором предложения. Споры о приоритете, технических особенностях, области применения и т.д. — через Патентный суд. Следует вернуться к рацпредложениям, авторским свидетельствам, а патенты — для экспортных условий.

По-моему, специалистам по правам человека стоит уделить пристальное внимание упомянутым проблемам.

Рост потребности, как в электричестве, так и в теплоте не может быть удовлетворён так называемыми «альтернативными» энергоисточниками, возобновляющаяся энергетика (Солнце, ветер, течение рек, тепло недр, биомасса, вторичные ресурсы) не способна дать заметный прирост производства энергии. При существующей мощности Белорусской энергосистемы порядка 7800 мегаватт (которой не хватает для надёжного энергоснабжения всех потребителей) мощности строящихся и проектируемых ГЭС в 20...30 МВт, всех ветропарков — до 100 МВт, солнечных установок — 50 МВт, миниТЭЦ, — до 100 МВт, импортных когенерационных станций на природном или биогазе — до 100 МВт даже в лучшем, максимальном варианте представляются совершенно незначительными. Республика закупала электроэнергию в объёме примерно 1000 МВт из России и Украины. Её можно производить на своих электростанциях, но старое энергооборудование имеет низкий КПД, из-за этого перерасход топлива, и приходится приобретать более дешёвую электроэнергию из-за рубежа (благо остались советские системы линий электропередач), где имеется большая доля АЭС, вырабатывающих существенно более дешёвую электроэнергию. Последний факт — это ответ на вопрос, как развивать нашу энергетику.

Противники ядерной энергетики, отрицающие её становление в Беларуси, во многом субъективно использующие информацию и делающие устрашающие выводы, опираются на Чернобыльские события и на аварию на японской АЭС Фукусима-1.

Всего в мировой ядерной энергетике было три крупных драматических (не катастрофических!) события: Три-Майл-Айленд (США), Чернобыль (СССР), Фукусима (Япония). О первых двух сказано и написано много, позволю себе кратко остановиться на третьем.

Фукусима-1 расположена на северо-восточном побережье острова Хонсю, электрическая мощность 6000 МВт (тепловая в 3 раза больше), шесть энергоблоков с ядерными реакторами водо-водяного типа, введена в строй в 60-х годах.

После тектонических потрясений 11.03.2011 возникли и развились такие негативные утверждения:

- 1) Если даже в такой высокоразвитой стране как Япония не удалось предотвратить аварию, то ядерная энергетика очень опасна.
- 2) Системы защиты на АЭС не могут предотвратить взрывов.
- 3) Невозможно технически остановить развитие аварии.
- 4) Выбросы АЭС чрезвычайно опасны.
- 5) Все страны отказываются от ядерной энергетики.

Но — каждый из этих тезисов — зловещий, недоброжелательный, устрашающий миф, опровержение которых заключается в следующем.

1. Проект Фукусима-1 содержал ошибки, заключающиеся в неучёте сильных цунами. Были построены дамбы на 6-метровую волну, в действительности – 9...11 метров. Аварийные дизель-генераторы для экстремального охлаждения реакторов расположили в подвальных помещениях, подверженных в принципе затоплению.

2. При землетрясении успешно сработала система управления и защиты: реакция деления прекратилась действием опущенных боровых стержней. Это в реакторе, уже непрерывно работающем более 40 лет! Однако теплоёмкость массы реактора в целом очень высока, при отсутствии отвода теплоты охлаждающей водой температура конструкции растёт, ТВЭЛы плавятся (температура плавления циркония, являющегося вместилищем ядерного топлива, составляет 1850°C). Цунами, которое подошло к Фукусиме-1 спустя около часа, отключило аварийную систему охлаждения (затоплением дизель-генераторов и разрушением электропитания собственных нужд).

3. Технологическая вода цикла паросиловой установки оставалась в реакторе, интенсивно превращаясь в пар, давление в реакторе возрастало. Персонал отметил повышение радиации на станции, пришли к выводу о наличии трещин в реакторе и железобетонной оболочке. Во избежание разрыва стенок необходимо было выпускать пар наружу. Персонал в, темноте искал 4 часа аварийный клапан! Кроме того, шли непрерывные пререкания — открывать его или нет (чтобы не выпускать радиацию наружу). Наконец, нашли клапан, однако без электропитания он не действовал. Пришлось искать, подносить, подключать аккумуляторы. Они действовали слабо, дооткрывали вручную. Но давление продолжало расти — и произошёл взрыв, — паровой, а не ядерный!

Такая ситуация повторилась также на двух соседних энергоблоках. (Есть мнение, что это был взрыв водорода; автор не разделяет этой точки зрения; обсуждение выходит за рамки данной статьи). Поэтому следует признать первостепенным человеческий фактор, а отнюдь не технический.

4. На Фукусиме-1 погибло только два человека в затопленных внезапно подвальных помещениях. От радиации не погиб, не заболел радиационной болезнью

ни один человек! Не было даже самых минимальных радиационных последствий для населения. Уровень негативного радиационного воздействия на природу принято считать в 100 раз превышает уровень допустимого воздействия на человека. Поэтому никаких уровней радиационного загрязнения в Японии после Фукусимы-1 нет ни на суше, ни в океане (естественно, существовали локальные загрязнения, которые быстро были ликвидированы или растворились в океанской массе). От собственно цунами погибло около 20 тыс. человек, что не надо связывать с АЭС.



Рисунок 1. Макет Белорусской атомной электростанции.

5. Развитие ядерной энергетики — насущная необходимость мировой экономики, она решает, как проблемы энергосбережения, так и экологии. В США действует более 100 ядерных энергоблоков, в Европе — 140 (в одной только Франции 56). Германия начала было закрывать свой АЭС по субъективным причинам, но сейчас ставится вопрос о возобновлении их действия.

Таким образом, строительство в Республике Беларусь Островецкой АЭС нужно считать важнейшим инновационным шагом в развитии страны.

Новосельцев В.Г., Черноиван В.Н., Черноиван Н.В.

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ — ЭФФЕКТИВНОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Брестский государственный технический университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, кафедра технологии строительного производства

Тепловые насосы представляют собой один из самых перспективных классов экологически чистого энергосберегающего отопительного оборудования. Вы можете добывать энергию буквально на своем «огороде» и быть независимыми от ископаемых теплоносителей с постоянно растущими ценами. Тепловой насос — это установка, которая сама не производит энергию, но позволяет использовать низкопотенциальное тепло (2-4°C) от грунта, подземных вод, воздуха и прочих источников для нагрева высокопотенциальных теплоносителей (60-70°C).

В некоторых странах тепловые насосы применяются давно — и в быту, и в промышленности. Сегодня в Японии, например, эксплуатируется около 3 миллионов установок, в Швеции около 500 000 домов обогревается тепловыми насосами различных типов.

Принцип действия теплового насоса

- Охлажденный теплоноситель, проходя по внешнему трубопроводу нагревается на несколько градусов.
- Внутри теплового насоса теплоноситель, проходя через теплообменник, называемый испарителем, отдает собранное из окружающей среды тепло во внутренний контур теплового насоса. Внутренний контур теплового насоса заполнен хладагентом (обычно фреоном). Хладагент, имея очень низкую температуру кипения, проходя через испаритель, превращается из жидкого состояния в газообразное. Это происходит при низком давлении и температуре 5°C.
- Из испарителя газообразный хладагент попадает в компрессор, где он сжимается до высокого давления и высокой температуры.
- Далее горячий газ поступает во второй теплообменник, конденсатор. В конденсаторе происходит теплообмен между горячим газом и теплоносителем из обратного трубопровода системы отопления дома. Хладагент отдает свое тепло в систему отопления, охлаждается и снова переходит в жидкое состояние, а нагретый теплоноситель системы отопления поступает к отопительным приборам.
- При прохождении хладагента через редукционный клапан давление понижается, хладагент попадает в испаритель, и цикл повторяется снова.

Это базовый принцип работы насоса, который может видоизменяться в различных моделях (меняются виды компрессоров и типы хладагентов, способы передачи тепла и виды теплообменников). Однако суть остается неизменной: вы используете минимальную разницу температур с максимальной эффективностью. В настоящее время в основном используются парокompрессионные насосы, однако применяются также абсорбционные, электрохимические и термоэлектрические.

Термодинамически тепловой насос представляет собой обращенную холодильную машину. Если в холодильной машине основной целью является производство холода путём отбора теплоты из какого-либо объёма испарителем, а конденсатор осуществляет сброс теплоты в окружающую среду, то в тепловом насосе картина обратная. Конденсатор является теплообменным аппаратом, выделяющим теплоту для потребителя, а испаритель — теплообменным аппаратом, утилизирующим низкопотенциальную теплоту: вторичные энергетические ресурсы и (или) нетрадиционные возобновляемые источники энергии.

В процессе работы компрессор потребляет электроэнергию. Соотношение вырабатываемой тепловой энергии и потребляемой электрической называется коэффициентом преобразования теплоты (или отопительным коэффициентом) и служит показателем эффективности теплового насоса. Отличие теплового насоса от топливных источников тепла состоит в том, что для работы, кроме энергии для компрессора, ему нужен также источник низкопотенциального тепла, в то время как в традиционных источниках тепла вырабатываемое тепло зависит исключительно от теплотворной способности топлива. Источником низкопотенциального тепла может быть грунт, вода из скважины или открытого водоема, воздух. Основными элементами установки является конденсатор, дроссель, испаритель, компрессор.

В испарителе при низком давлении и, следовательно, при низкой температуре происходит испарение (кипение) фреона за счет тепла низкопотенциального источника тепловой энергии, от которого при этом отбирается количество тепла q_2 . Пары фреона отсасываются и сжимаются компрессором, при этом рабочему телу (фреону) сообщается энергия, затрачиваемая компрессором. Пары затем поступают в конденсатор (теплообменник, аналогичный испарителю), где фреон конденсируется при более высоком давлении, создаваемым компрессором, а, следовательно, при более высокой температуре. При конденсации отбирается тепло от рабочего тела, это производится теплоносителем в системе потребителя теплоты (он холоднее конденсирующегося фреона), этот теплоноситель отбирает от фреона количество тепла. Жидкий фреон затем поступает в дроссель (это тонкое отверстие), давление резко снижается. В испаритель фреон поступает с низким давлением, и цикл повторяется.

Описанная схема может выполнять две задачи: охлаждать или нагревать объект. Машины, предназначенные для отбора тепла от тел с низкой температурой, называются холодильниками; устройства, передающие тепло телам с более высокой температурой, называются тепловыми насосами, т.е. название агрегата зависит от функции.

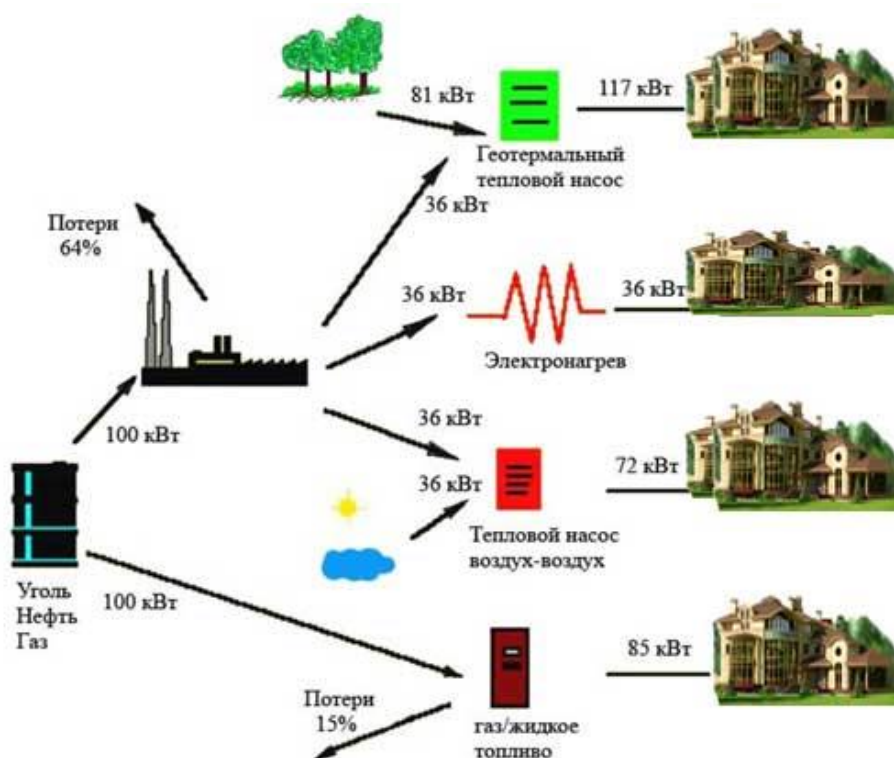


Рисунок 1. Эффективность различных источников энергии.

Эффективность работы. К преимуществам тепловых насосов, в первую очередь, следует отнести экономичность: для передачи в систему отопления 1 кВт·ч тепловой энергии установке необходимо затратить всего 0,2-0,35 кВт·ч электроэнергии. Все системы функционируют с использованием замкнутых контуров и практически не требуют эксплуатационных затрат, кроме стоимости электроэнергии, необходимой для работы оборудования. Основной показатель эффективности насоса — коэффициент преобразования зависит от уровня температур в испарителе и конденсаторе. Обычно он колеблется в различных системах от 2,5 до 5, т. е. на затраченный 1 кВт электрической энергии насос производит от 2,5 до 5 кВт тепловой. При этом экономия электроэнергии может достигать 70%.

Система отопления для теплового насоса. Теплый пол и тепловой насос — это наиболее эффективное сочетание. Энергия не только «производится» экономно, но и экономно используется! Водяной теплый пол — низкотемпературная система отопления (температура теплоносителя 30-45°C). Отношение затраченной электроэнергии к выработанной тепловой энергии тепловым насосом («КПД теплового насоса») во многом зависит от системы отопления, для которой поставляет тепло тепловой насос: чем меньше расчетная температура теплоносителя, тем больше эффективность теплового насоса. Тепловой насос вырабатывает тепло не только в отопительный период, тепло для системы горячего водоснабжения вырабатывается круглый год. Для среднего индивидуального дома затраты на приготовление горячей воды составляют около 15-20%.

Выбор теплового насоса. После того, как установлены: источник тепла (расчетная температура), тепловая потребность и максимальная рабочая температура, то на основании данных о производительности может быть выбран соответствующий тип теплового насоса. Тепловые насосы надежны, автоматика не нуждается в специальном обслуживании, а управление несложно. Размеры обычного насоса не превышают размеров бытового холодильника.

К недостаткам тепловых насосов, используемых для отопления, следует отнести большую стоимость установленного оборудования. Для установки теплового насоса необходимы высокие первоначальные затраты: стоимость насоса и монтажа системы составляет \$300-1200 на 1 кВт необходимой мощности отопления. Время окупаемости тепловых насосов составляет 4-9 лет, при сроке службы по 15-20 лет до капитального ремонта.

Андреюк С.В.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАЛЕНИЯ НИТРАТОВ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЗЛИЧНОГО АНИОННОГО СОСТАВА

Брестский государственный технический университет, кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов, ст. преподаватель кафедры ВВиОВР.

Введение.

Анионный состав исходной воды является одним из основных факторов, оказывающих влияние на эффективность ионообменной очистки. Наряду с зависимостью от исходной концентрации нитратов в воде, особенностью организации метода ионного обмена для удаления из подземных вод нитратов является изменение состава исходной воды по ионным компонентам: сульфатам, хлоридам, гидрокарбонатам [1].

Целью выполненных экспериментальных исследований стало изучение влияния анионного состава подземных вод и концентрации удаляемых ионов на эффект удаления нитратов методом ионного обмена с использованием метода оптимального планирования многофакторного эксперимента.

Многофакторный эксперимент широко используется в современной научной деятельности и является эффективным средством обработки и планирования экспериментальных исследований [2]. Планированием многофакторного

эксперимента называется процедура выбора числа опытов и условий их проведения, необходимых для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

Математические модели, полученные с помощью методов планирования экспериментов принято называть экспериментально-статистическими [2,3]. При использовании статистических методов планирования эксперимента математическое описание представляется в виде полинома: $Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$, где Y – функция отклика (величина, качественно характеризующая протекание процесса), а X_1, X_2, X_3 – влияющие факторы (аргументы) исследуемого процесса. При этом ценность математического описания заключается в том, что оно дает информацию: о закономерностях влияния отдельных факторов на функцию отклика; позволяет количественно определить значение функции отклика при заданных значениях факторов; может служить основой для оптимизации процесса [4].

Исследование влияния анионного состава воды на эффект удаления нитратов.

Для получения зависимостей остаточной концентрации нитратов от анионного состава исходной воды (содержания хлоридов, гидрокарбонатов, сульфатов) был применен метод треугольных диаграмм с построением графика Ферре [5]. Исследования процесса очистки воды от нитратов методом ионного обмена проводились на кафедре водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» и были выполнены на экспериментальной установке, представляющей собой модель ионообменного фильтра – фильтрационную колонку, загруженную ионообменной смолой, при следующих условиях ведения процесса:

- марка анионита – «Purolite NRW-600(OH)»;
- скорость фильтрации – $V = 14$ м/ч;
- величина отношения высоты загрузки колонки к ее диаметру – $H/d = 5,6$;
- температура воды – $t = 19^\circ\text{C}$.

В качестве модельной воды использовали водопроводную воду с добавкой нитратов в количестве 50 мг/дм³, что соответствует концентрации, в 1,1 раза превышающей предельно допустимую (45 мг/дм³).

Минеральный состав исходных растворов был ограничен содержанием анионов Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} и NO_3^- в концентрациях: хлоридов Cl^- – до 174 мг/дм³, гидрокарбонатов HCO_3^- – до 300 мг/дм³, сульфатов SO_4^{2-} – до 226 мг/дм³, нитратов NO_3^- – до 45 мг/дм³ (общая минерализация составила – до 10 мг-экв/дм³).

Процесс нахождения математической модели включал в себя: планирование эксперимента, проведение эксперимента на объекте исследований; проверка воспроизводимости эксперимента (с помощью критерия Кохрена $G=0,407$ при табличном значении $0,616$); получение математической модели объекта с проверкой статистической значимости выборочных коэффициентов регрессии (с учетом значения критерия Стьюдента $t=2,57$); проверка адекватности математического описания (по критерию Фишера при 5%-ном уровне значимости $F=4,86$ при табличном значении $5,05$).

Результаты эксперимента были обработаны на ЭВМ, на основании чего составлено уравнение регрессии $Y=f(X_1, X_2, X_3)$ в виде многочлена второй степени от трех переменных (в кодированных переменных):

$$Y = 0,32 + 0,97(X_1) + 1,14(X_2) + 1,54(X_3) + 0,53(X_1^2) + 0,66(X_2^2) + 0,78(X_3^2) \quad (1)$$

где X_1, X_2, X_3 – кодированные переменные, связанные с физическими (x_1, x_2, x_3) следующими соотношениями:

$$X_1 = 0,006 \cdot x_1; X_2 = 0,004 \cdot x_2; X_3 = 0,006 \cdot x_3, \quad (2)$$

где x_1 – концентрация хлоридов, мг/дм³;

x_2 – концентрация гидрокарбонатов, мг/дм³; x_3 – концентрация сульфатов, мг/дм³.

Полученная экспериментально-статистическая модель (1) позволяет представить поверхность отклика на факторной плоскости линиями зависимости остаточной концентрации нитратов, от концентрации в исходной воде хлоридов Cl^- , гидрокарбонатов HCO_3^- , сульфатов SO_4^{2-} .

Согласно графику влияния концентрации сульфатов на процесс удаления нитратов при различной исходной концентрации гидрокарбонатов изменение остаточной концентрации нитратов зафиксировано в пределах 9,34%. При различном исходном содержании хлоридов и гидрокарбонатов изменение остаточной концентрации нитрат-ионов зафиксировано соответственно в пределах 7,7 и 8,36%.

Полученное математическое описание, во-первых, дает информацию о влиянии факторов, во-вторых, позволяет количественно определить значения функции отклика (остаточной концентрации нитратов) при любом заданном режиме ведения процесса очистки воды.

Заключение.

Согласно результатам экспериментальных исследований, наибольшую конкуренцию по отношению к нитрат-ионам в ионообменном процессе составляют сульфат-ионы, однако их концентрация на выходе не снижается до нуля; в процессе очистки с сульфат-ионами конкурируют гидрокарбонат-ионы.

Ионы подземных вод, поглощаемые анионитом, располагаются в порядке сродства следующим образом: $\text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$.

В целом изменение анионного состава воды в процессе удаления нитратов ионным обменом не ухудшает её природных свойств и соответствует качеству и физиологической полноценности питьевой воды.

Список использованных источников:

1. Андреев, С. В. Исследование методов физико-химической очистки природных вод от нитратов / С. В. Андреев // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Брест, 6–8 апреля 2016 г.: в 2-х ч. / УО «Брестский гос. технический ун-т.»; под ред. А.А. Волчек [и др.]. – Брест, 2016. – Ч. II. – С. 159–163.
2. Дегтярев, Д. А. Пошаговая методика проведения многофакторного эксперимента. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://manyfactors.ru>. – Дата доступа: 07.01.2019.
3. Мухачёв, В. А. Планирование и обработка результатов эксперимента: учеб.-метод. пособие / В. А. Мухачев. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 118 с.
4. Житенев, Б. Н. Планирование многофакторного эксперимента на примере ионообменной очистки воды от нитратов / Б. Н. Житенев, С. В. Андреев // Вестник БрГТУ. – 2019. – № 2: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 38–43.
5. Метод треугольных координат (график Ферре). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lektsii.com/1-88954.html>. – Дата доступа: 19.01.2015.

Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

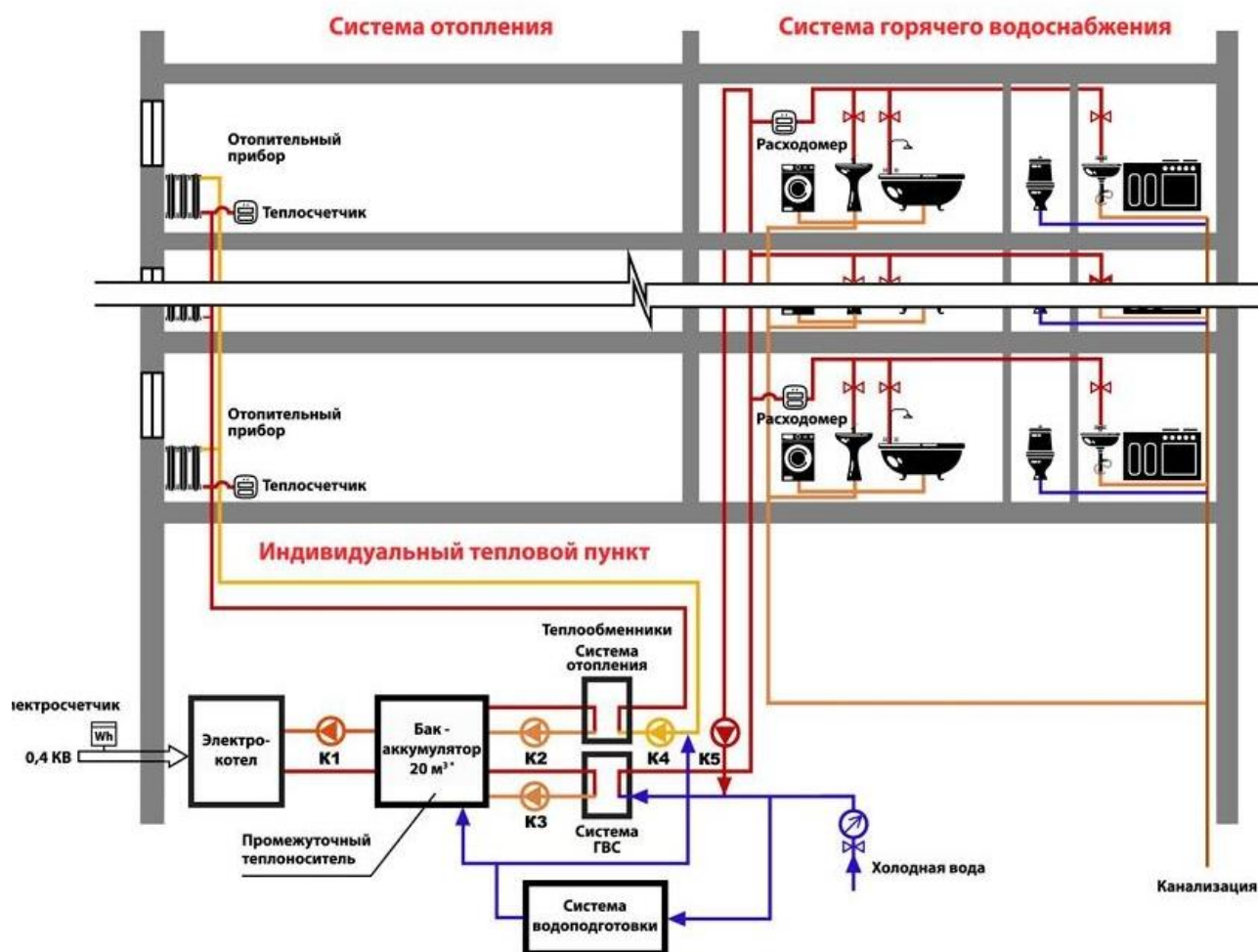
Брестский государственный технический университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

В соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.11.2017 №899 с 2018 года планируется преимущественное строительство многоквартирных жилых домов с использованием электрической энергии для целей отопления и горячего водоснабжения, за исключением строительства в зоне действия тепловых электростанций, а также в газифицированных районах с имеющимся резервом мощности.

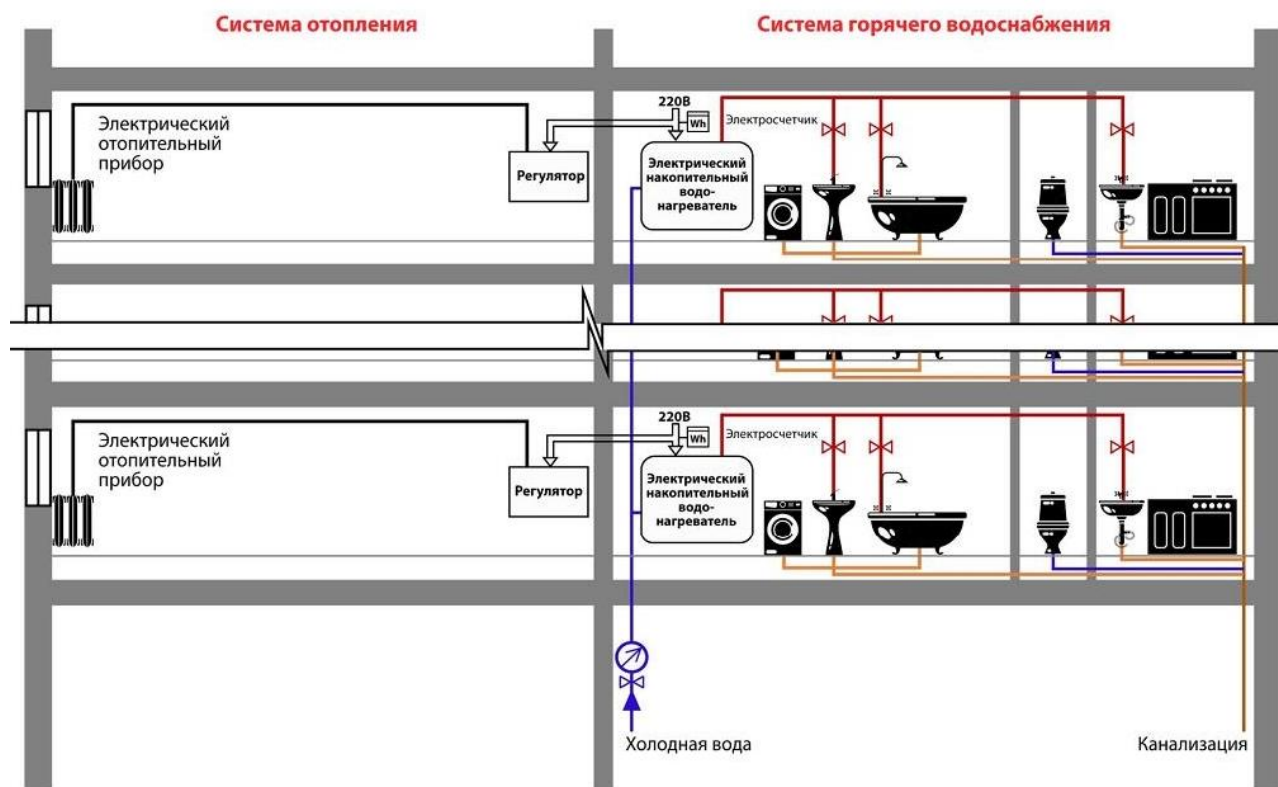
Предполагаемый переход на электрическое отопление и горячее водоснабжение требует разработки проектных решений этих систем.

С 2019 года для обеспечения эффективного использования созданных, модернизированных и создаваемых энергогенерирующих мощностей (распоряжение Премьер-министра РБ от 27 ноября 2018 г. № 352р) в Республике Беларусь рассматриваются три основные схемы систем отопления и горячего водоснабжения с использованием электрической энергии:

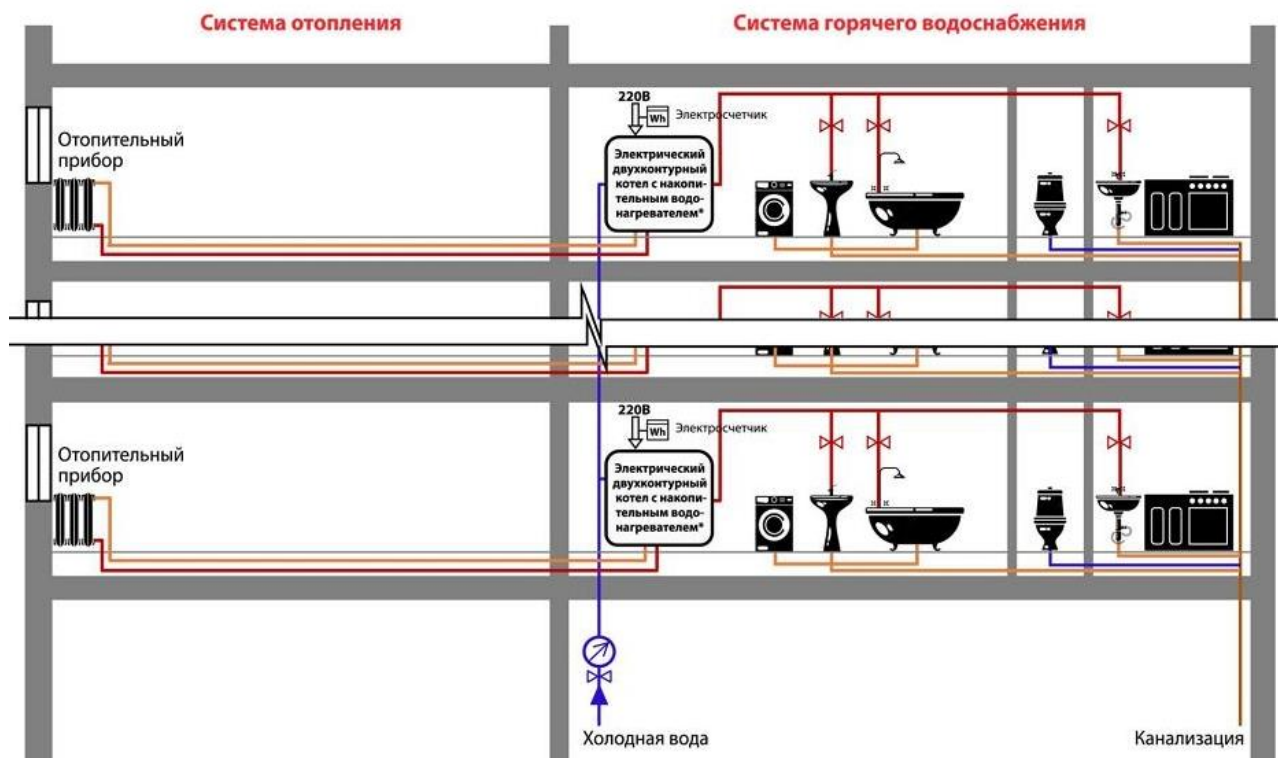
1 — домовая котельная с электродкотлом, баком-аккумулятором, водяной системой отопления и циркуляционной системой горячего водоснабжения;



2 — поквартирные электрические отопительные приборы с электрическими накопительными водонагревателями;



3 — поквартирные двухконтурные электродкотлы с водяной системой отопления и накопительными водонагревателями или одноконтурные электродкотлы с водяной системой отопления и накопительными электрическими водонагревателями.



Наиболее целесообразной признается схема 1, как более универсальная.

В 2019 году в г. Барановичи построен первый жилой дом в Брестской области с электроотоплением. На момент постройки — это самый большой из всех

«электродомов» в стране. Полная мощность новостройки — около 625 кВт. Это в три раза больше, чем в обычной многоэтажке.

В доме применена схема 3 с одноконтурными котлами. В каждой квартире — по два электрических счетчика (на отопление и остальные нужды). Тариф на отопление в 4,43 раза меньше тарифа на остальные нужды. Один счетчик показывает расход электричества на отопление и подогрев воды — электроэнергия на эти цели оплачивается по специальному тарифу, по 0,0335 рубля за кВт·ч. Второй — на освещение и другие нужды (по 0,1484 рубля за кВт·ч — такой тариф применяется во всех домах, где есть электроплиты). Обычный тариф на электроэнергию в квартирах, где нет электрических плит и водонагревательных приборов, составляет 0,1746 рубля за кВт·ч.

Все квартиры в доме оборудованы СВО с электродкотлами мощностью 4 и 6 кВт — они установлены на кухне. Воду системы гвс подогревают электрические бойлеры в санузлах емкостью на 80 литров в одно- и двухкомнатных квартирах, в трехкомнатных — 100л.

Весьма актуальным является исследование эксплуатационного энергопотребления в таких домах и сравнение его с проектными данными, для чего необходим мониторинг работы систем отопления и горячего водоснабжения, а также изучение характера использования систем теплоснабжения жильцами квартир.

Список использованных источников:

1. ТКП 45-3.02-324-2018 Жилые здания. – Минск, 2018.

Веремейчик А.И., Сазонов М.И., Хвисевич В.М., Томашев И.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ЭРОЗИИ ГАФНИЕВОГО КАТОДА ПЛАЗМОТРОНА ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ КИСЛОРОДА

Брестский государственный технический университет, кафедра прикладной механики

Введение. Генераторы низкотемпературной плазмы кислорода находят все более широкое применение в машиностроении при дуговой резке специальных сталей и плазменной обработке, при получении озона, в химической промышленности, например, в производстве TiO_2 , пиролизе нефтепродуктов и т.д. Увеличение мощности и ресурса работы таких плазмотронов в значительной мере определяется успехами в изучении эрозии электродов в области приэлектродных участков дуги [1, 2]. Эрозия катода возникает вследствие сложных тепловых, электрических, химических и механических процессов в приэлектродной области. Эти процессы до сих пор в достаточной мере не изучены. Основной упор в большинстве исследований по эрозии делается на экспериментальное изучение явлений и эмпирическое обобщение опытных данных для того, чтобы в дальнейшем создать обоснованную математическую модель и найти рациональные методы расчета оптимальных конструкций катодов [1–8]. Известно [7], что ресурс работы электродов определяется многими факторами, из которых следует отметить состав материала электрода, конструкция электродуговой камеры, температура в зоне привязки электрической дуги и способ ее перемещения. При этом основными факторами, влияющими на эрозионный унос материала, является

величина тока в дуге, характер привязки к электроду (катодное или анодное пятно), а также организация газового потока в зоне пятна.

При повышении мощности плазмотронов за счет увеличения тока следует иметь в виду, что скорость эрозии примерно пропорциональна току. Одним из путей снижения скорости эрозии является использование коаксиальных плазмотронов, плазмотронов с вихревой стабилизацией, в которых приэлектродные участки дуги перемещаются с большими скоростями вдоль поверхности электродов под действием аэродинамических или электромагнитных сил. Основным фактором, определяющим скорость эрозии, является удельный тепловой поток в катод. Для термоэмиссионных электродов он, как правило, превышает 50 кВт/см^2 и зависит от рода рабочего газа, силы тока, характера охлаждения электрода и других факторов.

Методика исследований и некоторые результаты.

Цирконий и гафний применяют в установках для резки в среде воздуха или кислорода, работающих в условиях повторно-кратковременного режима [3]. В качестве рабочего материала катода плазмотрона наибольшее распространение получил вольфрам, активированный окисями тория, лантана, бария, калия и другими веществами, внесение которых значительно снижает работу выхода электронов из металла и улучшает тем самым его эмиссионную способность при высоких температурах. Однако гафний является более перспективным материалом благодаря более низкой скорости его испарения, более высокими температурами плавления и кипения, большей величиной термоэмиссии двуокиси гафния, образующейся на поверхности катода в результате взаимодействия гафния с кислородом воздуха, а также большей допускаемой величиной действующего в пятне теплового потока.

При проведении исследований в качестве исходного материала для катодов служил гафний йодидный марки ГФИ-1, который затем переплавляли в дуговой печи в атмосфере аргона. Из слитков механической обработкой получали катоды диаметром 2,5 мм и длиной 3-12 мм.

Для исследования эрозии гафниевого катода и тепловых потерь в него разработан экспериментальный плазмотрон, схема которого приведена на рисунке 1. Плазмотрон состоит из гафниевого катода 1, впаянного в медную обойму 2, поджигающего электрода 3 с минимальным внутренним диаметром 6 мм и медного анода 4 (цельного или составного) ступенчатой геометрии. Рабочий и стабилизирующие газы подавались с закруткой соответственно в вихревые камеры 5 и 6, что обеспечивало как стабильность положения столба дуги на оси электродов, так и катодного пятна, что, в свою очередь, повышало точность определения диаметра пятна и плотности тока на катоде. Стабилизирующим дугу на катоде газом служил кислород, рабочим газом — воздух с расходами 0,4-1 л/с и 30-50 л/с соответственно. Охлаждение электродов и межэлектродной вставки осуществлялось водой.

Гафниевый стержень спаивался в медную обойму серебряным припоем в вакууме. Межэлектродную вставку применяли для стабилизации катодного пятна дуги на гафниевом стержне, устраняя пробой в межэлектродном промежутке. С этой целью в вихревую камеру подавали небольшой расход воздуха с закруткой. Поджиг дуги производился осциллятором между катодом и межэлектродной вставкой, которая на время запуска электрически подключалась к аноду.

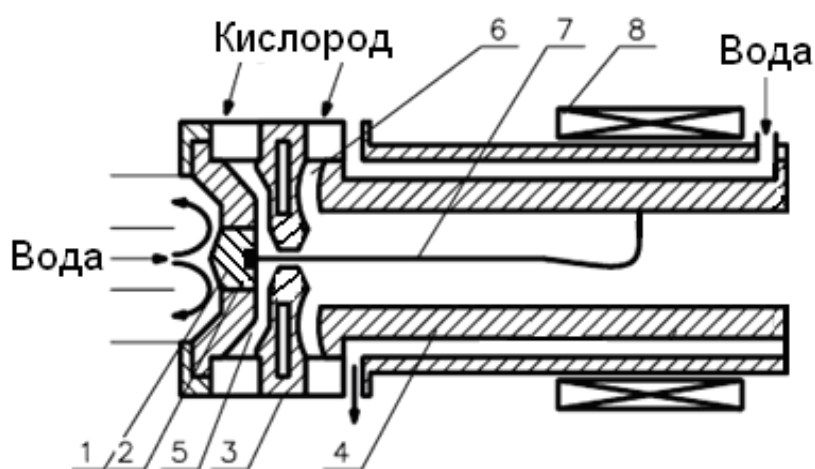
Электропитание установки осуществлялось от генератора постоянного тока с номинальным напряжением 750 В, причем напряжение дуги составляло 130-280 В. Основную величину δ (глубина кратера в катоде) измеряли при помощи микроскопа.

При конструировании катодных узлов плазмотрона необходимо знать тепловые потоки в катод. Для отыскания путей снижения скорости разрушения катода

исследован тепловой поток в него. Основная доля тепловой энергии, равная $I_i(U_k+U_i-\varphi)$, передается в катод ионами. Потеря тепла катодом в приэлектродной области происходит в основном за счет термоэмиссии электронов и выражается величиной $I_i\varphi$. Кроме того, теплообмен в области катода происходит излучением нагретой поверхности катода и высокотемпературного газа дуги, конвективным теплообменом, испарением материала катода и т.д. Вклад этих слагаемых в тепловой поток обозначим через Q . Величину теплового потока от дуги в катод определим по формуле [1]:

$$Q_k = I_i(U_k + U_i - \varphi) - I_i\varphi + Q, \text{ или } Q_k = I[s(U_k + U_i) - \varphi] + Q, \quad (1)$$

где I – ток дуги, s – доля ионного тока, U_k – катодное падение потенциала, U_i – потенциал ионизации дуги, φ – работа выхода электронов. Из уравнения (1) видно, что при увеличении тока дуги возрастает тепловой поток Q_k .



1 – гафниевый катод, 2 – медная обойма, 3 – поджигающий электрод, 4 – выходной медный анод, 5 – вихревая камера стабилизирующего дугу защитного газа, 6 – вихревая камера рабочего газа, 7 – дуга, 8 – соленоид.

Рисунок 1 – Схема установки для исследования эрозии гафниевого катода



Рисунок 2 – Внешний вид катода

Согласно [4], катодное падение потенциала в воздушной и кислородной дуге при больших токах равно $9 \pm 2 B$. С целью определения s и Q , влияния на величину теплового потока условий отвода тепла от места привязки дуги были проведены тепловые измерения в диапазоне изменения токов до 300 А при диаметре стержней до 3 мм и различных интенсивностях их охлаждения. Установлено, что в исследованном

диапазоне токов зависимость $Q = f(I)$ можно описать линейной функцией тока. Из сравнения величин теплового потока для различных диаметров стержней следует, что для таких катодов тепловой поток не зависит от интенсивности охлаждения стержня и его диаметра. Полученные данные по тепловым потокам в катод подтверждают, что основными прикатодными процессами, определяющими энергетический баланс на катоде, являются передача тепла ионами и термоэмиссия электронов.

На рисунке 3 приведена зависимость теплового потока в катод от глубины кратера. С ростом δ тепловой поток возрастает от 700 до 1850 Дж/сек при увеличении глубины кратера от 0,3 до 3 мм. Вероятно, возрастание теплового потока в катод связано с тем, что с ростом δ увеличивается доля тепла, отдаваемая в катод от участка столба дуги в кратере.

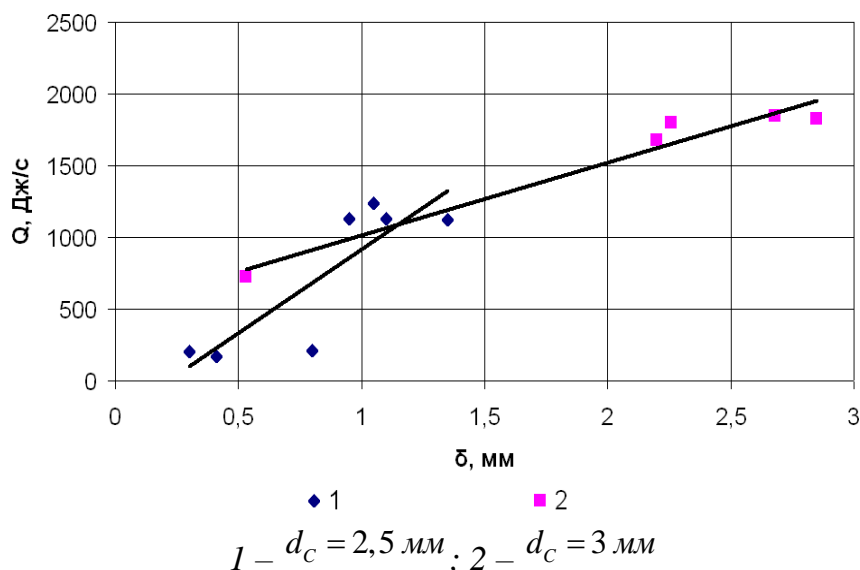


Рисунок 3 – Зависимость теплового потока в катод от глубины кратера при токе дуги 300 А

Потеря материала катода определялась путем его взвешивания до и после эксперимента, причем время непрерывной работы плазмотрона и величина потерь материала катода выбирались такими, чтобы удельная эрозия могла быть определена с точностью 10–20 %. В силу этого время испытаний варьировалось от 10 минут до 3 часов в зависимости от тока дуги.

Эрозия гафниевого катода при рассматриваемой конструкции крепления стержня минимальна в том случае, если диаметр этого стержня будет равен диаметру катодного пятна d_k . Катодное пятно на гафнии, покрытом слоем соединений, не имеет внутренних причин к перемещению [4] и представляет концентрированную тепловую нагрузку.

Экспериментально найдено, что при токе 300 А и диаметре гафниевого стержня $d_c = 2,5$ мм, диаметр катодного пятна составляет 2,3–2,4 мм, при этом плотность тока

на катоде равна $(5 \div 8) \cdot 10^{-3} \frac{A}{cm^2}$.

Ресурсные испытания гафниевых катодов проводились при токах 300–500 А длительностью 6 ч. Скорость выгорания катода в течение первых 10–60 мин равна 1 мм/ч. Высокая первоначальная скорость выгорания катода связана с образованием эмитирующей электроны окисно-нитридной пленки на катоде и установлением температурного режима.

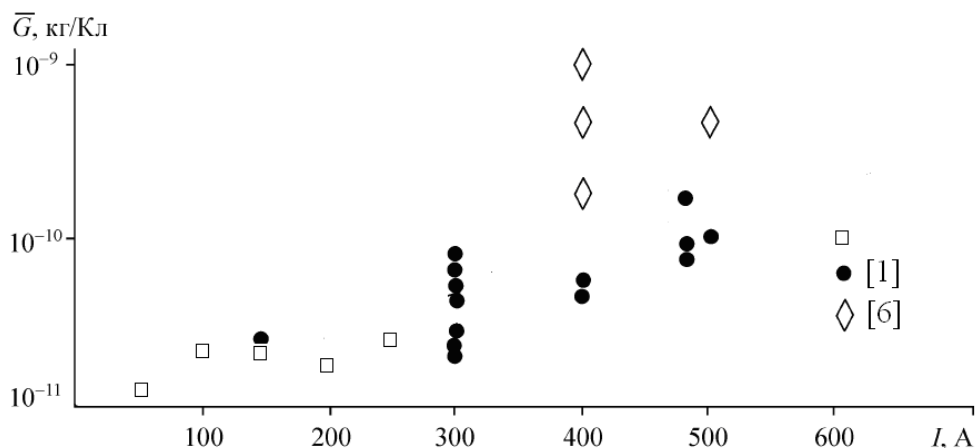


Рисунок 4 – Зависимость удельной эрозии гафниевых катодов от тока дуги

При работе установки в течение следующих 1–3 ч наблюдается снижение эрозии до 0,3 мм/ч. Средняя скорость выгорания катода составила 0,44 мм/ч,

следовательно, величина удельной эрозии $\bar{G} = (2 \div 3) \cdot 10^{-8} \frac{г}{А \cdot с}$, что соответствует 40–45 ч непрерывной работы гафниевого катода при токе 300 А.

Результаты исследований показали, что гафний может быть использован в качестве материала катода при работе в стационарном режиме.

Заключение.

Проведены исследования тепловых потоков в катод, особенности формирования зоны привязки дуги к катоду. Определена зависимость диаметра этой зоны от тока и глубина выгорания в процессе работы плазматрона. Проведены исследования возможности увеличения ресурса работы плазматрона путем применения термохимического гафниевого катода в качестве материала внутреннего электрода.

Список использованных источников:

1. Исследование термохимических катодов в дуговых плазматронах / А. С. Аньшаков [и др.] // Теплофизика и аэромеханика. – 2005. – Т. 12, № 4. – С. 685–691.
2. Туманов, Ю. Н. Плазменные, высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии в химико-металлургических процессах / Ю. Н. Туманов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 968 с.
3. Быховский, Д. Г. Плазменная резка / Д. Г. Быховский, А. Я. Медведев, И. М. Костылев. – Инфористандартэлектро, 1968. – С. 8.
4. Бричкин, А. В. К динамике электродных пятен электрической дуги / А. В. Бричкин, А. В. Болотов, Т. В. Борисова // ЖТФ. – 1966, № 7. – С. 301.
5. Жуков, М. Ф. Термохимические катоды / М. Ф. Жуков, А. В. Пустогаров. – Новосибирск: Ин-т теплофиз. СО АН СССР, 1982. – 157 с.
6. Болотов, А. В. Термохимический катод: конструкция и работа / А. В. Болотов, Т. В. Борисова // Тр. 4-й Всесоюз. конф. по генераторам низкотемпературной плазмы. – Алма-Ата, 1970. – С. 268–271.
7. Исследование эрозии электродов в плазматронах постоянного и переменного тока / В. Е. Кузнецов [и др.] // Прикладная физика – 2019. – № 3. – С. 24–29.
8. Исследование продуктов эрозии медного электрода плазматрона переменного тока / Д.И. Субботин [и др.] // Журнал технической физики. – 2017. – Т. 87, вып. 11. – С. 1637–1640.

Чернюк В.П., Шляхова Е.И.

БУРОНАБИВНЫЕ СВАИ С УШИРЕННЫМ ОСНОВАНИЕМ — ДОСТОЙНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА ЗАБИВНЫМ СВАЯМ

*Брестский государственный технический университет, кафедра технологии
строительного производства*

В настоящее время в строительной отрасли проектируется большое количество мостов, эстакад, зданий и сооружений на забивных сваях. Использование забивных свай считается очень дешевым способом строительства фундаментов. Однако их применение сопровождается большим количеством сложностей и затруднений при устройстве таких свайных фундаментов.

Можно выделить основные недостатки забивных свай:

- низкая несущая способность свай по грунту основания, достигающая лишь 60-100т;

- ограниченная длина забивных свай, не превышающая 10-15 м. Устройство более глубоких свай требует стыковки двух отдельных свай (модульных) и создает большую сложность их качественной забивки в грунт;

- ограниченная возможность устройства забивных свай в городской черте из-за шума и вибрации, превосходящих допустимые их уровни (50-70 дБ) в 2-2,5 раза и достигающих уровня порядка 120-140 дБ. В развитых западноевропейских странах (Великобритании, Франции и др.) забивка свай и использование их в строительных целях запрещены законом по причинам экологии, охраны труда, сохранения исторических ценностей и др.;

- забивные сваи часто трескаются или разрушаются при их устройстве и требуются дополнительные затраты денежных средств на ликвидацию последствий;

- отсутствие заводов, производящих забивные сваи в данном регионе, что существенно увеличивает стоимость работ, добавляя транспортные расходы;

- повышенная стоимость применения забивных свай в сельской местности из-за отсутствия сваебойной техники и самих свай по сравнению с городскими условиями плюс дополнительные транспортные расходы на их доставку в сельскую местность.

Для совершенствования свайных фундаментов и создания альтернативы забивным сваям, авторами и специалистами ОАО «Буровая компания» «Дельта» был проанализирован зарубежный и отечественный опыт устройства буронабивных свай. Основным направлением была выбрана разработка технологии устройства буронабивных свай с уширенным основанием или с уширенной пятой. Эта технология разрабатывалась в расчете на массовое устройство свай в сложных геологических условиях (в слабых глинистых или песчаных грунтах, в том числе водонасыщенных). Технический результат заключался в создании высокотехнологичного способа сооружения свай с уширением, обеспечивающим значительную несущую способность свай в грунте, с соблюдением экономического эффекта.

Наиболее широко применяемая забивная свая имеет размеры ствола 0,3×0,3 м, а площадь опирания нижнего торца ее на грунт составляет 0,09 м². Буронабивная свая с уширенным основанием на нижнем конце диаметром всего лишь 0,6 м имеет площадь опирания на грунт $3,14 \cdot 0,6^2/4 = 0,285$ м². Следовательно, буронабивная свая с уширением по сравнению с забивной сваей имеет преимущество в площади опирания на грунт в $0,283/0,09 = 3,14$ раза. Таким образом, несущая способность буронабивной сваи с небольшим уширением на нижнем конце превосходит несущую способность

забивной сваи, как минимум в 2-3 раза, не считая сопротивления свай по боковой поверхности стволов.

Уширение в основании сваи увеличивает несущую способность, а относительно небольшой диаметр тела сваи (0,375-0,6 м) значительно экономит бетон. Техническая и экономическая целесообразность устройства фундаментов на сваях с уширенной пятой несомненна, вследствие значительного увеличения их несущей способности, сокращения времени на устройство и экономии затраченного материала.

В мировой практике известны различные способы устройства свай с уширением. Это сваи, разбуриваемые специальным уширителем механического действия, но они сложны, известны способы создания уширения взрывом (камуфлетные сваи), но они весьма опасны, а также ударами, но они требуют применения той же забивной дорогостоящей техники. Однако широкого распространения такие сваи до сих пор пока не получили в виду отсутствия эффективной технологии образования уширений в грунте, устройства свай и возможности контроля качества получаемого уширения.

Авторами БрГТУ предложено более полусотни разработок для образования уширений и уширенных основания как в забое, так и в стенках скважин. Все они защищены 70 патентами РФ на изобретения и полезные модели, а также а.с. СССР. Часть из них, наиболее эффективных и работоспособных в применении, обладающих новизной, полезностью и существенными отличиями в техническом и изобретательском плане показана на рис.1 и рис.2.

Представленные на данном рисунке разработки позволяют образовывать уширения в забое скважин путем:

- а) – электрогидравлического удара в скважине (патент РФ на полезную модель (п.м.) №1641);
- б) – раздвижки в скважине шаров посредством конуса или клина (авторское свидетельство (а.с.) СССР №1177437, патент РФ на п.м. №2081);
- в) – выпрямления в скважине предварительно изогнутой и опущенной в неё пластины (патенты РФ на изобретения (изобр.) №9410,14968, на п.м. №5631);
- г) – размыва стенок скважины в забое водой посредством размывного устройства или гидромонитора (патент РФ на изобр. №9160);
- д) – вмятия в забой скважины упругого эластичного шара;
- е) – падения на воду в скважине через поплавков груза (патент РФ на изобр. №8712);
- ж) – размыва грунта в забое скважине вантусом (патент РФ на изобр. №8700);
- з) – втрамбовывания щебня или гальки в забой скважины в мешках (патент РФ на п.м. №5283);
- и) – взрывания заряда ВВ в забое скважины с применением специального приспособления в виде катушки (патент РФ на п.м. №6937);
- к) – вращения с осевым усилием абразивного материала в забое скважины (патент РФ на п.м. №7703);
- л) – расширения полимерного гидрогелевого материала в мешке с отверстиями (патент РФ на п.м. №12061);
- м) – падения по направляющей штанге или трубе в скважине на воду подвешенного груза (патенты РФ на п.м. №№8917, 12196);
- н) – использования комбинированной разработки грунта в уширении гидравлическим и механическим способами (водой и щетками) (патент РФ на п.м. №12218);

о) – раздвижки в забое скважины призматических или цилиндрических элементов патенты РБ на п.м. №№11041, 11343);

п) – вдавливания со смятием в забой скважины упругого резинового цилиндрического уширителя (патенты РБ на п.м. №№5309, 6868);

р) – использования электромагнитного уширителя в виде тора (а.с. СССР №1745859);

с) – трамбования в забое скважины якорной цепи (патент РБ на п.м. №9782);

т) – вмятия в забой с уплотнением грунта скважины U-образной пластины (патент РБ на п.м. №6277);

у) – раскрытия в забое скважины уширителя стаканного типа с зубьями пилообразной формы (патенты РБ на изобр. №9185, на п.м. №4869);

ф) – деформации в забое скважины уширителя беличьего типа (патент РБ на п.м. №7465).

Большинство из представленных устройств для образования уширений в скважинах обладают простой конструкцией и технологичностью производства работ. Некоторые из них успешно прошли модельные, лабораторные и производственные испытания и готовятся к внедрению в условиях белорусского региона.

После устройства уширений в скважинах они могут в дальнейшем армироваться сетками или каркасами и вместе со скважинами заполняться бетонной смесью и уплотнятся подвесными трамбовками, в результате чего после затвердевания бетонной смеси в грунте образуют полноценные буронабивные сваи с уширенной пятой.

Подробные конструкции свай за рубежом начали применяться более века тому назад и в качестве фундаментных конструкций (опор) достаточно широко применяются и в настоящее время, только под другими названиями (сваи Страуса, «Беното», «Франки», частотрамбованные, вибронабивные, пневмонабивные, камуфлетные, вытрамбованные выштампованные). Для устройства таких свай требуются специальные технологии. Буронабивные сваи с уширенной пятой используются в строительстве в таких развитых странах как Япония, США, Великобритания, Франция, в том числе в России (например, при строительстве крымского моста) и Беларуси (при строительстве теплиц в Минской области).

Расчет несущей способности свай по грунту основания может быть выполнен в соответствии с действующими главами СНиП 2.02.03-85 [1], СНБ 5.01.01-99 [2], ТКП 45-5.01-256-2012 [3].

На рис.1 и рис.2 цифрами обозначены:

1 – шток; 2 – разрядное устройство с проводами; 3 – конус; 4 – шары (два или три); 5 – изогнутая заостренная пластина; 6 – размывное устройство (монитор); 7 – упругий резиновый шар; 8 – ударный груз; 9 – поплавок; 10 – вантус с отверстиями; 11 – мешок с щебнем или галькой; 12 – заряд взрывчатого вещества; 13 – абразивный проволочный материал; 14 – гибкая тяга; 15 – мешок с гидрогелевым полимерным материалом; 16 – отверстия; 17 – труба; 18 – окрылки; 19 – поперечные щетки или кисти; 20 – уширитель в виде тора; 21 – привод; 22 – втягиваемый якорь; 23 – электромагнит (статор); 24 – источник электрического тока; 25 – электропроводка; 26 – выключатель; 27 – звенья цепи (якорная цепь); 28 – U-образная изогнутая пластина; 29 – раздвижные элементы (призматические или цилиндрические); 30 – упругий резиновый цилиндрический уширитель; 31 – винт; 32 – уширитель стаканного типа; 33 – зубья; 34 – уширитель в виде беличьего колеса; 35 – пластины.

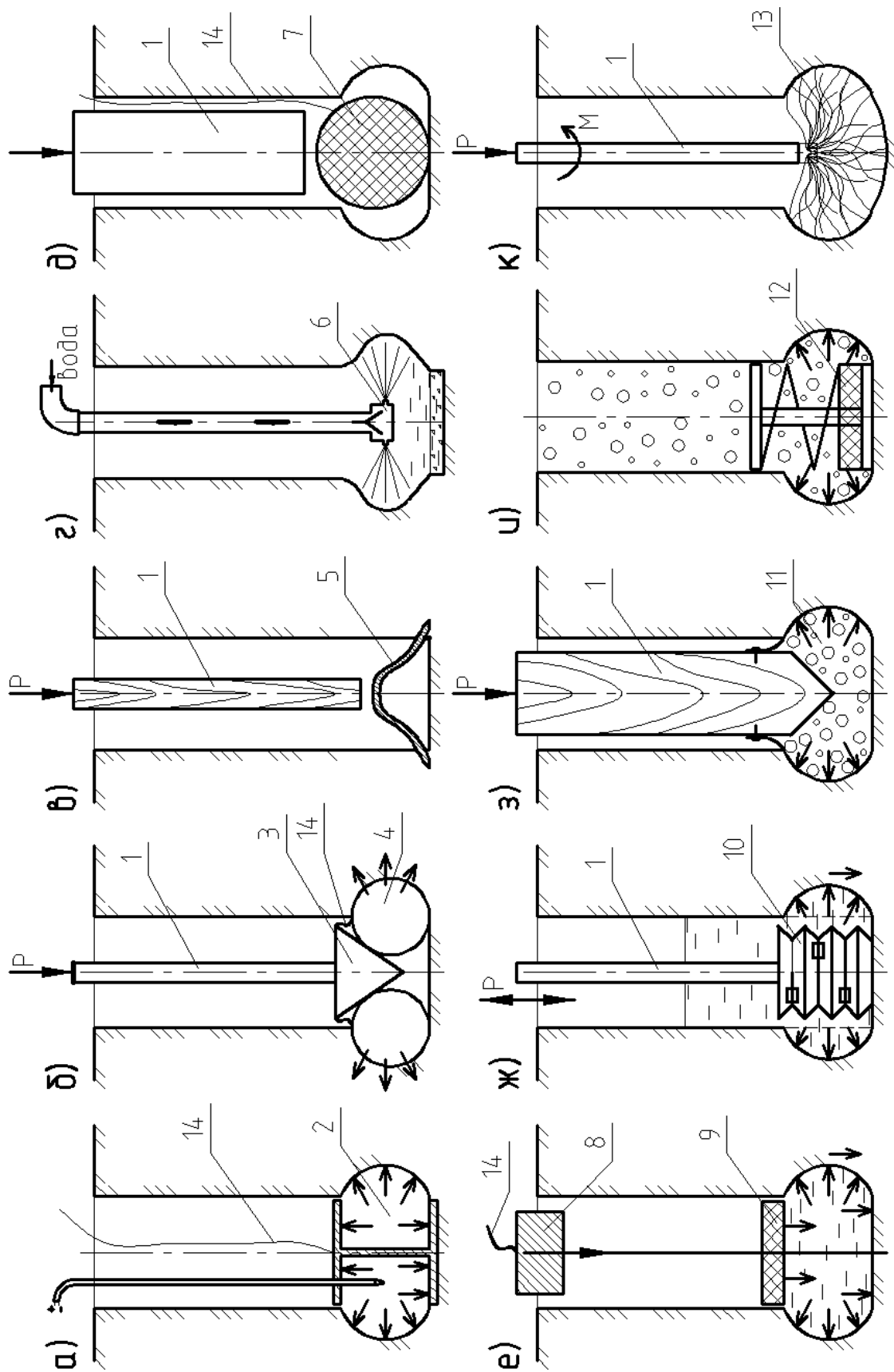


Рисунок 1. Прогрессивные конструкции устройств и приспособлений для образования уширений в забое скважин.

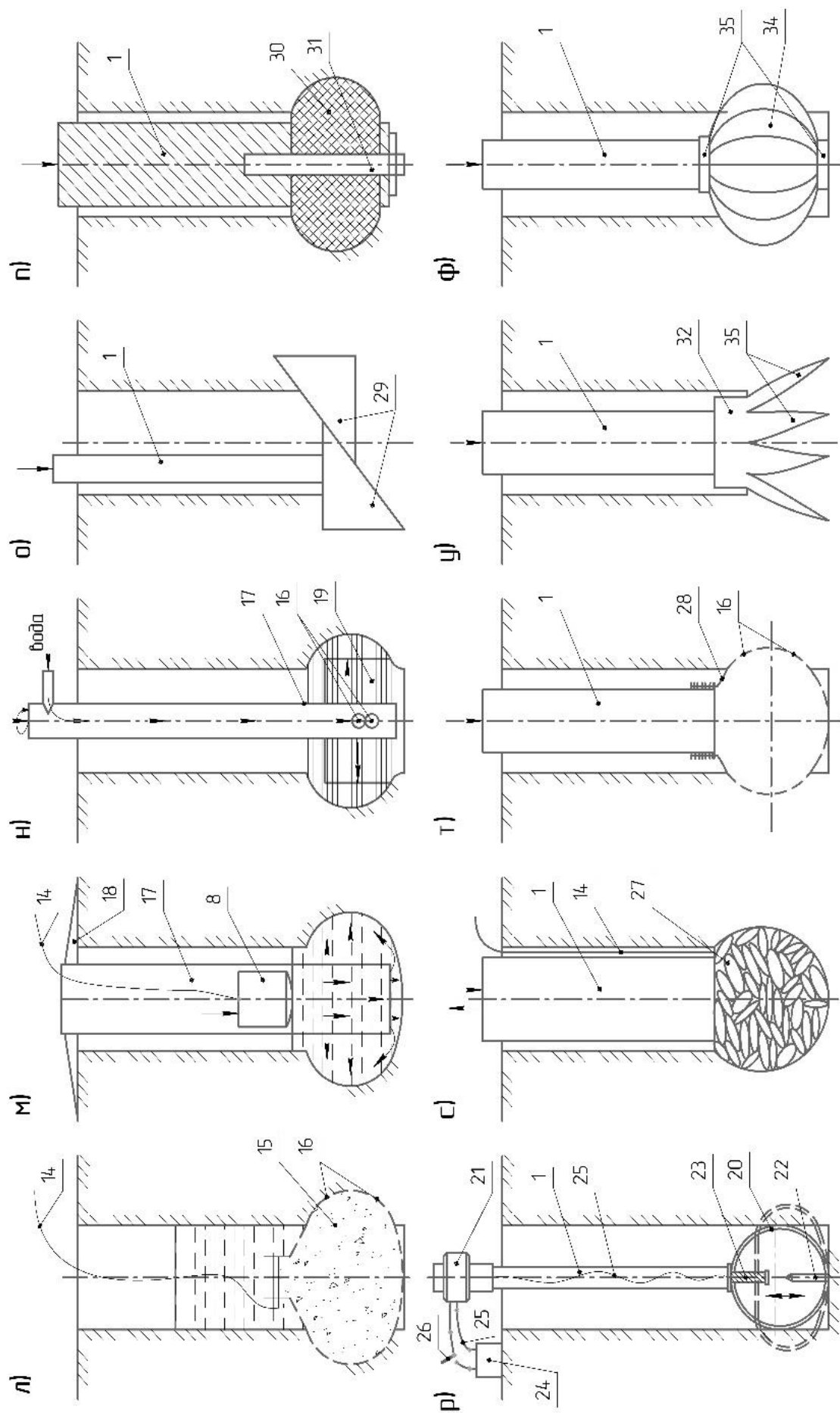


Рисунок 2. Прогрессивные конструкции устройств и приспособлений для образования уширений в забое скважин.

Список использованных источников:

1. СНиП 2.02.03-85 Строительные нормы и правила. Свайные фундаменты / Госстрой СССР, - М: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
2. СНБ 5.01.01-99 Строительные нормы РБ. Основания и фундаменты зданий и сооружений / Минстройархитектура РБ. – Мн.: ГП «Минсктиппроект», 1999.
3. ТКП 45-5.01-256-2012 Технический кодекс установившейся практики. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Сваи забивные. Правила проектирования и устройства. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2013. – 137 с.

Северянин В.С., Янчилин П.Ф., Урецкий Е.А., Мороз В.В.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕБОЛЬШОЙ ГЕЛИОУСТАНОВКИ ДЛЯ МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Брестский государственный технический университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.

В научно-исследовательской лаборатории БрГТУ «Пульсар» (под руководством д.т.н., профессора Северянина В.С.) были проведены исследования, направленные на увеличение эффективности гелиоустановок для условий РБ путём удешевления их конструкции, принципа действия и эксплуатации. В этой лаборатории были разработаны различные конструкции гелиоустановок «Луч», защищённые патентами [1, 2, 3, 4]. Их назначение — улавливание и концентрация солнечных лучей в фокусе на сферическом теплоприёмнике, передача образующейся в фокусе теплоты теплоносителю, сбор нагретого теплоносителя в баке-аккумуляторе для последующего потребления.

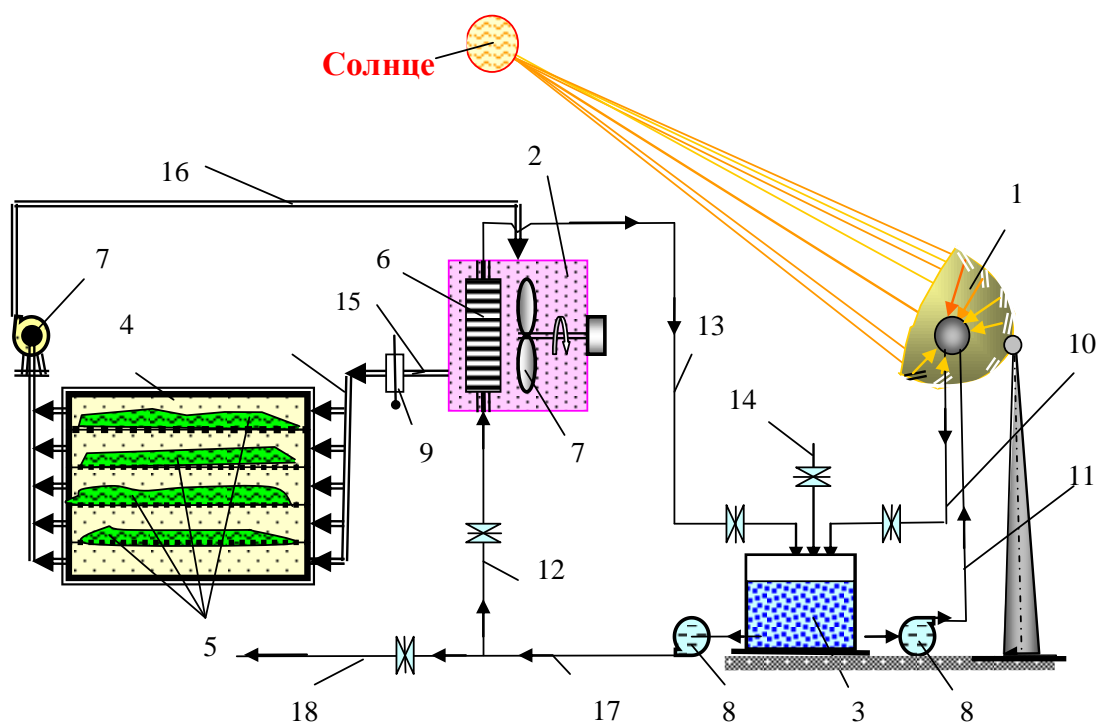


Рисунок 1. Гелиоустановка «ЛУЧ»

Гелиоустановки «Луч» относятся к коммунальной промышленной теплоэнергетике и могут быть использованы, для нагрева жидких или газообразных теплоносителей, зарядки светоносителей (люминофоров) и работы фотоэлементов. Установки размещаются непосредственно на небольшом расстоянии от потребителей и могут быть использованы в городских и сельских условиях [5].

На рис. 1 показана фотография второго опытного образца гелиоустановки «ЛУЧ». В качестве примера применения гелиоустановки «Луч» в сельской местности, можно привести ориентировочную схему использования гелиоустановок для малых фермерских хозяйств, показанную на рис. 2.

Как известно, в фермерских хозяйствах требуется устройства для получения тепловой энергии, используемой для подсушивания зерна, сена, других продуктов сельского хозяйства, отопления производственных и бытовых помещений и т.п.



1 – гелиоустановка «Луч»; 2 – блок подогрева воздуха; 3 – ёмкость для сбора нагретой воды; 4 – сооружение для подсушки сельскохозяйственной продукции; 5 - сельскохозяйственная продукция; 6 – калорифер; 7 – вентиляционные установки; 8 – насосные установки; 9 –шибер для регулировки подачи тёплого воздуха; 10 – подогретая вода; 11 – вода на подогрев в гелиоустановке; 12 – подогретая вода на калорифер; 13 – охлаждённая вода из калорифера; 14 – вода на подпитку; 15 – воздуховод горячего воздуха; 16 – воздуховод охлаждённого воздуха; 17 – подогретая вода; 18 – подогретая вода на нужды фермерского хозяйства.

Рисунок 2. Ориентировочная схема использования небольшой гелиоустановки для малых фермерских хозяйств

Использование небольшой гелиоустановки «Луч» для малых фермерских хозяйств описывается следующим образом.

Солнечные лучи концентрируются установкой «Луч» 1 в оптическом фокусе конусов параболоида, за счёт размещения в нём теплоприемника (зачерненная полая сфера), осуществляется преобразования солнечной энергии в тепловую и происходит нагревание воды, которая подаётся насосом 8 по трубопроводу 11 из ёмкости 3.

Нагретая в гелиоустановке 1 вода возвращается обратно в ёмкость для сбора воды 3. по трубопроводу 10. Из этого сборника нагретая вода по трубопроводу 12 направляется в калорифер 6 блока подогрева воздуха 2. Использованная вода в поз. 2 по трубопроводу 13 возвращается обратно в ёмкость для сбора нагретой воды; Нагретый воздух в блоке подогрева воздуха 2 с помощью вентиляционной системы нагнетается в воздухопровод 15. Потребный расход воздуха регулируется шибером 9. Нагретый воздух используется для сушки сельскохозяйственной продукции в сооружении для подсушки 4. Далее использованный воздух с помощью вентиляционной системы 7 по воздухопроводу 16, подаётся обратно блок подогрева воздуха 2. При отсутствии необходимости использования нагретой воды для сушки, сельскохозяйственной продукции, блок подогрева воздуха 2 отключается, и с помощью трубопровода 18 направляется на нужды фермерского хозяйства.

Список использованных источников:

1. Гелиоустановка, пат 3998, Респ. Беларусь М ПК F24 2/00/ Северянин В.С., / Заявитель Брестский гос. техн. у-т № 20070576, заявл 03,08,2007 г., опубл. 17.12.2007 г.
2. Гелиоустановка, пат 6889, Респ. Беларусь, М ПК F21 2/00/ K2/00 F21 S 11/00 /Северянин В.С, Власова Т.А., /Заявитель Брестский гос. техн. у-т,- № и 20100484 заявл. 21.05. 2010.
3. Гелиоустановка, пат 6939 U, Респ. Беларусь МПК F21 K 2/00/ F21 S 11/00 Северянин В.С., Янчилин П.Ф. /Заявитель Брестский гос. техн. у-т № 201005556, заявл. 14.06.2010 г.
4. Гелиоустановка, пат 8604, Респ. Беларусь МПК F24J Северянин В.С., Янчилин П.Ф. /Заявитель Брестский гос. техн. у-т № и 20120084 заявл. 30.01.2012.
5. Варианты использования гелиоустановки «ЛУЧ». П.Ф. Янчилин. Вестник Брестского государственного технического университета. – 2017. – № 2: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 61–66.

Савчук Т.П.

ЭНЕРГЕТИКА БЕЛАРУСИ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ВЗГЛЯД (1920-е – нач. 2000-х гг.)

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Большая энергетика республики начиналась с реализации плана ГОЭЛРО, ставшего первым после революции перспективным планом развития народного хозяйства советского государства. Решение грандиозной задачи электрификации всей страны дало возможность активизировать работы по восстановлению, расширению и строительству новых электростанций в республике. Если в 1913 г. мощность всех электростанций на территории Беларуси составляла всего 5,3 МВт, то к концу 1930-х гг. установленная мощность Белорусской энергосистемы уже достигла 129 МВт. Начало стремительному становлению отрасли положил ввод в эксплуатацию первой очереди Белорусской ГРЭС мощностью 10 МВт – крупнейшей станции в довоенный период. БелГРЭС дала мощный толчок развитию электрических сетей 35 и 110 кВ. В республике сложился технологически управляемый комплекс: электростанция – электрические сети – потребители электроэнергии.

Белорусская энергетическая система была создана де-факто, а 15 мая 1931 г. принято решение об организации районного управления государственных электрических станций и сетей Белорусской ССР — «Белэнерго». На протяжении многих лет Белорусская ГРЭС оставалась ведущей электростанцией республики. Вместе с тем, в 1930-е гг. развитие энергетической отрасли идет семимильными шагами — появляются новые ТЭЦ, значительно увеличивается протяженность высоковольтных линий, создается потенциал профессиональных кадров.

Однако этот яркий рывок вперед был перечеркнут Великой Отечественной войной. Война привела к практически полному уничтожению электроэнергетической базы республики. После освобождения Беларуси мощность ее электростанций составляла всего 3,4 МВт [2, с. 20].

Энергетикам понадобились без преувеличения героические усилия для того, чтобы восстановить и превысить довоенный уровень установленной мощности электростанций и производства электроэнергии. В подчинении созданного в 1957 г. Управления энергетики Совнархоза БССР к этому времени находились уже 16 электростанций, высоковольтные воздушные сети с областными участками, специализированное предприятие «Белорусэнергоремонт» и «Энергосбыт». В последующие десятилетия отрасль продолжала развиваться, ее структура совершенствовалась, создавались новые энергетические предприятия.

Так, в сентябре 1962 г. была введена в эксплуатацию первая на Гродненщине подстанция 220/110/35 кВ «Рось» мощностью 60 МВА, что дало возможность через ВЛ 220 кВ на Березовскую ГРЭС подключить электросети Гродненской области к Белорусской энергосистеме и положить начало интенсивному развитию в области сетей напряжением 110 кВ. От ПС «Рось» практически одновременно с ее вводом были запитаны ВЛ 110 кВ на Мосты и ВЛ 35 кВ на Цемзавод №1. По линии 110 кВ (с декабря 1963 г. 220 кВ) Рось–Бобровники Гродненская энергосистема через ПС 220/110 кВ «Белосток» соединилась с энергосистемой Польши и ПС «Рось» приобрела международное значение [1].

С 1992 г. в связи с остановкой ряда промышленных предприятий и сокращением производства в республике началось снижение потребления как электрической, так и тепловой энергии, которое продолжалось вплоть до 1995 г., когда потребление электроэнергии составило 65,3 % от уровня 1991 г.

С началом подъема экономики в 1996 г. стало постепенно увеличиваться потребление энергии. Проведение организационно-технических энергосберегающих мероприятий на всех стадиях производства, транспортировки и потребления энергоносителей, а также принятие правительством жестких мер по реализации энергосберегающей политики позволили обеспечить увеличение ВВП практически без суммарного прироста потребления топливно-энергетических ресурсов, а также сдержать темпы роста энергопотребления. В результате в 2008 г. в республике было потреблено 36,8 млрд кВт·ч электроэнергии, или 74,9 % от уровня 1991 г. (49,1 млрд кВт·ч). Несмотря на ограниченность финансовых средств, в 2001–2005 гг. энергетики продолжали активно работать над повышением эффективности энергоисточников. Устанавливались генерирующие мощности на действующих котельных с превращением их в миниТЭЦ, проводилась реконструкция устаревшего оборудования. Были введены в эксплуатацию мини-ТЭЦ в Пинске (3,0 МВт), Гродно (3,5 МВт), Витебске (3,5 МВт), Молодечно (3,5 МВт), Солигорске (2,5 МВт). Высокий профессионализм специалистов по проектированию, строительству, монтажу, наладке, ремонту и эксплуатации энергетических объектов республики, значительный опыт, накопленный белорусскими энергетиками за предыдущие годы, позволяли

успешно решать задачи по развитию и реконструкции оборудования подстанций, электростанций, котельных, систем тепло- и электроснабжения [2, с. 21].

В течение первой пятилетки нового тысячелетия в Беларуси были воплощены в жизнь грандиозные планы технического переоснащения отрасли. Среди реализованных в тот период проектов — реконструкция блоков ст. № 3, 4 Березовской ГРЭС с надстройкой их газовыми турбинами мощностью по 25 МВт, а также реконструкция паровой турбины блока ст. № 3 Лукомльской ГРЭС с увеличением ее мощности на 7,5 МВт. Кроме того, была проведена реконструкция Витебской ТЭЦ, Пинской ТЭЦ, Полоцкой ТЭЦ, Бобруйской ТЭЦ-1, Могилевской ТЭЦ-1, Гомельской ТЭЦ-1, Лидской ТЭЦ с заменой отработавших ресурс турбоагрегатов; реконструировано 14 подстанций (ПС) 35-110 кВ с установкой дополнительных трансформаторов, современного оборудования и устройств РЗА; построена высоковольтная линия электропередачи (ВЛ) 330 кВ Барановичи–Россь–Гродно с модернизацией ПС 330 кВ в Барановичах и Гродно, введен в работу шунтирующий реактор на ПС 330 «Барановичи»; начался экспорт электроэнергии в Польшу, для чего выполнена модернизация блока ст. № 5 Березовской ГРЭС и построена ВЛ 110 кВ Брест-2–Вулька-Добрыньска. За этот пятилетний период потребление электроэнергии в республике возросло с 30,71 до 32,79 млрд кВт·ч, а инвестиции в основной капитал белорусской энергосистемы составили более \$ 1 млрд. [2, с. 21].

Список использованных источников:

1. К 50-летию ПС «Россь»: гордость электросетевой энергетики Гродненщины // Гродненское унитарное республиканское предприятие электроэнергетики «Гродноэнерго» [Электронный ресурс]. – 2010–2020. – Режим доступа: <http://www.energo.grodno.by/content/%D0%BA-50-%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%8E>. – Дата доступа: 12.03.2020.
2. Становление энергетики Беларуси. Путь длиною в жизнь // Энергетическая Стратегия. – 2011. – № 2. – С. 20–29.

Молош В.В., Томашев И.Г.

**МОДЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ СРЕЗУ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ
ПЛОСКИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ БЕЗ ПОПЕРЕЧНОЙ
АРМАТУРЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ТЕОРИИ ПОЛЕЙ
СЖАТИЯ В ЗАМКНУТОМ ВИДЕ**

Брестский государственный технический университет, кафедра прикладной механики

Введение. Несмотря на многочисленные исследования, проведенные с целью изучения сопротивления железобетонных элементов срезу, к настоящему времени до конца не ясен механизм перераспределения внутренних усилий и деформаций, возникающий при этом виде деформации элементов, и не разработана точная и надежная расчетная модель, позволяющая предсказывать величину предельных сил сопротивления. В последние годы к этому вопросу все чаще обращаются ведущие зарубежные и отечественные исследователи.

К настоящему времени известны три метода моделирования трещин в железобетонных элементах сопротивляющихся срезу: модели дискретных трещин,

смазанных и встроенных [1]. Наиболее широкое применение получили первых два метода. Метод встроенных трещин начал развиваться сравнительно недавно.

В данной работе представлена модель, базирующаяся на положениях и уравнениях модифицированной теории полей сжатия (МСФТ) [3], которая в свою очередь, относится к моделям с размытыми трещинами. В моделях с размытыми трещинами бетон с трещинами рассматривается как непрерывный, и разрыв материала, вызванный трещиной, размазывается по элементу путем изменения угла наклона трещины, определяемого соблюдением условий, записанных в базовых уравнениях теории. Основные положения МСФТ детально изложены в работе [0].

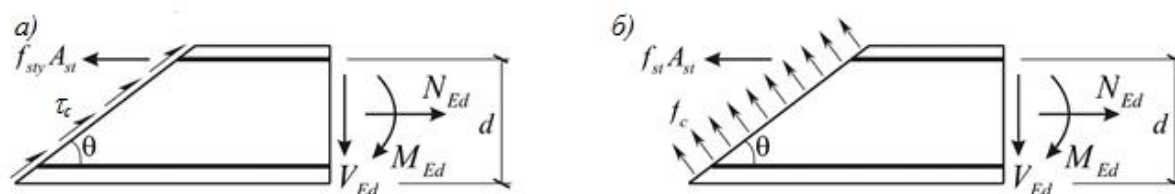
Основной целью данного исследования является верификация, оценка достоверности и точности разработанной модели.

Упрощенная модель сопротивления срезу при продавливании, разработанная на основе МСФТ в замкнутом виде (УМ МСФТ)

В основу разработанной модели положены следующие положения и допущения:

- после образования наклонной трещины бетон за ее пределами испытывает сжатие по направлению вдоль наклонной трещины и растяжение поперёк наклонной трещины;
- в расчетах используют средние значения главных растягивающих напряжений как функцию соответствующих относительных деформаций; в сечении, проходящем по наклонной трещине, они равняются нулю;
- в сечении, проходящем по наклонной трещине, действуют касательные напряжения, которые вызванные зацеплением контактирующих поверхностей бетона в трещине и зависят от степени шероховатости поверхностей;
- в расчетах используют постоянный угол наклона диагональной трещины, равный $\theta = 34,5^\circ$ [при расчетах по формулам (12), (14), (16)] и $\theta = 42^\circ$ [при расчетах по формулам (13), (15), (17)];
- горизонтальные усилия в арматуре и бетоне, возникающие в наклонной трещине и в теле бетона за её границами, уравниваются величиной $V_{Ed} \cot \theta$;
- в предельном состоянии наклонная трещина пересекает всю высоту конструктивного элемента, и сопротивление срезу при продавливании воспринимается касательными напряжениями τ_c , вызванными: зацеплением контактирующих поверхностей бетона в трещине; нагельным сопротивлением арматуры; сопротивлением бетона в сжатой зоне элемента;

Расчет выполняют непосредственно для предельной стадии сопротивления, минуя промежуточные этапы.



а) сечение, проведенное по наклонной трещиной;

б) сечение, проведенное за пределами наклонной трещины

Рисунок 1 – К составлению уравнений равновесия для построения упрощённой расчетной модели на основе МСФТ

Уравнения равновесия сил на оси X и Y для сечения за пределами наклонной трещине будут иметь вид:

$$\sum X = f_1 b_0 d + f_s A_s - V_{Ed,1} \cot \theta = 0; \quad (2)$$

$$\sum Y = f_1 b_0 d \cot \theta - V_{Ed,1} = 0; \quad (3)$$

в наклонной трещине:

$$\sum Y = V_{Ed,2} - \tau_c b_0 d = 0, \quad (4)$$

где f_l – главные растягивающие напряжения в бетоне; b_0 – длина критического периметра, расположенного на расстоянии l_s от наружных граней колонны; d – эффективная рабочая высота плиты, определяемая расстоянием от верхней сжатой грани в сечении плиты до центра тяжести растянутой арматуры; f_s – текущие напряжения в продольной арматуре; A_s – площадь продольной арматуры; V_{Ed} – обобщенная предельная поперечная сила, вызванная внешним воздействием на конструктивный элемент в зоне среза.

Из уравнения (3) получим:

$$V_{Ed,1} = f_1 b_0 d \cot \theta; \quad (5)$$

а из уравнения (4):

$$V_{Ed,2} = \tau_c b_0 d \quad (6)$$

Учитывая, что $V_{Ed,1}$ и $V_{Ed,2}$ должны быть эквивалентны, получим:

$$f_1 b_0 d \cot \theta = \tau_c b_0 d \Rightarrow f_1 = \tau_c \tan \theta. \quad (7)$$

Относительные продольные деформации в арматуре ε_x могут быть определены из выражения:

$$\varepsilon_x = \frac{f_s}{E_s} \Rightarrow f_s = \varepsilon_x E_s \quad (8)$$

Подставив выражения (6), (7) и (8) в уравнение (2), получим:

$$\tau_c b_0 d \tan \theta + \varepsilon_x E_s A_s - \tau_c b_0 d \cot \theta = 0 \Rightarrow \tau_c = -\frac{\varepsilon_x E_s \rho_l}{(\tan \theta - \cot \theta)}, \quad (9)$$

где $\rho_l = A_s / (b_0 \cdot d)$ – коэффициент продольного армирования.

С другой стороны, касательные напряжения τ_c в соответствии с положениями МСФТ зависят от прочности бетона при осевом сжатии f_{cm} и ширины раскрытия наклонной трещины w . Представим эту эмпирическую зависимость в виде:

$$\tau_c = \frac{a \cdot \sqrt{f_{cm}}}{b + c \cdot w}, \quad (10)$$

где a , b – поправочные эмпирические коэффициенты, которые следует принимать равными: $a = 0,21$ и $b = 0,307$; коэффициент $c = 250$ учитывает шероховатость контактирующих поверхностей бетона в трещине.

Ширина раскрытия наклонной трещины w на уровне центра тяжести растянутой продольной арматуры может быть определена из выражения:

$$w = \psi d \quad (11)$$

где величина угла поворота наклонного сечения может быть определена по упрощенной зависимости:

$$\psi = \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_s}{E_s} = \frac{r_s}{d} \cdot \varepsilon_x \quad (12)$$

или на втором уровне аппроксимации угла поворота с учётом изгиба:

$$\psi = \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_s}{E_s} \left(\frac{m_{Ed}}{m_{Rd}} \right)^{1,5} = \frac{r_s}{d} \cdot \varepsilon_x \left(\frac{m_{Ed}}{m_{Rd}} \right)^{1,5} \quad (13)$$

где f_s – текущие напряжения в продольной растянутой арматуре, которые для упрощения могут быть приняты равными пределу текучести арматуры f_y .

Подставив выражения (11) и (12) в уравнение (10), получим:

$$\tau_c = \frac{a \cdot \sqrt{f_{cm}}}{b + c \cdot r_s \cdot \varepsilon_x} \quad (14)$$

$$\tau_c = \frac{a \cdot \sqrt{f_{cm}}}{b + c \cdot r_s \cdot \varepsilon_x \left(\frac{m_{Ed}}{m_{Rd}} \right)^{1,5}}$$

или

$$\quad (15)$$

Приравнивание выражений (9) и (13) и решение квадратного уравнения даст величину ε_x на уровне центра тяжести растянутой арматуры в виде:

$$\varepsilon_x = -\frac{b}{2 \cdot c \cdot r_s} + \frac{\sqrt{\rho_l E_s \cdot [b^2 \rho_l E_s - 4 \cdot a \cdot c \cdot r_s \cdot \sqrt{f_{cm}} \cdot (\operatorname{tg} \theta - \operatorname{ctg} \theta)]}}{2 \cdot \rho_l E_s \cdot c \cdot r_s} \quad (16)$$

или

$$\varepsilon_x = -\frac{b}{2 \cdot c \cdot r_s \left(\frac{m_{Ed}}{m_{Rd}} \right)^{1,5}} + \frac{\sqrt{\rho_l E_s \cdot [b^2 \rho_l E_s - 4 \cdot a \cdot c \cdot r_s \cdot \sqrt{f_{cm}} \cdot (\operatorname{tg} \theta - \operatorname{ctg} \theta)]}}{2 \cdot \rho_l E_s \cdot c \cdot r_s \left(\frac{m_{Ed}}{m_{Rd}} \right)^{1,5}} \quad (17)$$

Расчет можно вести в следующей последовательности: определить ε_x по выражению (16) или (17); определить τ_c по выражению (14) или (15); определить величину сопротивления срезу при продавливании по выражению (6).

Верификация расчетной модели. Верификация разработанной расчётной модели сопротивления срезу при продавливании выполнена на фоне доступной базы экспериментальных данных, которая включила результаты 250 испытаний опытных образцов плит на сопротивление срезу при продавливании, выполненных зарубежными и отечественными исследователями, а также результаты собственных исследований.

Таблица 2 – Сравнительные статистические параметры отношений V_{exp} / V_{calc} экспериментальных V_{exp} и расчетных V_{calc} сопротивлений срезу при продавливании

Нормативный документ	<i>Min</i>	Среднее	<i>Max</i>	σ	C_v , %	<i>b</i>	V_δ , %	r_{ik}
УМ МСФТ-1	0,644	0,975	1,579	0,158	16,2	1,013	16,2	0,984
УМ МСФТ-2	0,276	1,1	1,893	0,216	19,6	0,994	18,3	0,983

Сравнительные статистические параметры отношений V_{exp} / V_{calc} :

УМ МСФТ-1 – расчёт по формулам (12), (14), (16)]; УМ МСФТ-2 – расчет по формулам (13), (15), (17); *Min*, среднее, *max* – соответственно минимальное, среднее и максимальное значения; σ – стандартное отклонение; C_v – коэффициент вариации; *b* – поправочный коэффициент для среднего значения; V_δ – коэффициент вариации для вектора ошибок δ ; r_{ik} – коэффициент корреляции экспериментальных V_{exp} и расчетных V_{calc} сопротивлений срезу при продавливании.

Статистические параметры ошибки моделирования были определены согласно процедуре, описанной в приложении Д к ТКП EN 1990 [5]. Качество модели определяли оценочными статистическими параметрами (оценочным средним, стандартным отклонением, коэффициентом вариаций), полученными для отношений экспериментальных и расчетных значений анализируемого сопротивления V_{exp} / V_{calc} , а также коэффициентом корреляции r_{ik} экспериментального и расчетного значений

сопротивления срезу при продавливании (таблица 1). При этом среднее значение отношения V_{exp} / V_{calc} должно быть близко к единице при минимальном значении коэффициента вариаций. Использование указанных математических статистик в данном случае оправдано, так как распределение отношений V_{exp} / V_{calc} очень близко к нормальному распределению.

Заключение. Из сравнительного анализа статистических параметров (таблица 2) следует, что наиболее точной можно считать разработанную УМ МСФТ-1, которая обладает достаточно близким к единице средним значением отношений V_{exp} / V_{calc} (0,975), наименьшими из анализируемых моделей: размахом данных, стандартным отклонением ($\sigma = 0,158$), коэффициентом вариации отношений V_{exp} / V_{calc} ($C_v = 16,2\%$), коэффициентом вариации вектора ошибок δ ($V_\delta = 16,2\%$), отклонение от единицы поправочного коэффициента для среднего значения отношений V_{exp} / V_{calc} (1,3%). При этом коэффициент корреляции значений V_{exp} и V_{calc} наиболее близок к единице ($r_{ik} = 0,984$).

Список использованных источников:

1. Menin, R.C.G. Smeared Crack Models for Reinforced Concrete Beams by Finite Element Method / R.C.G. Menin, L.M. Trautwein, T.N. Bittencourt // *Ibracon Structures Materials Journal*. – Volume 2, Number 2 (June, 2009), p. 166 – 200.
2. Тур В.В. Новые подходы к определению сопротивления срезу балочных элементов без поперечного армирования: часть 1 – обзор расчетных моделей / В. В. Тур, А. П. Воробей // *Вестник БрГТУ*. – 2019. №1 : Строительство и архитектура. – С.15-22.
3. Vecchio, F. J. The modified compression-field theory for reinforced concrete elements subjected to shear / F. J. Vecchio, M. P. Collins // *ACI Journal Proceedings*. – 1986. – Vol. 83, iss. 2. – P. 219-231.
4. Тур В.В. Кондратчик А.А. Расчет железобетонных конструкций при действии перерезывающих сил// Брест, БГТУ.– 2000.– 400 с.
5. Основы проектирования строительных конструкций = Основы проектирования будаунических конструкций : ТКП EN 1990-2011. – Введ. 15.11.2012. – Минск : СЕН/ТС 250 «Конструкционные Еврокоды» : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2011. – 70 с.

Сальникова С.Р., Сопин Ю.Ю.

МЕТОДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ

Брестский государственный технический университет, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Сегодня встала необходимость организовать обеззараживание воздуха в помещениях массового скопления людей. Организация воздухообмена, очистки и дезинфекции воздуха — один из методов профилактики распространения инфекционных заболеваний с аэрогенным механизмом передачи. Выделяясь из дыхательных путей источника инфекции, бактерии и вирусы попадают в воздушную среду и в дыхательные пути восприимчивого человека. В данной цепочке воздух — фактор передачи, который при определенных условиях (замкнутые пространства, перетекание потоков воздуха из одного помещения в другое, высокая скученность

людей и др.) может стать причиной массового распространения инфекции. Вентиляционная техника для уничтожения бактерий и вирусов не была предметом первой необходимости и многие специалисты не знают, какие способы и приборы можно использовать для обеззараживания воздуха в помещении.

Загрязнители воздуха делятся на: газообразные, аэрозольные и микробиологические. Чтобы очистить воздух от всех классов загрязнителей необходимо ознакомиться с технологией очистки воздуха от загрязнений.

Технологии обеззараживания воздуха.

1. *Ультрафиолетовое излучение* — это обеззараживание с помощью ультрафиолета (УФ лампы, размещенные в секциях воздуховодов) [1] — уничтожают болезнетворные микроорганизмы. При этом разные виды микроорганизмов восприимчивы к разным диапазонам ультрафиолетового спектра. Наиболее чувствительны к УФ свету бактерии. Затем в порядке убывания чувствительности идут грибы, дрожжи, бактериальные споры и вирусы. УФ лампы в современных очистителях воздуха (AirComfort) имеют диапазон 365 нм. Коронавирус, размеры которого приближаются к 100 нм, подвержен воздействию ультрафиолета и температуры. Поэтому его можно ослабить и впоследствии уничтожить ультрафиолетом. Для обеспечения нужного эффекта УФ лампа должна быть включена 24 часа в сутки и только при отсутствии людей в комнате

2. *Озонирование воздуха* — уничтожение бактерий, вирусов и грибков с помощью озона. Озон — это газ, который образуется при действии электрического разряда, а также ультрафиолетового света на кислород. Обеззараживающий эффект озона в 3-5 раз выше, чем ультрафиолетового излучения, т.к. озон оказывает разрушающе-окисляющее воздействие на стенки клетки и цитоплазму, полностью разрушая их структуру. Устойчивых к воздействию озона форм микроорганизмов крайне мало. Взаимодействие озона с живой микрофлорой заканчивается механическим разрушением клетки. Но при всех положительных качествах озон является ядовитым газом не только для микроорганизмов, но и для человека. Поэтому озонаторы воздуха допустимы только без присутствия людей.

3. *Фотокатализ* — способ глубокой очистки воздуха от любых органических и неорганических загрязнителей. Фотокаталитический фильтр состоит из 2 элементов: двуокись титана, нанесенный на поверхность и УФ лампа. Ультрафиолетовое излучение лампы активирует двуокись титана, превращая ее в катализатор процессов окисления. В данном случае интенсивность процессов окисления, т.е. разложение любого вещества на безвредные составляющие, возрастает в сотни раз. Микроорганизмы (вирусы, бактерии, грибы, споры, плесень, табачные смолы, фенол и др.) теряют способность к размножению и полностью разрушаются. Применение фотокатализа имеет определенные трудности: фотокаталитические фильтры сложны в изготовлении и применении; необходима большая площадь поверхности с двуокисью титана; для запуска фотокатализа нужна УФ лампа правильного диапазона, желательно светодиодная, а не ртутная; процесс фотокаталитической очистки протекает эффективно только при небольших объемах проходящих через фильтр воздуха.

Чтобы очистить воздух от всех классов загрязнителей, в современных воздухоочистителях [4], как правило, применяются несколько типов фильтров.

Виды фильтров:

1. *Пылевые фильтры* — удаляют из воздуха механические частицы — пыль, сажу, пыльцу растений, шерсть животных.

2. *Электростатический фильтр* — используется для очистки воздуха от самой мелкой пыли, аэрозолей, дыма, сажи, копоти и любых механических частиц.

3. *Угольные фильтры* — поглощают (адсорбируют) неприятные запахи и другие соединения органической и элементарорганической природы.

4. *Фотокаталитические фильтры* — очищают воздух от неприятных запахов, токсичных газов, аллергенов, а также вирусов, бактерий и спор плесени. Загрязнители адсорбируются на поверхности фотокатализатора и под действием ультрафиолетового излучения разлагаются до безвредных составляющих воздуха — углекислого газа, воды и атмосферного азота.

5. *Озонирование* — окисление органических и биологических загрязнителей при их взаимодействии с озоном. Относится к чрезвычайно опасным веществам.

6. *Ультрафиолетовое (УФ) бактерицидное излучение* — является частью спектра электромагнитных волн оптического диапазона, применяется в качестве профилактического санитарно-противоэпидемического средства, направленного на подавление жизнедеятельности микроорганизмов на поверхностях и в воздушной среде помещений.

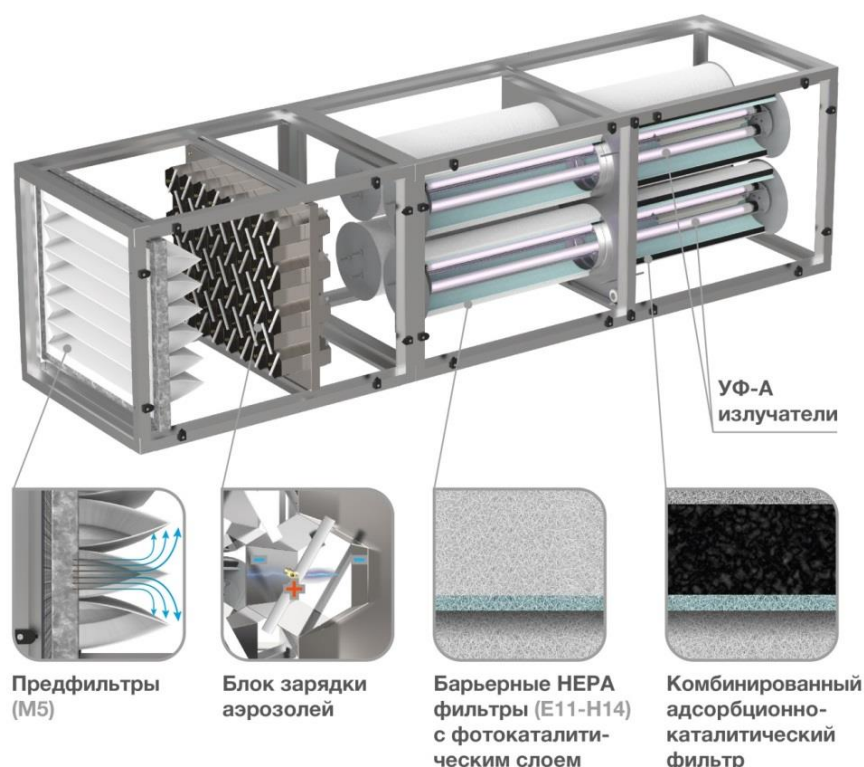


Рисунок 1 – Канальный очиститель воздуха «АэроЛайф™»

При наличии централизованных систем вентиляции и кондиционирования воздуха в целях профилактики вирусной заболеваемости людей необходимо соблюдать условия для обеспечения заданной (нормируемой) чистоты воздуха [3]:

- Подача в помещение заведомо чистого воздуха за счет забора наружного воздуха из чистой зоны на высоте не менее 2 м от поверхности земли, его последующей очистки фильтрами, периодической очистки и дезинфекции систем вентиляции и кондиционирования;

- Подача в помещение достаточного количества чистого воздуха и удаление из него грязного воздуха за счет обеспечения кратности воздухообмена, работы вентиляции в непрерывном режиме;

- Исключение возможности перетекания воздуха из «грязных» помещений в «чистые» за счет организации автономных систем вентиляции отдельных групп помещений, преобладания притока над вытяжкой в асептических помещениях и

вытяжки над притоком в помещениях инфекционного профиля, подачи воздуха в верхнюю зону помещений и удаления его из верхней зоны или одновременно из верхней и нижней зон, максимального удаления друг от друга приточных и вытяжных решеток в пределах одного помещения;

- Обеззараживание воздуха в помещениях;
- Очистка и дезинфекция систем вентиляции и кондиционирования (воздуховодов, фильтров грубой и тонкой очистки воздуха), замена фильтров высокой очистки [2].

При проектировании одновременно вытяжной и приточной вентиляции, при подборе оборудования необходимо применять комплексную технологию очистки и обеззараживания приточного и рециркуляционного воздуха.

Канальные воздухоочистители [5] во много раз улучшают показатели поступающего и выходящего из помещения воздуха. Используемый в них метод фотокатализа, а также НЕРА фильтры, позволяют извлечь и обезвредить практически любые органические и неорганические примеси, приводящие к возникновению заболеваний легких. Канальный воздухоочиститель с электростатическим блоком имеет ряд преимуществ:

- обладает низким сопротивлением к воздушному потоку, но высокой степенью очистки;
- отличается высокой производительностью;
- имеет фотокаталитические фильтры высокой степени эффективности;
- эффективно удаляет за один проход (до 99 %) крупную и мелкую пыль и бактериальные загрязнители;
- потребляет мало энергии.

Заключение.

Обеззараживание воздуха в системах вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления, использующих режим рециркуляции, является необходимым требованием соблюдения условий санитарно-эпидемиологической безопасности в помещениях промышленных и общественных зданий с большим скоплением людей при длительном пребывании. Грамотный и рациональный подбор оборудования для систем вентиляции и кондиционирования воздуха – это возможность сделать микроклимат помещения практически идеальным.

Список использованных источников:

1. Сальникова С.Р. Установки для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях // Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: материалы научного семинара, Брест, 21 марта 2019 г. – Брест: УО «БрГТУ», 2019. – С. 16–19.
2. Сальникова С.Р. Необходимость очистки и дезинфекции вентиляционных сетей в процессе эксплуатации // Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21–23 сентября 2011 г.: в 2-х частях – Брест : Брест. гос. техн. ун-т, 2011. – С. 114–116.
3. Соломай Т. В. Воздухообмен, очистка и дезинфекция воздуха в лечебно-профилактических организациях // «Санэпидконтроль. Охрана труда» №1 2016 / Дезинфекция, дезинсекция, дератизация. – 2016.
4. clear-air.ru Дата доступа: 20.03.2020г. Время доступа: 21.40.
5. airlife.ru Дата доступа 15.03.2020г. Время доступа: 17.20.

Галимова Н.П.

К ВОПРОСУ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Электрификация сельского хозяйства БССР началась в 1924–1926 гг., когда в ряде районов были построены электрические станции малой мощности, используемые для электрического освещения. Серьезные изменения в жизни белорусской деревни произошли в 1929–1930 гг. Ноябрьский 1929 г. Пленум ЦК ВКП(б) главное внимание уделил вопросам колхозного строительства, в том числе сельских электростанций, производству электрифицированных машин для переработки сельскохозяйственных продуктов. Для успешного выполнения решений Пленума Совет Труда и Оборона СССР постановлением от 9 ноября 1930 г., № 387, создал на базе акционерного общества «Электросельстрой» Белорусскую республиканскую контору «Союзсельэлектро», на которую было возложено планирование, проектирование и строительство сельских электростанций и сетей. Возглавил новую организацию П.П. Шпак.

Деятельность организации была достаточно успешной, к 1941 г. в республике построили 140 сельских и гидравлических станций. Потребление электрической энергии в сельском хозяйстве достигло 15 млн. кВт ч, в том числе от сельских электростанций 8 млн. кВт ч, от государственных систем — 7 млн. кВт ч (БелГРЭС и Гомельская электростанция).

Еще в ходе Великой Отечественной войны в Москве в соответствии с Постановлением Совета Народных комиссаров от 12 ноября 1943 г., № 50, «О восстановлении и развитии энергетики...» и согласно приказу Главсельхозэлектро НКЗ СССР от 22 ноября 1943 г., № 144, возобновила работу Белорусская контора «Сельэлектро» а с 17 декабря 1943 г. в Новобелице Гомельской области во главе с Замориным Н.К. В июне 1945 г. «Сельэлектро» была реорганизована в Белорусский республиканский трест «Главсельэлектро» НКЗ СССР, с ноября 1948 г. в Белорусский строительно-монтажный трест «Главсельэлектро» МСХ СССР. Задействовали Гомельское областное отделение «Сельэлектро» (с 1 августа 1944 г.); Минское (с 4 августа 1944 г.); Могилевское (с 10 сентября 1944 г.). В 1946 – 1949 гг. новые конторы создали в Витебске, Пинске, Бресте, Бобруйске, Барановичах, Полоцке, Гродно, Молодечно. До октября 1948 г. трест делал все работы, связанные с сельским хозяйством: проектирование, строительство, эксплуатация сельских электроустановок, надзор за работой и техническим состоянием электрохозяйства колхозов и совхозов. [1, с. 41]

В 1949 г. был достигнут довоенный уровень электрификации сельского хозяйства республики. Электрификация проводилась в основном путем возведения маломощных тепловых и гидравлических электростанций с одновременным строительством воздушных линий электропередачи напряжением 6–10 и 0,4 кВ к центру хозяйства и хозяйственным дворам. Параллельно выполнялись электромонтажные работы внутренних силовых и осветительных проводок потребителей. Часто в качестве привода генератора использовались мельничные колеса.

Эти электростанции и линии электропередачи строились за счет колхозов и совхозов, выработанная ими электроэнергия расходовалась преимущественно для электрического освещения и перевода на электропривод отдельных операций сельскохозяйственных процессов. Электростанции строились в тяжелейших

условиях: при острой нехватке механизмов, специалистов. В 1950 г. линии электропередач строились на деревянных опорах, часть воздушных линий напряжением 10 кВ возводились по системе ДПЗ (два провода – земля). Строительство велось с использованием гужевого транспорта, монтажных приспособлений типа ручных лебедок, домкратов, самодельных буров и др. Деревянные опоры устанавливались также вручную с помощью багров и ухватов. [2.]

1957–1960 гг. стали переломными в электрификации сельского хозяйства Беларуси. Возросшие мощности белорусской энергосистемы создали фундамент для сплошной электрификации сельского хозяйства от сетей Государственной энергосистемы. Существенно возросли производственные возможности строительно-монтажных организаций, оснащенных автомобилями и тракторами, специализированными механизмами. Правительство БССР приняло ряд Постановлений в 1960–1965 гг. для интенсификации работ по электрификации сельского хозяйства. Особенно большое значение имели решения о строительстве линии электропередачи и трансформаторных подстанций сельскохозяйственного назначения за счет государственного бюджета, а также об организации Главного управления энергетики и электрификации БССР и передачи ему практически всех функций по электроснабжению народного хозяйства республики, включая сельское хозяйство.

В стране начали создаваться оптимальные структуры эксплуатационных организаций. Центральными службами Главного управления проводилась целенаправленная работа по разработке методических пособий, инструкций по эксплуатации электрических сетей. В эти годы правительством были приняты решения о безвозмездной передаче колхозами и совхозами сельских линий электропередачи предприятиям энергосистемы независимо от их технического состояния. Работы у энергетиков прибавилось. Оценивая высокие темпы электрификации сельского хозяйства, правительство в 1966–1970 гг. поставило задачу к 1967 г. электрифицировать все колхозы и совхозы, а к 1970 г. дома колхозников и рабочих совхозов. Задание было выполнено.

Характерной особенностью этого периода были ежегодные большие объемы сетевого строительства, достигающие в отдельные годы 15–17 км линий электропередачи напряжением 0,4–10 кВ и прием на баланс энергосистемы значительного количества этих сетей от колхозов и совхозов. Для улучшения работы энергосистемы в 1967 г. было принято решение о создании районов, предприятий электросетей. Усиленное внимание уделялось подготовке кадров для районов электросетей и предприятий. Создавались учебные комбинаты для подготовки квалифицированных специалистов.

1970–1980 гг. стали новым качественным этапом в развитии электрификации сельского хозяйства. Основной целью в этот период было повышение надежности и качества электроснабжения. Для этого были определены важнейшие направления работы — совершенствование технологического уровня системы передачи и распределения электрической энергии в сельском хозяйстве; разработка конкретных организационно-технических мероприятий по улучшению схем электроснабжения потребителей и др. За этот период в основном был осуществлен переход линий передач на бетонные опоры, увеличились объемы выпускаемого электротехнического оборудования. Была проведена значительная организационная работа по созданию эффективной системы оперативно-диспетчерского управления электрическими сетями, разработке и внедрению рациональных форм их ремонтно-эксплуатационного обслуживания. Однако из-за недостатка средств объемы капитального ремонта линий электропередач и трансформаторных подстанций уменьшались. В начале 80-х гг.

замедлились темпы роста энерговооруженности труда в сельском хозяйстве. Ослабло внимание к проблемам электрификации сельского хозяйства, развитию генерирующих источников со стороны правительства республики. Одной из причин было переподчинение отрасли в 1970 г. союзному министерству. Отрасль нуждалась в материальных средствах, новых технологиях и новейшем оборудовании.

Список использованных источников:

1. Белорусская энергетическая система. – Минск: ООО «Асар», 2001. – 345с.
2. Отдел промышленности Минского облисполкома // Национальный архив Республики Беларусь. – Ф. 125. – Оп. 3. – Д 1.

Черноиван В.Н., Новосельцев В.Г., Черноиван Н.В., Торхова А.В.

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НЕОШТУКАТУРЕННЫХ СТЕН ИЗ СИКАТНОГО КИРПИЧА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Анализ сложившейся за последнее десятилетие структуры потребления топливно-энергетических ресурсов отраслями экономики Беларуси показывает, что наибольший рост, почти на 9% (до 34% общего их потребления народным хозяйством) имеет место в коммунально-бытовом секторе.

Учитывая, что обеспеченность Республики Беларусь собственными топливно-энергетическими ресурсами составляет около 18% от общего необходимого объема, а стоимость природного газа, закупаемого в России, постоянно увеличивается, проблема снижения теплопотерь через ограждающие конструкции (в первую очередь — наружные стены) эксплуатируемых зданий и сооружений, остается одним из приоритетных направлений деятельности строительного комплекса Республики Беларусь. На практике для снижения теплопотерь через наружные стены, как правило, применяют следующие конструктивные решения:

- увеличение общей толщины ограждающей конструкции;
- крепление дополнительного слоя плитного теплоизоляционного материала к ранее возведенной каменной кладке (легкая штукатурная система);
- варьирование толщины слоев каменной кладки с учетом значения их коэффициента теплопроводности (утепленная кладка на гибких связях).

В Беларуси на протяжении последних 20 лет приоритетным является утепление фасадов дополнительным слоем плитных теплоизоляционных материалов.

Однако, согласно экономических расчетов достаточно высокая стоимость устройства 1 м² легкой штукатурной системы (около 30 USD), а также дополнительные затраты на обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий в утепленных жилых помещениях (устройство системы механической вентиляции), приводят к тому, что на сегодня тепловая модернизация зданий экономически невыгодна, поскольку при существенном снижении продолжительности интенсивного отопительного сезона ввиду изменения (потепления) климата на Земле, и в том числе в Беларуси — **не окупается.**

Учитывая, изложенное выше, можно сделать вывод, что разработка эффективных, окупаемых конструктивно-технологических решений, обеспечивающих снижение теплопотерь через наружные стены зданий, является актуальной проблемой.

Согласно информации, предоставленной КУП «ЖРЭУ» г. Бреста наибольший расход тепловой энергии, приходится на эксплуатируемые кирпичные здания со стенами, наружная верста которых выполнена из силикатного кирпича с расшивкой швов. Анализ информации, предоставленной КУП «ЖРЭУ» г. Бреста, позволил сделать вывод, что увеличение расхода тепловой энергии приходится на годы, в которые средняя годовая относительная влажность наружного воздуха в г. Бресте была близка к 95%. Объяснить это можно тем, что силикатный кирпич имеет достаточно высокий коэффициент водопоглощения по массе – 14...16%.

Натурные исследования технического состояния кирпичной кладки наружных стен эксплуатируемых зданий из силикатного кирпича, выполненные в феврале 2016 года, показали, что фактическое значение влажности материала силикатного кирпича составляет от 8% (ложковый ряд) до 9,3% (тычковый ряд) [3]. Зафиксированная влажность силикатного кирпича почти в 2,5 раза выше нормируемой [1]. Максимальная зафиксированная влажность материала кладочного цементно-песчаного раствора в горизонтальных швах наружной версты кладки близка к 13%, что почти в 3,5 раза выше нормируемых значений [1].

Общеизвестно, что основным показателем эффективности теплотехнических характеристик материала является коэффициент теплопроводности (λ), численное значение которого зависит от плотности, пористости и влажности материала. Чем больше влажность материала, тем выше его теплопроводность. Объясняется это тем, что во влажном материале пустоты заполнены водой и это увеличивает его теплопроводность, поскольку λ воды примерно в 20 раз больше λ воздуха.

При проектировании ограждающих конструкций используют расчетные значения коэффициента теплопроводности материала, которые учитывают условия эксплуатации объекта [1]. Применительно к кирпичной кладке наружных стен из силикатного кирпича расчетное массовое отношение влаги в материале (W) принимается 4%. Коэффициент теплопроводности материала силикатного кирпича плотностью 1800 кг/м³ при такой влажности равен 1,16 Вт/(м·°С).

Выполненные исследования показали, что при зафиксированной максимальной влажности 9,3%, коэффициент теплопроводности материала силикатного кирпича будет близок 1,7 Вт/(м·°С), что почти на 47% больше расчетного значения λ , принятого при проектировании.

Учитывая результаты натурных исследований, а также то, что средняя годовая относительная влажность наружного воздуха в г. Бресте составляет 78% (табл. 3.9 [2]), при этом средняя за год продолжительность солнечного сияния в г. Бресте – 1779 часов (около 74 суток за год) (табл. 3.12 [2]) можно сделать следующий вывод.

Для сохранения расчетных теплотехнических характеристик кирпичных зданий со стенами, наружная верста которых выполнена из силикатного кирпича с расшивкой швов в климатических условиях РБ, необходимо обеспечить снижение водопоглощения силикатного кирпича в процессе эксплуатации.

Анализ существующих технологических решений показал, что наиболее эффективным и достаточно недорогим способом является гидрофобизация. Гидрофобизатор — это раствор, придающий обрабатываемой поверхности низкие адгезионные свойства с молекулами воды (блокирует капиллярный эффект). Гидрофобизатор не заполняет поры, а образует тончайшую пленку на поверхности

вещества, препятствуя заполнению их водой, именно поэтому такое свойство кирпича как паропроницаемость сохраняется.

Для защиты от увлажнения атмосферными осадками кирпичной кладки наружных стен зданий, выполненной из силикатного кирпича с расшивкой швов рекомендуется применять следующие гидрофобные составы.

Силоксил — кремнийорганическое соединение (силиконы) на водной основе. Этот состав не горюч, не имеет запаха и цвета.

Аквасил — кремнийорганическое соединение на основе соды и водного раствора. Срок его службы более 10 лет.

К новому поколению кремнийорганических гидрофобизаторов относятся Гидрошит супер, ГСК-1; ГСК-2.

Все выше перечисленные кремнийорганические гидрофобизаторы представляют собой жидкости, которые в зависимости от объемов работ на кирпичную кладку могут наноситься валиком или распылителем.

Для снижения затрат труда по выполнению гидрофобизации в качестве средств подмащивания рекомендуется применять подвесные строительные люльки. Рекомендуется при работе на зданиях высотой до 30 метров использовать электрифицированную люльку типа ЛЭ-30-250, для зданий высотой до 80 метров — самоподъемную люльку типа ЛС-80-250.

Список использованных источников:

1. ТКП 45-2.04-43-2006* (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2014. – 47 с.
2. СНБ 2.04.02-2000. Строительная климатология (Изменение № 1 СНБ 2.04.02-2000). – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2007. – 33 с.
3. В.Н. Черноиван, В.Г. Новосельцев, Н.В. Черноиван, Ю.А. Седляр. К расчету сопротивления теплопередаче кирпичной кладки неоштукатуренных стен эксплуатируемых зданий // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – № 1(67): Архитектура и строительство. – С. 125–129.
4. В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван, В.Г. Новосельцев, А.В. Черноиван. К вопросу проектирования тепловой изоляции кирпичных стен жилых зданий // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2016. – № 2(98): Водохозяйственное строительство, теплотехника и геоэкология. – С. 134–137.

Новосельцева А.Г.

ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Брестский государственный технический университет, кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов

Температура воды — это величина, характеризующая тепловое состояние воды. Основным ее свойством является то, что она одинакова для всех водных масс, образующих замкнутую систему, если система находится в тепловом равновесии.

В водотоках и водоемах температура воды является результатом нескольких одновременно протекающих процессов: солнечной радиации, испарения, турбулентного теплообмена с атмосферой, переноса тепла течениями, турбулентного перемешивания водных масс и др. Влияет на протекающие в водных объектах

физические, химические и биологические процессы, от которых в значительной мере зависит формирование химического и биологического состава воды, кислородный режим, интенсивность биологических процессов, процессов самоочищения водных объектов и др.

В настоящее время кроме загрязнения водоемов различными вредными веществами, поступающими в них со сточными водами, существует тепловое загрязнение водоемов, вызываемое сбросом в них теплой воды [1].

Тепловое загрязнение — один из видов физического загрязнения среды, характеризующийся периодическим или длительным повышением ее температуры выше естественного уровня. Его характерное проявление для урбанизированных территорий — тепловой «шапки» («острова тепла»), имеющего куполообразную форму. Основными источниками теплового загрязнения являются: выбросы в атмосферу нагретых отработанных газов и воздуха; сбрасывание в водоприемники нагретых сточных вод, отработанных вод ТЭЦ [2].

Воздействие тепловых выбросов на водоемы нарушает водный экологический режим [3]. При повышении температуры происходит изменение газового и химического состава в водах, что ведет к размножению анаэробных бактерий, росту количества гидробионтов и выделению ядовитых газов — сероводорода, метана. Одновременно происходит «цветение» воды, а также ускоренное развитие микрофлоры и микрофауны, что способствует развитию других видов загрязнения. По существующим санитарным нормам температура водоема не должна превышать более чем на 3° летом и 5° зимой, а тепловая нагрузка на водоем не должна превышать 12-17 кДж/м³ [4].

Наиболее опасно тепловое загрязнение водоемов, т.к. водные обитатели не способны регулировать температуру тела. Возможна тепловая гибель рыб, т.к. для каждого вида существует свой интервал температур, наиболее благоприятный для его выживания. При увеличении температуры воды происходит понижение концентрации кислорода. Возможно снижение репродуктивной функции организмов, происходит повышение чувствительности к болезням и снижается устойчивость экосистемы.

В естественных условиях при медленных повышениях или понижениях температур рыбы и другие водные организмы постепенно приспосабливаются к изменениям температуры окружающей среды. Но если в результате сброса в реки и озера горячих стоков с промышленных предприятий быстро устанавливается новый температурный режим, времени для акклиматизации не хватает, живые организмы получают тепловой шок и погибают. Тепловой шок — это крайний результат теплового загрязнения.

Результатом сброса в водоемы нагретых стоков могут быть и другие последствия. Одним из них является влияние на процессы обмена веществ. Согласно закону Вант-Гоффа, скорость химической реакции удваивается с увеличением температуры на каждые 10 °С. Поскольку температура тела холоднокровных организмов регулируется температурой окружающей водной среды, повышение температуры воды усиливает скорость обмена веществ у рыб и водных беспозвоночных. В свою очередь это повышает их потребность в кислороде. В то же самое время в результате повышения температуры воды содержание в ней кислорода падает, тогда как потребность в нем живых организмов возрастает. Возросшая потребность в кислороде, его нехватка вызывает высокий физиологический стресс и даже смерть. В летнее время повышение температуры воды всего на несколько градусов может вызвать 100%-ную гибель рыб и беспозвоночных. Искусственное подогревание воды может существенно изменить и поведение рыб — вызвать

несвоевременный нерест, нарушить миграцию. Так же повышение температуры воды способно нарушить структуру растительного мира водоемов. Характерные для холодной воды водоросли заменяются более теплолюбивыми и, наконец, при высоких температурах полностью ими вытесняются.

По оценке ученых, тепло антропогенного происхождения в настоящее время еще неизмеримо мало по сравнению с теплом, поступающим от Солнца и земных недр, и составляет примерно 0,005% этого количества, и таким образом не может существенно сказаться на тепловом балансе Земли.

Однако мощные источники антропогенных выбросов тепла при условии их высокой концентрации на небольших территориях могут оказывать заметное влияние на тепловой режим этих территорий, пространств, акваторий. Температура воздуха зимой в крупных городах обычно на несколько градусов выше, чем поблизости расположенных небольших населенных пунктов. Также заметно изменяется тепловой режим рек и озер при сбросе в них сточных нагретых вод тепловых электростанций. Это существенно влияет на условия обитания водных организмов и на структуру экологических систем таких водоемов. Таким образом, влияние мощных антропогенных источников тепла на биосферу вполне ощутимо, хотя и имеет локальный характер.

Список использованных источников:

1. Ливчак, И.Ф., Воронов, Ю.В. Охрана окружающей среды. – М: Стройиздат, 1988. – 191 с.
2. Снакин, В.В. Экология и охрана природы: Словарь-справочник. – Москва: Academia, 2000. – 384 с.
3. Мазур, И.И., Молдаванов, О.И. Курс инженерной экологии. – Москва: Высшая школа, 1999. – 447 с.
4. Коробкин, В.И., Перedelский, Л.В. Экология. – Ростов на Дону: Феникс, 2007. – 602 с.

Щербач В.П., Лешко Г.В., Демьянчик В.М.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства, студент строительного факультета группы П-349

В Республике Беларусь международными и национальными экспертами, совместно с органами власти, подготовлен ряд мер по повышению энергоэффективности и выполнению целей устойчивого развития. Подготовлен проект национального обзора жилищного хозяйства, городского развития и землепользования Беларуси. Документ касается всех этапов жизненного цикла строительной деятельности, начиная от землепользования, аренды жилья, ипотеки и процентных ставок и заканчивая градостроительной политикой, экономической безопасностью, энергоэффективностью и развитием зелёных городов.

В Беларуси сегодня существует 277 млн. м² жилья и только 16% удовлетворяют современным характеристикам по термосопротивлению по данным Департамента по энергоэффективности Госстандарта. Из произведённых в Беларуси 63 млн. Гкал

около 23 млн. Гкал потребляет многоквартирный жилой фонд. В настоящее время подписан указ №327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов». Документ определяет условия и механизмы участия собственников помещений в финансировании энергоэффективных мероприятий по снижению потребления тепловой энергии в многоквартирных жилых домах, сокращению затрат на отопление и повышение потребительских характеристик таких домов. Владельцы и собственники помещений будут на добровольной основе путём голосования принимать решения о проведении энергоэффективных мероприятий в своих многоквартирных жилых домах. В частности, предусмотрено, что собственники жилых помещений будут возмещать затраты в размере не менее 50% ежемесячно равными долями в течении 10 лет с момента подписания последнего акта приёмки выполненных работ. Предусмотрены также и механизмы воздействия на жильцов, которые не оплачивают проведение энергоэффективных мероприятий.

При проведении энергоэффективности речь идёт не только об утеплении фасадов, замене окон, но и внедрении автоматического регулирования тепловой энергии, системы дистанционного расчёта, дистанционной передачи данных по потреблению тепла, электроэнергии, горячей и холодной воды, то есть фактически будет реализована система управления домом. Пилотные проекты будут реализованы в Могилёвской и Гродненской областях. Под действие пилотных проектов попадает порядка 200 – 300 домов. По мере реализации энергоэффективных проектов будет формироваться оборотный фонд, куда войдёт 10% отчислений на капремонт и около 10% средств, полученных от приватизации жилья, а также средства полученные от собственников жилья. Эти средства будут накапливаться и направляться на повышение энергосбережения в многоквартирном жилом фонде.

Таким образом предусматривается, что в финансировании энергоэффективных мероприятий возможно доленое участие бюджета и собственников, а также привлечение на эти цели других источников, включая заемные средства, например, МБРР, Европейского инициативного банка. В Республике Беларусь пока ещё не мало проблем в сфере повышения энергоэффективности. Нет опыта эксплуатации высокоэффективного оборудования, устройств дистанционной передачи данных, эксплуатации тепловых насосов. Отсутствует производство солнечных панелей. Однако, учитывая, что белорусские специалисты за последние годы получили определённый опыт в области энергоэффективности, который позволит грамотно ставить задачи и определять пути их достижения.

Клюева Е.В., Янчилин П.Ф.

КАЧЕСТВО ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Брестский государственный технический университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Вопросам влияния качества воздуха в помещениях зданий на самочувствие людей уделяется особое внимание как экологами, врачами, диагностами, так и инженерами-проектировщиками систем вентиляции и кондиционирования воздуха. От качества воздуха зависит физическое состояние человека. При неудовлетворительном качестве воздуха люди чувствуют недомогание, потерю

концентрации внимания, развитие болезней и т.д.. К вредностям, подлежащим ассимиляции системами вентиляции, относятся газообразные загрязнители, выделяемые в процессе дыхания и через поверхность кожи человека (аммиак, сероводород, ацетон и т. п.), а также химические летучие соединения, выделяемые мебелью и отделочными материалами в помещении. В процессе дыхания человека в нормальных условиях изменению концентрации подвержены в основном два компонента воздуха: кислород и углекислый газ.

Основная задача системы вентиляции — осуществление воздухообмена для обеспечения воздушной среды в помещении, отвечающей санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям. Системы вентиляции представляют собой комплекс инженерных устройств, включающих воздушный тракт (воздуховоды), оборудование для обработки и транспортировки воздуха, а также сетевое оборудование (воздухоприемные, воздухораспределительные устройства, дроссель-клапаны и др.) [1].

Микроклимат — совокупность факторов определяющих метеорологическую обстановку в помещении. К этим факторам относятся температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха. Допустимые параметры микроклимата — такие сочетания перечисленных параметров, которые при длительном воздействии могут вызвать некоторое напряжение системы терморегуляции человека, но при этом не возникает нарушений в состоянии его здоровья. Оптимальные параметры микроклимата — такие сочетания перечисленных параметров, которые обеспечивают постоянное ощущение комфорта [2].

Одним из основных показателей комфорта помещений является состав и чистота (качество) воздуха. Качество воздуха в помещении зависит от многих факторов: качества наружного воздуха; наличия в помещении источников загрязнений, мощности и расположения этих источников; способа и конструкции системы вентиляции и кондиционирования воздуха, способов управления и надежности эксплуатации этих систем и т. п. На практике по количеству CO_2 принято судить о чистоте воздуха в помещениях и степени их вентиляции.

Человек в час вдыхает и выдыхает в среднем 500 л воздуха. Выдыхаемый воздух содержит в процентах по объему кислорода — 15 %, азота — 79 %, углекислоты — 5 %, прочих газов — 1 %. При этом углекислота не является вредной даже при содержании ее в воздухе до 4 % по объему. Однако в результате жизнедеятельности организма одновременно с углекислотой выделяются вредные продукты: пары различных органических кислот, сероводород, аммиак и т.д., что дает основание рассматривать углекислоту как критерий для суждения о чистоте воздуха и пригодности его для дыхания. Исходя из этого, предельное содержание углекислоты в воздухе принимается не более 0,2 % [5].

Незначительное повышение концентрации углекислого газа вызывает у людей ощущение «спертости» воздуха, духоты. Отчетливо чувствуется это, когда человек заходит с улицы в помещение. Но наш дыхательный центр пластичен и уже спустя 10 минут мы перестаем это замечать. При более значительном повышении концентрации симптомы становятся хуже: «тяжелая» голова, головокружение, головные боли, и вплоть до необратимых изменений в организме человека. Одновременно большинству знакомо ощущение духоты в помещении и связанные с этим симптомы, т.е. усталость, сонливость, раздражительность. Такое состояние многие связывают с нехваткой кислорода. На самом деле, это симптомы вызваны превышением уровня углекислого газа и других вредных продуктов в воздухе. Кислорода еще достаточно, а углекислота уже в избытке. Сегодня уровень концентрации CO_2 в общественных и жилых помещениях служит основным показателем качества воздуха, по которому

можно судить о других загрязнителях и о том, насколько хорошо работает вентиляционная система в здании. Например по содержанию CO_2 можно судить и о количестве бактерий в воздухе. Чем больше углекислого газа, тем хуже справляется вентиляция и тем больше в воздухе разных бактерий и грибков. Особенно актуально это для зимнего периода, когда интенсивность вентиляции падает, а количество респираторных инфекций растет. [7].

При исследовании работы и технического состояния системы естественной вытяжной вентиляции в некоторых помещениях общественных и жилых зданий студгородка БрГТУ были проведены замеры концентрации CO_2 в воздухе помещений.

Рассматриваемые помещения относятся к 1-й и 2-й категории по классификация помещений общественного и административного назначения принятой в межгосударственном стандарте ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»:

- помещения 1-й категории: помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха;
- помещения 2-й категории: помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебной. [4].

Влияние углекислого газа на организм человека согласно санитарно-гигиеническим исследованиям зависит от его концентрации в воздухе. При концентрации CO_2 менее 800 ppm воздух высокого качества. Физиологи нормальным уровнем CO_2 считают 600-800 ppm. Хотя некоторые единичные жалобы на духоту возможны и при указанной концентрации. При 800-1000 ppm воздух среднего качества — появляются жалобы, у людей, страдающих астмой, могут участиться приступы. На уровне 1000 ppm каждый второй ощущает духоту, вялость, снижение концентрации, головную боль. Нижняя граница допустимой нормы 1000-1400 ppm — появляется вялость, проблемы с внимательностью и обработкой информации, тяжелое дыхание, проблемы с носоглоткой. Выше 1400 ppm воздух низкого качества — сильная усталость, безынициативность, неспособность сосредоточиться, сухость слизистых, проблемы со сном. [6].

В жилых помещениях и учебных заведениях оптимальным уровнем концентрации CO_2 в помещении принимается диапазон: 800-1000 ppm. Отметка на уровне 1400 ppm — предел допустимого содержания углекислого газа в помещении. Если его больше, то качество воздуха считается низким. Ведь чем ниже качество воздуха, тем сложнее сосредоточиться и справиться с учебной нагрузкой. При концентрации 2000 ppm количество ошибок в работе сильно возрастает и значительная часть сотрудников и учащихся (70%) не могут сосредоточиться на работе. [3].

В последние годы физиологи-исследователи предлагают обновить допустимые пределы, но данные изменения повлияют на окончательную стоимость устройства вентиляции, чем ниже норма CO_2 , на которую ориентируются строители, тем дешевле обходится устройство вентиляции.

Чтобы выявить, соответствует ли качество воздуха в аудиториях второго корпуса Брестского государственного технического университета нормативному, был проведен эксперимент, в ходе которого выявлено, что за время учебного занятия (1,5 часа) диапазон концентрации углекислого газа в воздухе находится в пределах от 700 ppm до 2500 ppm. Сравнение фактических и нормативных значений концентраций CO_2 представлены на рис.1 [8].

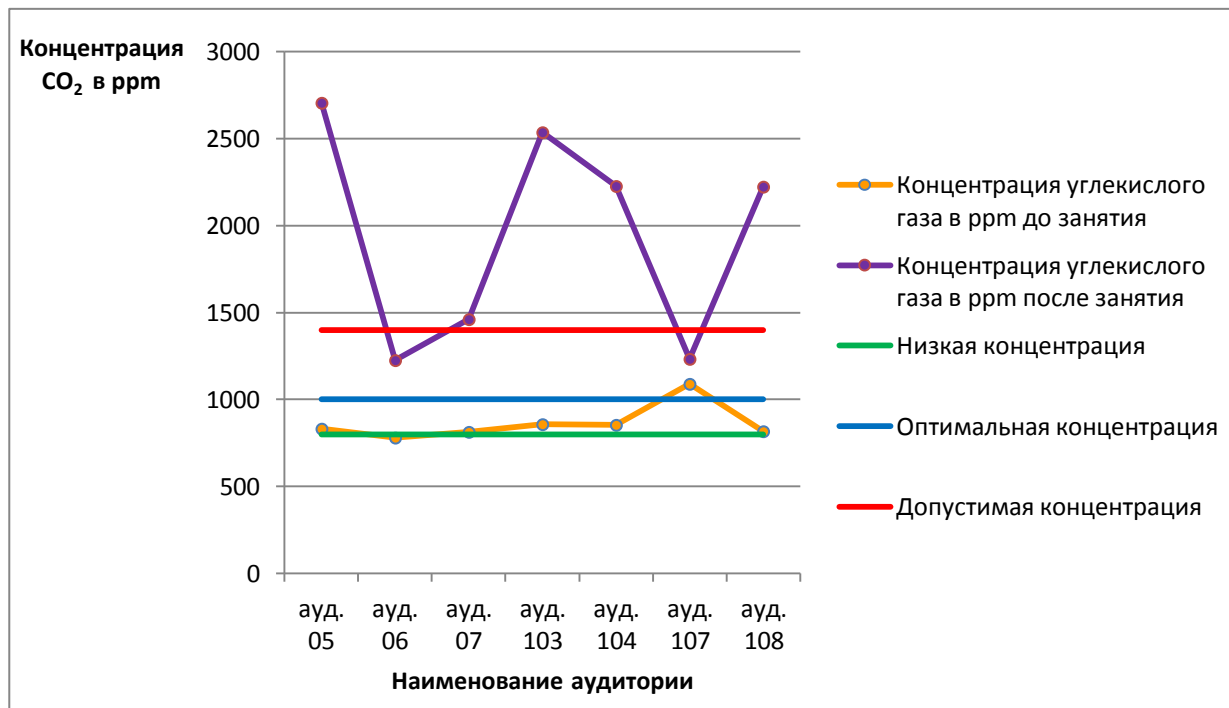


Рисунок 1. Сравнение фактических и нормативных значений концентраций CO₂ в аудиториях учебно-лабораторного корпуса №2 БрГТУ.

Из графика видно, что качество воздуха в аудиториях не соответствует нормам. Это обусловлено тем, что:

1. окна в помещениях не предусматривают инфильтрацию воздуха, чем усугубляют работу систем вентиляции;
2. существующая система естественной вентиляции не обеспечивает допустимого воздухообмена;
3. кабинеты редко проветриваются.

Рекомендуемые длительности проветривания учебных аудиторий, в зависимости от температуры наружного воздуха и продолжительностью перемен приведены в таблице 1 [9].

Таблица 1. Длительность проветривания учебных помещений

Наружная температура воздуха (в °С)	Длительность проветривания помещений (в мин)	
	в малые перемены	в большие перемены и между сменами
От + 10 до + 6	4-10	25-35
От + 5 до 0	3-7	20-30
От 0 до - 5	2-5	15-25
От -5 до - 10	1-3	10-15
Ниже -10	1-1,5	5-10

Чтобы воздух в помещениях соответствовал нормам ПДК по CO₂ необходимо обеспечить постоянный приток свежего воздуха, который будет вытеснять CO₂ и другие вредные выделения и обеспечит оптимальный воздухообмен в помещении. Также рекомендуется проверить работоспособность системы вытяжной вентиляции. По возможности, установить компактную приточную систему с возможностью рециркуляции воздуха.

Проверка качества воздуха в жилых помещениях зданий студенческого городка БрГТУ выявила, что диапазон концентрации углекислого газа в воздухе находится в

пределах от 500 ppm до 900 ppm. Данные о концентрациях углекислого газа в комнатах и их сравнение с нормативными значениями представлены на рис.2.

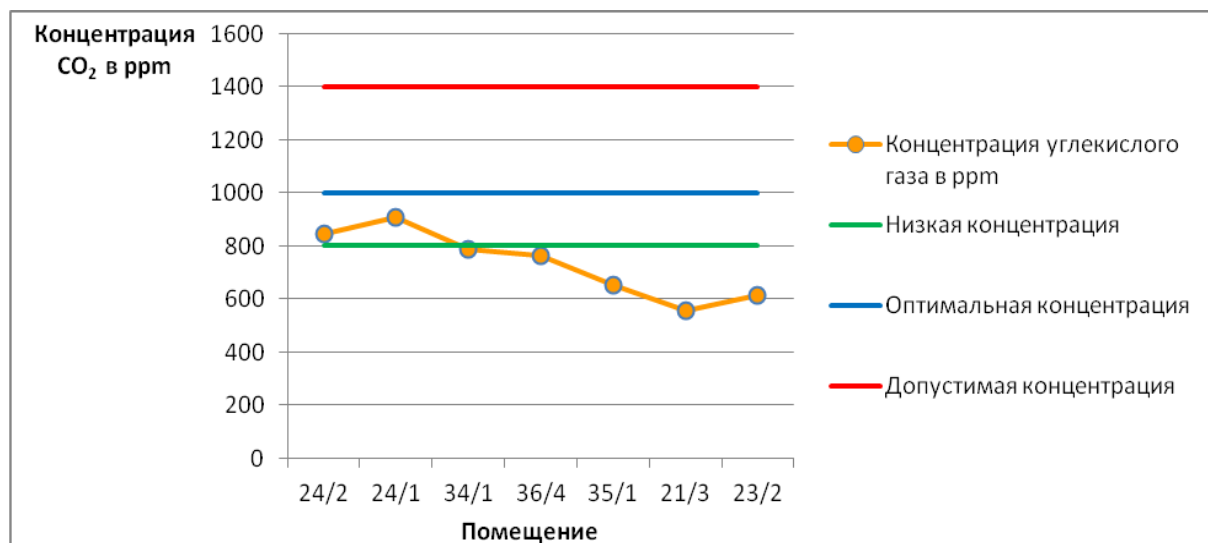


Рисунок 2. Сравнение экспериментальных и нормативных значений концентраций CO₂

Из графика видно, что качество воздуха в жилых помещениях общежития №4 БрГТУ соответствует нормам. Необходимо отметить, что измерения проводились в проветриваемых помещениях.

Список использованных источников:

1. Инженерные сети. Оборудование зданий и сооружений. Е.Н. Бухаркин, В.М. Овсянников, К.С. Орлов и др.; Под ред. Ю.П. Соснина. – М.: Высшая школа, 2001. – 415 с.
2. Хрусталёв Б.М. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. проф. Б.М. Хрусталёва – М.: Издательство АСВ, 2007. – 784 с.
3. Нормы CO₂ [Электронный ресурс] / TION. Режим доступа: <https://tion.ru/blog/normy-co2/>. – Дата доступа: 17.03.2020.
4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
5. Сальникова С.Р. Влияние концентрации углекислого газа на умственную способность человека // Материалы научного семинара «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях», Брест, 20 марта 2015г. – Брест : РУПЭ «БРЕСТЭНЕРГО», 2015. – С. 29–32.
6. Копьев С.Ф., Качанов Н.Ф. Основы теплогазоснабжения и вентиляции. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1964.
7. <https://econet.ru/articles/80350-kogda-dushno-dushnoe-pomeschenie-i-giperkapniya>. – Дата доступа 09.03.2020.
8. Бойко С.В., Матлашук Д.В. Исследование качества воздуха в помещениях общественных зданий. Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 21 марта 2019 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: РУПЭ «БРЕСТЭНЕРГО», 2019. – С. 121–123.
9. График проветривания учебных помещений [Электронный ресурс] / schools.by. Режим доступа: <https://kopisskiygupk.schools.by/pages/grafik-provetrivaniya-uchebnyh-pomeschenij> – Дата доступа: 09.03.2020.

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ МАЛООТАПЛИВАЕМОГО ЗДАНИЯ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства

Известно, что недра земли кроме природных богатств, хранят в себе значительные залежи энергетических и тепловых ресурсов. Температура грунта на глубине 5-10 м от поверхности земли имеет всегда почти постоянную положительную температуру плюс 8-10°C, а в некоторых местах она может достигать 25-30°C. Например, в Брестской области создан тепличный комплекс для выращивания овощей с использованием тепловых источников в грунте.

Большие перспективы развития южной части Камчатского края связаны с наличием больших запасов подземных геотермальных вод вулканического происхождения. На их базе построены несколько электростанций, эффективно развивается сельское и парниковое хозяйства. Геотермальные воды используются для отопления жилых и общественных здания, развития сети лечебных и культурно-оздоровительных учреждений, туризма, рыбного хозяйства и других отраслей. То же осуществляется в Японии на Курилах.

Так, если с поверхности залегает слой сезонного промерзания-оттаивания грунта (для Бреста он составляет 0,8 м), то ниже его располагается достаточно теплоемкий и теплопроводный грунт, имеющий всегда положительную температуру. Например, песок плотностью $\gamma = 1,6 \text{ т/м}^3$, влажностью $W = 25\%$ имеет удельную теплоемкость $C = 1,86 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$ и теплопроводность $\lambda = 1,1 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$, глина плотностью $\gamma = 1,6 \text{ т/м}^3$, влажностью $W = 27\%$ имеет $C = 1,94 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$ и $\lambda = 0,91 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$. При плотностях $\gamma = 1,8 \text{ т/м}^3$ и при тех же влажностях $W = 25\%$ и 27% песок имеет $C = 1,86 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$ и $\lambda = 1,43 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$, а глина – $C = 0,5 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C}$ и $\lambda = 1,155 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$ [1]. Следовательно, возможен обогрев теплом от грунта малоотапливаемых зданий, эксплуатационная температура воздуха в которых не превышает 0-2°C. К таким зданиям могут относиться овощехранилища (во избежание порчи продукции при более высоких температурах воздуха в них), склады, гаражи и прочие объекты, высокая температура в которых просто не нужна.

Систем отопления зданий насчитывается большое количество. Они могут быть центральными, местными, панельными (лучистыми); водяными, паровыми, воздушными и комбинированными; низко- и высокотемпературными [2,3]. Все они обладают как определенными достоинствами — это комфорт, теплота, уют, так и существенными недостатками — это металлоемкость, дороговизна, инертность, сложность монтажа и сравнительно низкая эффективность.

Нами предлагается дешевая, наиболее экономична и не пожароопасная система отопления здания (рис.1), предназначенная, преимущественно, для обогрева малоотапливаемых зданий с использованием тепловой энергии грунта [4].

Система содержит вертикальные трубы 1 с закрытыми торцами. Нижний конец труб 1 погружен в грунт 2 ниже его сезоннооттаивающего слоя 3, в пределах которого наружная поверхность труб 1 покрыта теплоизоляцией 4. Верхний конец труб, размещенный над грунтом, соединен с теплообменными аппаратами 5, а сама полость труб 1 заполнена жидким теплоносителем, например, керосином 6. На наружной поверхности труб 1 выполнены опорные части 7 для опирания элементов ограждающих конструкций 8 и кровли 9. В полость труб 1 могут быть вмонтированы трубчатые нагреватели или охладители 10 для дополнительного подогрева

теплоносителя в период критических ситуаций (температура в помещении ниже предельно допустимой) или охлаждения в летний период времени (температура воздуха выше предельно допустимой). Трубы 1 могут выполнять роль несущих конструкций — свай.

Система работает следующим образом. Под действием разности температур грунта 2 более 0°C и воздуха в помещении ниже 0°C происходит естественная конвекция керосина 6. Нагретый, а, следовательно, более легкий керосин 6 поднимается в верхнюю часть трубы 1, а затем в теплообменные аппараты 5. Охлаждаясь в них и увеличивая свою плотность, керосин 6 опускается в нижнюю часть трубы 1. Этот процесс длится непрерывно. Непрерывно и переносится тепло от грунта 2 к теплообменным аппаратам 5, а затем и в помещение здания. В случае критических ситуаций (температура в помещении ниже предельно допустимой) керосин 6 может дополнительно нагреваться от трубчатых нагревателей 10, устанавливаемых в трубах 1. При этом перенос тепла в грунт будет отсутствовать, так как конструкция автоматически запирается (более теплый и легкий керосин 6 остается в верхней части трубы 1). Процесс обогрева зданий происходит автоматически и длится непрерывно.

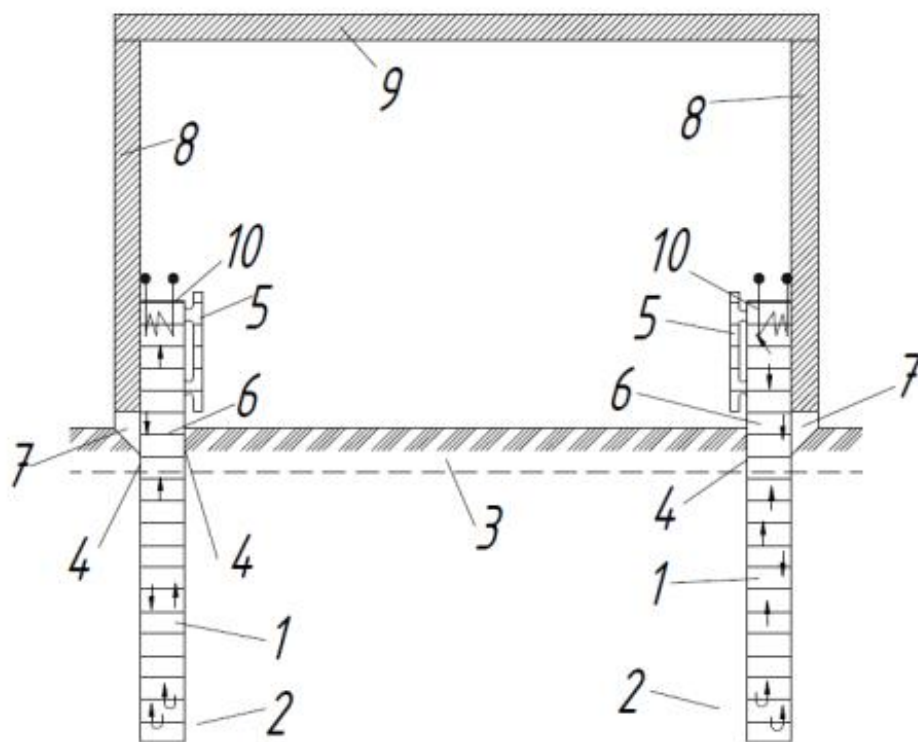


Рисунок 1. Предлагаемая система отопления здания.

Таким образом, отопление здания осуществляется за счет естественной конвекции теплоносителя под действием разности температур воздуха в помещении и грунта ниже слоя сезонного оттаивания.

Выполнение системы отопления описываемым образом обеспечивает ее экономичность и отсутствие пожароопасности. Кроме того, отдельные конструктивные элементы системы (трубы) могут использоваться и по иному назначению, например, в качестве несущих элементов (свай), что значительно удешевляет стоимость отопления. Система не сложна в изготовлении, проста в эксплуатации и доступна для применения. Может быть эффективно использовано при

наличии подземных теплоисточников, а также в торфяниках, подвергающихся гниению и выделяющих значительное количество тепла.

Список использованных источников:

1. Кузнецов И. К., Филиппов Г. С. Строительство промышленных сооружений в районах вечномёрзлых грунтов. – М.: Стройиздат, 1972. – 191 с.
2. Богословский В. Я. и др. Отопление и вентиляция. – М.: Стройиздат, 1970. – 48-49 с.
3. Челноков А. А., Ющенко Л. Ф., Охрана труда. Учебное пособие. – Мн. Вышэйшая школа, 2009 – 464 с.
4. А. С. СССР №863959 «Система отопления здания». Авт. Чернюк В. П. др. М. Кл³ F 24D 7/00. Заявл. - 12.12.1979. Оpubл. - 15.09.1981. БИ №34.

Игнатюк Т.В., Игнатюк Е.В., Конон Е.В.

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-14

28 апреля был объявлен Международной организацией труда Всемирным днем охраны труда. Празднование Всемирного дня охраны труда берет начало от Дня памяти погибших сотрудников предприятий при исполнении своих обязанностей. Впервые, такой день, был проведён американскими и канадскими трудящимися в 1989 году в память о работниках, погибших и пострадавших на работе. Международная конфедерация свободных профсоюзов и другие всемирные федерации профсоюзов сделали этот день всемирным мероприятием, расширив его границы для привлечения внимания мировой общественности к масштабам проблемы, а также к тому, каким образом продвижение культуры охраны труда может способствовать снижению ежегодной смертности и травматизма на рабочем месте. Международный день памяти погибших и пострадавших работников сейчас проводится более чем в ста странах мира, включая Беларусь.

Стараясь усилить внимание к масштабам и последствиям несчастных случаев и заболеваний, связанных с трудовой деятельностью, МОТ поддерживает на всех уровнях действия, направленные на укрепление Охраны труда на производстве.

Сбор достоверной информации важен для определения приоритетов и совершенствования профилактических программ, реализуемых как на национальном уровне, так и на рабочих местах. Поскольку данные о несчастных случаях и заболеваниях, связанных с трудовой деятельностью, имеют важное значение для их профилактики, существует необходимость совершенствования систем регистрации и уведомления, а также сбора и анализа на национальном уровне данных по охране труда. Это позволит странам получить более правдивые показатели эффективности национальных систем охраны труда и определить, какие связанные с охраной труда проблемы в первую очередь требуют выделения ресурсов, объем которых зачастую бывает ограничен.

Есть определённые отрасли, где риск получения производственной травмы и количество случаев с летальным исходом гораздо выше. К такой группе относится строительная сфера, которая включает множество операций, производимых вручную или механизированным способом, высотные работы (риск падения с крыш, строительных лесов, лестниц и т.д.), земляные работы (обрушение стенок котлована, эксплуатация землеройно-транспортных машин), применение подъёмных механизмов (кранов и строительных лебёдок), использование электрооборудования и ручных инструментов, а также транспортных средств на строительной площадке, труд в неблагоприятных погодных условиях (дождь, снег, отрицательная температура воздуха и пр.). Процесс строительства включает в себя все организационные, изыскательские, проектные, строительные-монтажные и пусконаладочные работы, связанные с созданием, изменением или сносом объекта.

Из-за особенностей работы на строительной площадке условия труда на рабочих местах очень часто меняются, изменяя и профессиональные риски, которым подвергаются работники.

МОТ уже давно осознает необходимость разработки специальных мер для строительной промышленности. В 1937 году была принята первая Конвенция для строительной промышленности. В 1988 году была принята Конвенция по охране и гигиене труда в строительстве (№167) и рекомендации к ней (№175). Документы отражали необходимость разностороннего подхода к решению некоторых проблем охраны труда в строительстве. Одной из ключевых проблем, получивших отражение в Конвенции, была необходимость планирования и координации мер по охране труда на строительной площадке. Так, например, в документе разъяснялось, что в случае, если на строительной площадке одновременно работает несколько подрядчиков, то основная ответственность за безопасность и здоровье людей возлагается на главного подрядчика, но каждый работодатель при этом несёт ответственность за меры безопасности по отношению к работникам, находящимся под его управлением.

Для обеспечения безопасности важно, чтобы проектная документация была составлена верно, вся техника была в исправном состоянии, отвечала требованиям по охране труда, пожарной и промышленной безопасности.

Качественные материалы — это тоже залог надёжности строительных конструкций, а значит и условий труда.

Изучение и неукоснительное выполнение правил охраны труда и техники безопасности является обязательным требованием для каждого работающего в строительстве. Весь персонал, начиная от рабочих и заканчивая инженерами, должен руководствоваться нормативными и техническими нормативными правовыми актами (основной из которых — Правила по охране труда при выполнении строительных работ, утверждённые Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 31 мая 2019 г. № 24/33).

Одним из возможных шагов в направлении обеспечения безопасности работников на рабочем месте должно служить обучение, информирование и консультирование работников.

В обязательном порядке ответственные лица (руководители, администрация) должны проводить инструктаж, обучение работников, а также проверять их знания по охране труда.

Важность инструктажей трудно переоценить. Инструктаж — это одна из форм обучения работника безопасности труда. Инструктаж на рабочем месте предполагает ознакомление работника с характером предстоящей работы, ее особенностями,

вредными и опасными производственными факторами и доведение до персонала содержания основных требований к организации безопасного труда и соблюдению правил безопасности. Обучают персонал по специальным программам, которые разработаны конкретно для строительной сферы.

Инструктажи оформляются документально, с соответствующими записями (в ведомостях, журналах) с ознакомлением сотрудника под роспись.

Проверка знаний должна производиться на основании нормативов и в соответствующие сроки.

При всём при том, необходима не только информация об опасностях, озвученная на инструктажах, но и тренировка работников по безопасному выполнению тех или иных работ или действий.

Согласно требованиям стандарта OHSAS 18001:2007 для обеспечения безопасности работы и (или) выполнения безопасных действий в общем случае необходимо чтобы персонал был осведомлён о рисках для здоровья и безопасности, о своей роли и ответственности, имел необходимый уровень компетентности при выполнении задач, связанных с угрозой для здоровья и безопасности, был обучен в необходимой степени для достижения требуемого уровня осведомлённости (компетентности).

Чтобы работник лучше усвоил нормы и требования охраны труда, необходимо сделать специальные памятки.

Ежедневно перед началом рабочей смены на стройплощадке лицо, ответственное за охрану труда (мастер, прораб), проверяет условия труда на рабочем месте. Если обнаружены какие-либо нарушения, то необходимо разработать и принять меры по их устранению.

Ежемесячно, совместно с инженером по охране труда, проводится проверка соблюдения норм и требований по охране труда, нормативов по санитарии, исправности техники и других механизмов. Также обращается внимание на своевременность и качество проведения инструктажа работников по охране труда, наличие средств индивидуальной защиты и правильность их использования работниками. При необходимости выдаются недостающие средства индивидуальной защиты, в том числе спецодежда.

Ежеквартально, совместно с инженером по охране труда и одним из представителей руководства (директор, главный инженер) нужно контролировать состояние зданий, сооружений, дорог, инженерных сетей, своевременность и качество обучения и инструктажа работников по вопросам охраны труда, обеспеченность работников средствами индивидуальной защиты и организация ухода за ними, наличие и состояние средств коллективной защиты (блокировки, защитные экраны, знаки безопасности и т.п.), а также выполнение планов и мероприятий по результатам предыдущих проверок.

Результаты любой проверки необходимо заносить в соответствующие документы (журналы, акты).

Специалисты по охране труда на предприятии должны постоянно контролировать выдачу средств индивидуальной защиты, а также соблюдение работниками личной гигиены, качество питьевой воды, условия в комнатах приёма пищи, а также соблюдение трудовой, производственно-технологической, исполнительской дисциплины и режима труда и отдыха.

В организации должны проводиться организационные, гигиенические и санитарно-технические мероприятия по созданию оптимальные условия труда. К таким мероприятиям относятся создание на рабочих местах нормальной воздушной

среды, освещенности, устранение вредного воздействия вибрации и шума, предупреждение профессиональных заболеваний, оборудование необходимых бытовых и санитарных помещений. Важное значение имеет правильная организация труда, в том числе организация рациональных режимов труда и отдыха рабочих.

Рациональный режим труда должен обеспечивать правильное чередование периодов труда и отдыха в соответствии с характером и тяжестью труда, способствовать поддержанию устойчивой работоспособности, обеспечивать высокую производительность труда. С этой целью на протяжении рабочего дня вводятся регламентированные перерывы на отдых.

Важно также соблюдать противопожарный режим, чтобы повысить уровень пожарной безопасности.

Национальная культура охраны труда — это уважение права на безопасные и здоровые условия труда на всех уровнях, когда правительства, работодатели и работники активно участвуют в обеспечении безопасной и безвредной для здоровья производственной среды, четко определяя права и обязанности, и когда наивысший приоритет отдаётся принципу профилактики.

Успех работы всего предприятия, а главное — жизни людей напрямую зависит от соблюдения требований охраны труда, начиная от разработки проекта и заканчивая сдачей готового объекта.

Список используемых источников:

1. Профессиональные риски в строительстве [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.trudcontrol.ru/press/publications/207/professionalnie-riski-v-stroitelstve/>
Дата доступа: 18.03.2020.
2. Эффективность проведения студенческих научных конференций /Г. В. Игнатюк, Г. В. Лешко, Е. В. Игнатюк // Материалы научного семинара «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях» / УО «Брестский государственный технический университет». – Брест, 2019.

ПУБЛИКАЦИИ СТУДЕНТОВ

ОБРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Северянин В.С., д.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Человеческая деятельность всегда влияет на окружающий мир. Научно-технический прогресс привел к тому, что человечеству пришлось решать проблемы, связанные с резкими негативными изменениями, вызванными антропогенной нагрузкой (проблемы, связанные с резкими негативными изменениями, вызванными человеческой деятельностью) [1].

Одной из серьезных экологических проблем на данный момент является загрязнение окружающей среды промышленными, потребительскими и опасными отходами.

Сконцентрированные в отвалах и несанкционированных свалках отходы являются источником загрязнения атмосферного воздуха, грунтовых и поверхностных вод, почвы и растительности [2].

Что такое антропогенные отходы?

Антропогенные отходы — это различные вещества, бывшие в употреблении и оказывающие негативное влияние на окружающую среду. Восстановление таких веществ не всегда является целесообразным.

В отличие от природных загрязнителей, антропогенные отходы являются наиболее агрессивными загрязнителями естественной среды атмосферы, гидросферы и литосферы, приводя к таким явлениям, как кислотные дожди, парниковый эффект, смоги крупнейших городских агломераций.

Любая антропогенная деятельность сопровождается отходами, количество и качество которых зависят от технического совершенства, но никогда не равно нулю [1].

Антропогенные отходы делятся на:

1. Твёрдые бытовые отходы (ТБО) — это вещества органического и минерального происхождения [3]. Они подразделяются на влажные (кожура от фруктов и овощей, скорлупа, остатки еды и т.д.), сухие (пакеты, одноразовые столовые приборы и т.д.) и те, которые в последствии можно ещё переработать (картон, бумага и т.д.).
2. Твёрдые промышленные отходы (ТПО) — неиспользованные остатки сырья, которые применяют в производственных процессах [3]. Последующие использование такого мусора бессмысленно, вследствие этого специалисты активно разрабатывают современные технологии сортировки и переработки сырьевых остатков.

Способы обработки отходов.

Прежде, чем что-то делать с отходами, их необходимо отсортировать. Применение промышленного мусора нецелесообразно, поэтому активно разрабатываются современные технологии сортировки. Затем — транспортировка отсортированного мусора в обособленные сборники для дальнейшей переработки. Мусор может храниться на полигонах и свалках, но в то же время он наносит ущерб окружающей среде.

Общепринятым считается термическое воздействие на отходы с целью их обезвреживания или последующего использования [1].

Следующим шагом является утилизация — это изменение материалов с целью повторного применения. Она помогает сберечь природные ресурсы и эффективно использовать материалы.

Распространенные способы:

- Сжигание. Способ переработки, распространяющийся в основном на малоопасные промышленные отходы. Отработки сжигают на полигонах, в установках, находящихся на территории предприятий, образовавших отходы или мусороперерабатывающих заводах.
- Компостирование. Обычное захоронение ТБО, которое подвергается разложению естественным способом, вследствие получают ценное удобрение;
- Плазменная переработка. Мусор прессуется и подвергается процессу сушки для получения гранулированной массы, которая помещается в реактор, находясь в специальных емкостях. При помощи плазменной струи гранулы становятся газообразными, т.е. уничтожаются.
- Вторичная переработка представляет собой процесс, при котором повторно используются отходы или возвращается в хозяйственный оборот мусор (после дезинфекции, очищения).

Проблемы утилизации предполагают использование прогрессивных технологий. Одной из них является рекуперация. Она позволяет вторично использовать отработанные материалы, получать электроэнергию, не нанося вред природе. Пластик — удобный, но неэкологичный вид упаковки, которую мы используем каждый день. Он не разлагается в природных условиях и накапливается в больших количествах, что приносит огромный вред природе и человеку.

Большое количество пластикового мусора попадает в океан, где со временем распадается на мелкие кусочки. Такой мусор глотают морские животные и птицы, что приводит к их гибели. В Беларуси с 2021 планируют запретить некоторые виды пластика в сфере общепита. В 2023 планируют отказаться полностью от пластика.

Этапы и методы переработки пластиковых отходов.

Переработка пластика состоит из нескольких этапов [4]:

- сбор;
- сортировка (по цвету, по качеству, чистые/грязные отходы);
- прессование;
- собственно переработка (резка, промывка, сушка, производство регранулята);
- производство новой продукции.

Существуют следующие способы переработки пластика.

1. Пиролиз — термическое разложение веществ в присутствии кислорода или без него.

2. Гидролиз происходит под действием экстремальных температур и давления. Этот способ использования отходов энергетически более выгодный, чем пиролиз, т. к. в оборот возвращаются высококачественные химические продукты.

3. Гликолиз — деструкция протекает при высоких температурах и давлении в присутствии этиленгликоля и катализатора до получения чистого продукта. Этот способ более экономичен, по сравнению с гидролизом.

4. Метанолиз (самый распространённый) — расщепление отходов с помощью метанола.

5. В настоящее время самым приемлемым методом переработки остаётся механический рециклинг — вторичная переработка (не требует дорогого специального оборудования и может быть реализован в любом месте накопления отходов).

Список использованных источников:

1. Вестник БрГТУ. 2019. №2. Северянин В.С. «Обработка Антропогенных ОТХОДОВ».
2. <https://ru-ecology.info> – Экология. Справочник.
3. <https://bezotxodov.ru> – Утилизация и переработка мусора.
4. <http://www.cleandex.ru/> – Проект в области чистых технологий.

Вершко А.В., Янущик Т.А.

ВИДЫ РЕКУПЕРАТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Брестский государственный технический университет, студентка факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Рекуперация (от латинского *recuperation* — «обратное получение») — возвращение части материалов или энергии для повторного использования в том же технологическом процессе [1].

Виды рекуператоров: роторный; пластинчатый; с промежуточным теплоносителем; камерный; тепловые трубки.

Роторный рекуператор — устройство в форме цилиндра, заполненный слоями гофрированной стали продольно, ими оснащаются вентиляционные установки на основании осевого направления. Принцип и механизм действия работы роторного оборудования основаны на вращательных движениях барабана рекуператора, пропускающего первоначально тёплый, а затем и холодный воздух.

Достоинства роторного рекуператора:

- Высокий КПД передачи тепла (63-87%);
- Компактность;
- Возможность регулирования скорости оборотов ротора;
- Отсутствие обмерзания.

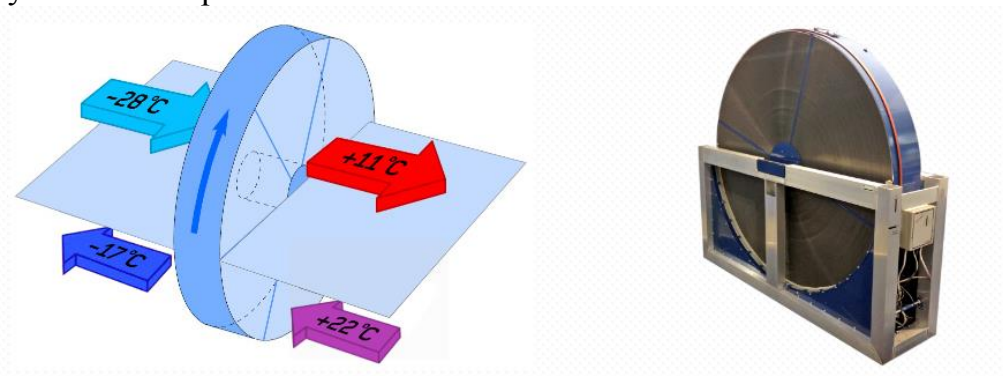


Рисунок 1 – Роторный рекуператор.

Недостатки роторного рекуператора:

- Большие размеры;
- Ротор — сложный движущийся механизм, который подвержен износу, соответственно и вырастут эксплуатационные расходы;

- Воздушные потоки контактируют;
- Нужен отвод конденсата;
- Крепление ПВУ в одном положении.

Пластинчатый рекуператор состоит из пластин. Между пластинами обычно рёбра жёсткости, также выполняющие роль направляющих воздушного потока. Воздух внутри рекуператора движется в большинстве случаев крест на крест. Такие рекуператоры называют перекрёстно-точные. Также встречаются схемы с параллельными потоками, и противоточные схемы [1].

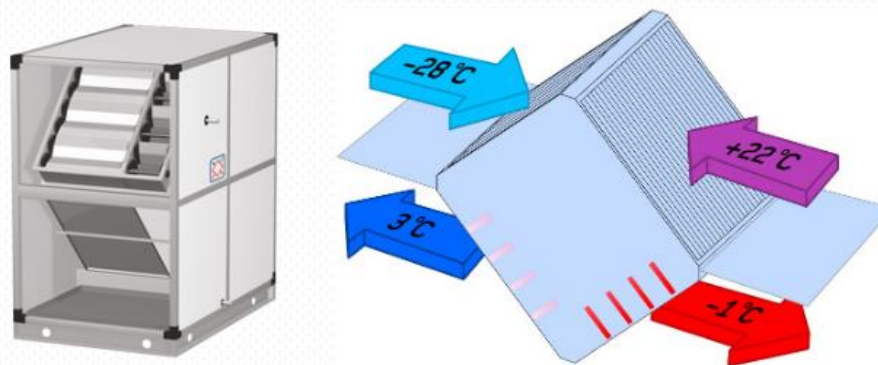


Рисунок 2 – Пластинчатый рекуператор.

Пластинчатые рекуператоры делают из нескольких самых распространённых материалов: алюминий; бумага; мембрана.

Достоинства пластинчатого рекуператора:

- Воздух не смешивается;
- Невысокая цена относительно других типов рекуператоров;
- Не требует большого количества электроэнергии.

Недостатки пластинчатого рекуператора:

- Не применяется для помещений с повышенной влажностью воздуха (от 60%);
- Есть возможность замерзания;
- Снижение КПД рекуператора из-за движения воздуха по байпасной линии без нагрева;
- Большие габариты;
- Подвержен механическим повреждениям.

Рекуператоры с промежуточным теплоносителем. Теплоноситель чаще всего вода или водные растворы гликолей. Такой рекуператор состоит из двух теплообменников, соединённых между собой трубопроводами с насосом для циркуляции и арматурой. Один из теплообменников помещён в канал с потоком вытяжного воздуха и получает теплоту от него. Теплота через теплоноситель с помощью насоса и труб переносится в другой теплообменник, расположенный в канале приточного воздуха. Приточный воздух воспринимает это тепло и нагревается [2]. Смешивание потоков в этом случае полностью исключено, но из-за наличия промежуточного теплоносителя коэффициент эффективности этого типа рекуператора относительно низок и составляет 45-55%. На эффективность можно влиять с помощью насоса, воздействуя на скорость движения теплоносителя. Основное преимущество и отличие рекуператора с промежуточным теплоносителем от рекуператора с тепловой трубкой в том, что теплообменники в вытяжной и приточной установках можно располагать на расстоянии друг от друга. Положение

для монтажа теплообменников, насоса и трубопроводов может как вертикальным, так и горизонтальным.

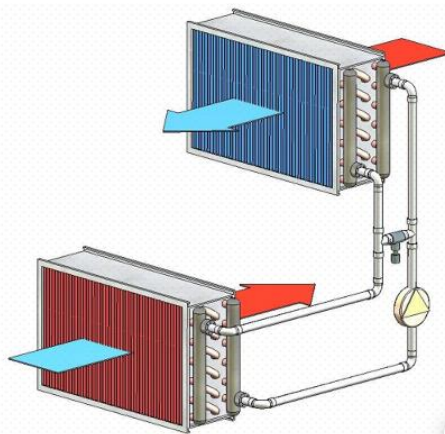


Рисунок 3 – Рекуператор с промежуточным теплоносителем.

Тепловой насос. Этот рекуператор является своеобразной комбинацией рекуператора и теплового насоса. Она состоит из двух хладонных теплообменников — испарителя-воздухоохладителя и конденсатора, трубопроводов, терморегулирующего вентиля, компрессора и 4-х ходового клапана [2]. Теплообменники размещены в приточном и вытяжном воздуховоде, компрессор необходим для обеспечения циркуляции хладагента, а клапан переключает потоки хладагента в зависимости от сезона и позволяет переносит теплоту от вытяжного воздуха в приточный и наоборот.



Рисунок 4 – Тепловой насос.

Рекуператор с тепловыми трубами. По принципу работы рекуператор с тепловыми трубами похож на рекуператор с промежуточным теплоносителем. Разница лишь в том, что в потоки воздуха помещают не теплообменники, а так называемые тепловые трубы или точнее термосифоны, представляющие собой герметично закрытые отрезки медной оребренной трубы, заполненные внутри специально подобранным легкокипящим хладагентом. Один конец трубы в вытяжном потоке нагревается, хладагент в этом месте кипит и передаёт воспринятое от воздуха тепло на другой конец трубы, обдуваемый потоком приточного воздуха. Здесь хладагент внутри трубы конденсируется и передаёт тепло воздуху, который нагревается. Полностью исключены взаимное смешивание потоков, их загрязнение и передача запахов. Располагаются трубы только вертикально либо под небольшим уклоном.

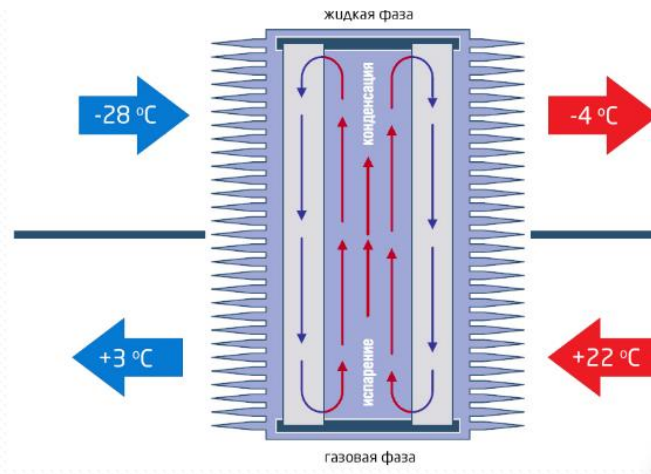


Рисунок 5 – Рекуператор с тепловыми трубами.

Рекуператор камерного типа. Внутренний объём (камера) такого рекуператора разделена заслонкой на две половины. Заслонка время от времени движется, меняя тем самым направление движения потоков вытяжного и приточного воздуха. Вытяжной воздух нагревает одну половину камеры, затем заслонка направляет сюда поток приточного воздуха и он нагревается от нагретых стенок камеры. Этот процесс периодически повторяется. Коэффициент эффективности достигает 70-80% [2].

Список использованных источников:

1. Дячек П.И. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учеб. Пособие. – М.: Издательство АСВ, 2017.–676 с.
2. <https://www.promventholod.ru/tekhnicheskaya-biblioteka/rekuperatsiya-v-sistemakh-ventilyatsii-analiz-sistem-rekuperatsii-i-ekonomicheskaya-tselesoobraznost.html>

Смирнова Ю.А., Рахлей А.С.

РАСЧЕТ ЗАТРАТ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В ТРУБАХ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Новосельцев В.Г. к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции

Несмотря на то, что на сегодняшний день существуют рекомендации по подбору диаметра трубопроводов систем водяного отопления, все ещё интересен вопрос выбора наиболее оптимальной скорости движения теплоносителя.

При малых скоростях должно обеспечиваться удаление воздуха из трубопровода. Считается, что при скорости $0,3 \text{ м/с}$ воздушные пузырьки уносятся потоком воды. Тогда как при больших скоростях должен соблюдаться допустимый уровень шума. Для обеспечения бесшумной работы скорость теплоносителя рекомендуют принимать $0,5 \text{ м/с}$. Поэтому изготовители труб рекомендуют принимать оптимальную скорость в пределах $0,3 - 0,5 \text{ м/с}$ [1].

При этом нужно учесть, что выбор скорости движения теплоносителя также основан на технико-экономических расчетах. С увеличением скорости уменьшается сечение трубопровода, что приводит к снижению денежных затрат на трубопроводы. Одновременно с этим происходит увеличение эксплуатационных затрат на перекачку воды из-за роста гидравлического сопротивления.

На наш взгляд необходимо выработать рекомендации по выбору оптимальных скоростей движения рабочей среды. Для этого выполним оценку расхода электроэнергии на перемещение единицы объема теплоносителя и затрат на трубопровод.

В качестве иллюстрации предложенного подхода проанализируем трубопроводную сеть водяного отопления 7-этажного многоквартирного дома. В расчете не учитываются потери давления в подающих магистралях и на арматуре.

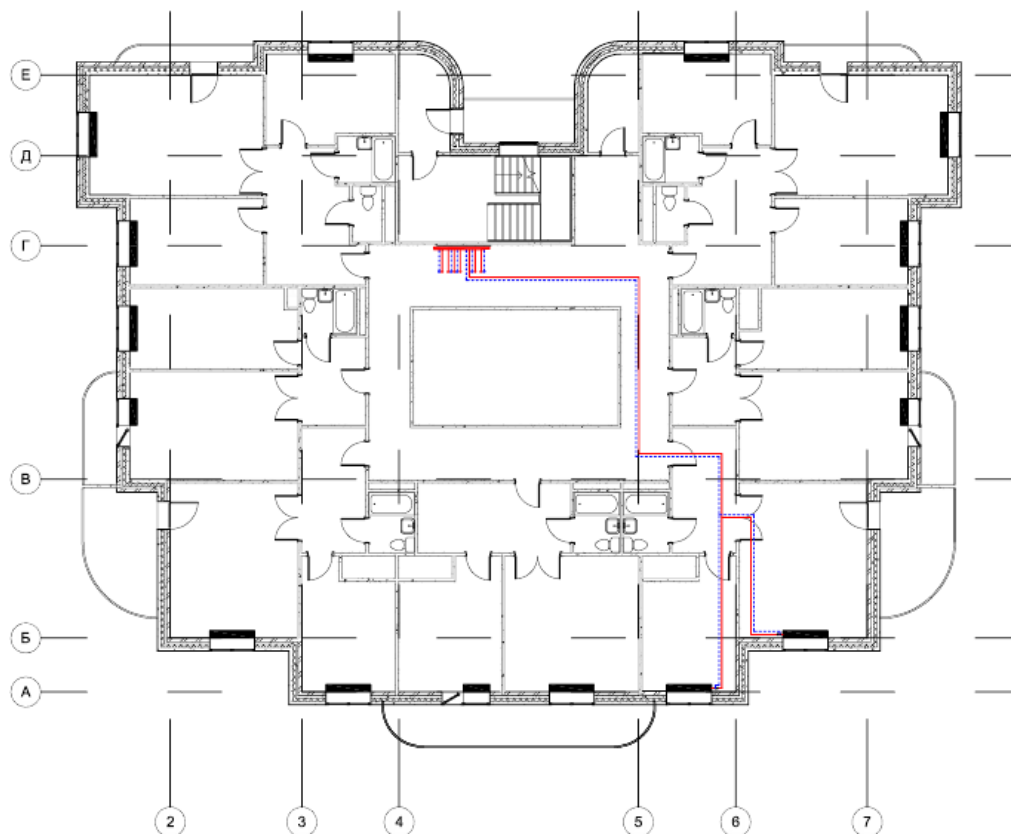


Рисунок 1 – План последнего этажа с разводкой на наиболее загруженную квартиру

Рассмотрим два варианта:

- 1) оптимальная скорость теплоносителя (0,3-0,5 м/с);
- 2) увеличенная скорость теплоносителя (0,4-0,7 м/с).

По данному плану разводки был выполнен гидравлический расчет для двух случаев. Требуемые параметры сведем в таблицу 1.

По результатам гидравлического расчета подбираем циркуляционный насос для всего здания по программе подбора насосов «Wilo-Select» по двум параметрам: производительность (суммарный расход, равный 2500 кг/ч) и напор (суммарные потери рассматриваемой квартиры). Был подобран насос «Stratos 25/1-8 CAN PN 10».

Произведем расчет стоимости трубопроводов и расходов во время эксплуатации насоса для всего здания в течение отопительного периода (для города Брест отопительный период составляет 187 суток).

Стоимость трубопровода берем с каталогов производителя «KAN-therm». Результаты расчета сведем в таблицу 2.

Таблица 1. Гидравлический расчет

№ участка	Тепловая нагрузка Q _{уч} , Вт	Расход воды G, л/ч	Длина участка, м	Диаметр, мм	Скорость движение воды W, м/с	Удельная потеря давления, Па/м	Потери давление на трение, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Местные потери Давления, Па	Суммарные потери давления, Па
Оптимальная скорость										
1	3475	119,53	18,41	18	0,39	207,47	3819,11	6	456,3	4275,41
2	2251	77,45	6,40	18	0,25	98	627,00	36	1125	1752
1'	3475	119,53	18,41	18	0,39	207,47	3819,11	6	456,3	4275,41
Итого										10302,82
Увеличенная скорость										
1	3475	119,53	18,41	12	0,68	840,66	15474,87	6	1387,2	16862,07
2	2251	77,45	6,40	12	0,44	386,5	2472,83	36	3484,8	5957,63
1'	3475	119,53	18,41	12	0,68	840,66	15474,87	6	1387,2	16862,07
Итого										39681,77

Таблица 2. Расчет стоимости системы трубопроводов

Параметры	$\phi=f(w)$	
	Оптимальная скорость	Увеличенная скорость
	Ø18	Ø12
Расход, л/ч	5700	
Потери давления, кПа	10,3	39,7
Длина трубопровода, м	50	
Стоимость 1м трубы, руб	5,0	2,0
Стоимость 1кВ·ч, руб	0,19	
Потребляемая мощность, кВт·ч	1,21	2,98
Стоимость трубопроводов, руб	1750	700
Стоимость электроэнергии, руб:		
а) за отопительный период	42,8	105,7
б) за 20 лет	856,1	2114,7
в) за 40 лет	1712,2	4229,4
Суммарные расходы, руб:		
а) за отопительный период	1792,8	805,7
б) за 20 лет	2606,1	2814,7
в) за 40 лет	3462,2	4929,4

Как видно из таблицы, при оптимальной скорости движения жидкости стоимость трубопровода больше на 1000 руб, чем при увеличенной скорости. При этом стоимость электроэнергии будет больше для увеличенной скорости на 62,9 руб. Следовательно, за период эксплуатации трубопровода (40 лет) затраты на энергопотребление насоса, обеспечивающего увеличенную скорость движения, составят 4929,4 руб, что почти в 1,5 больше затрат при оптимальной скорости.

Подводя итоги, гораздо экономичнее запроектировать более дорогую сеть трубопроводов, при этом с менее энергоемким насосом, что скажется на затратах на электроэнергию при дальнейшей длительной эксплуатации системы.

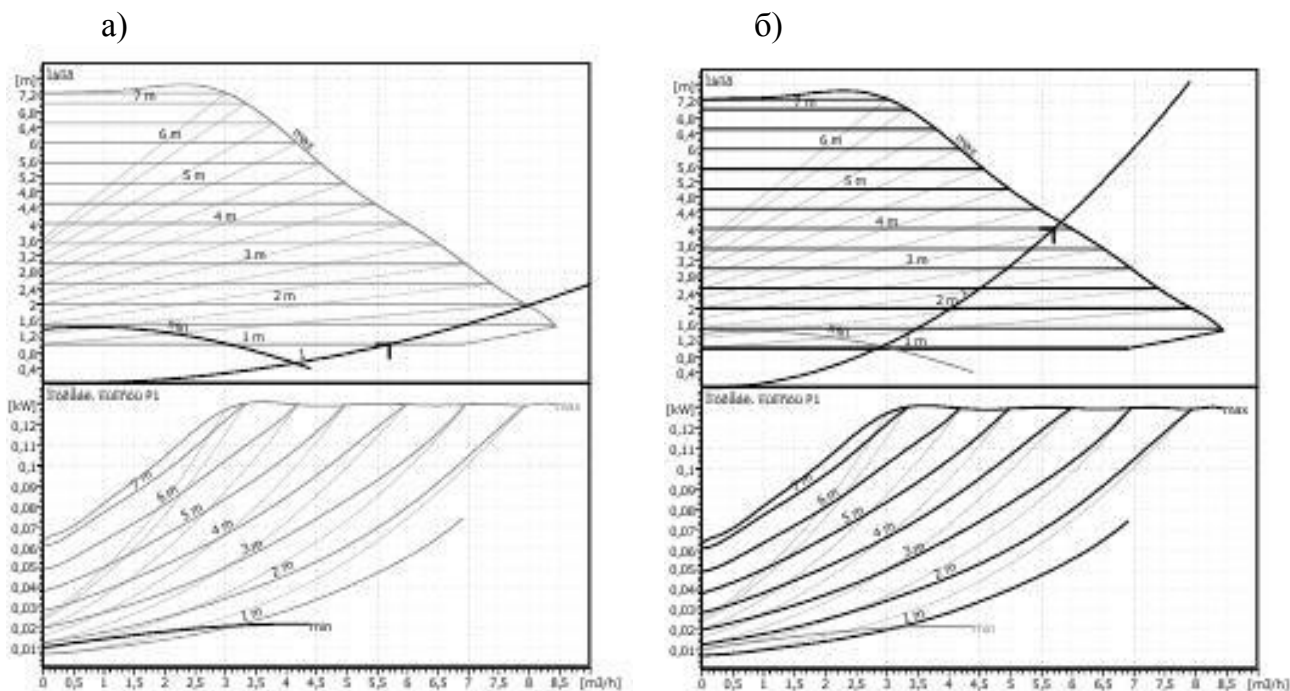


Рисунок 2 –Кривые насосов: а) при оптимальной скорости движения;
б) при увеличенной скорости.

Список использованных источников:

1. ТКП 45-4.01-52-2007 «Системы внутреннего водоснабжения здания».
2. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине "Отопление" на тему "Отопление и вентиляция жилого дома" для студентов специальности 1-70 04 02, 2019.
3. Каталог продукции «KAN-therm».
4. Программа Wilo-Select Online [Электронный ресурс]. <http://www.wilo-select.com>

Дубяга М.В., Лемешевский Е.Ю.

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ АКЦИЯ УП «БРЕСТОБЛГАЗ» «ЕДИНЫЙ ДЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ КАФЕДРЫ ТГВ УО БРГТУ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Сальникова С.Р. ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

По всей стране с 20 февраля по 1 марта проходила Акция «Единый день безопасности». Данное мероприятие направлено в первую очередь на развитие в обществе культуры безопасности жизнедеятельности, проведения образовательно-воспитательной работы с подрастающим поколением, пропаганду безопасных условий проживания населения.

В эти дни состоялись целенаправленные профилактические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций, правонарушений и преступлений, а также обучение поведению в условиях ЧС, аварий, оказанию первой медицинской помощи.

В ходе акции была проведена демонстрация студентам кафедры ТГВ УО БрГТУ переоборудованных автомобилей силами ПУ «Прочие виды деятельности», а также возможности организации различного вида ремонта и обслуживания автомобилей в ремонтных зонах ПУ «Брестгаз». Студентам рассказали про специализированное подразделение предприятия.

Деятельность специализированного подразделения распространяется на все обслуживаемые газоснабжающей организацией объекты газораспределительной системы и газопотребления.

Основными задачами специализированного подразделения являются:

- выполнение работ по локализации инцидентов и аварий и ликвидации их последствий на объектах газораспределительной системы и газопотребления;
- регулирование режимов работы объектов газораспределительной системы и газопотребления при:
 - аварийных режимах;
 - выполнении ремонтных и аварийных работ, при вводе в эксплуатацию новых объектов, а также в других особых условиях, вызывающих необходимость в регулировании потоков и давления газа в сети.

В соответствии с задачами, возложенными на специализированное подразделение, оно осуществляет следующие функции:

- круглосуточный прием извещений об инцидентах и авариях на объектах газораспределительной системы и газопотребления;
- локализация инцидентов и аварий и ликвидация их последствий на объектах газораспределительной системы и газопотребления по поступившим извещениям об инцидентах и авариях;
- учет и анализ поступающих извещений, координация работ по исполнению поступивших извещений об инцидентах и авариях от населения и других потребителей газа, расположенных в зоне его деятельности: инструктаж населения и других потребителей газа при получении извещения о наличии газа в помещении, о принятии необходимых мер безопасности, предотвращающих возникновение инцидента или аварии, (выключение газоиспользующего оборудования, проветривание помещений, запрещение пользования открытым огнем и т.д.);
- участие в разработке Планов локализации и ликвидации инцидентов и аварий на объектах газораспределительной системы и газопотребления, его систематическое совершенствование и уточнение (внесение изменений и дополнений) на основе анализа работы аварийных бригад;
- постоянное совершенствование методов, приемов и технических приспособлений для локализации инцидентов и аварий и ликвидации их последствий.

Оснащение специализированного подразделения.

Специализированное подразделение газоснабжающей организации должно быть укомплектовано автотранспортом, средствами связи, механизмами, оборудованием, приборами, инструментом, материалами, инвентарем, спецодеждой, средствами защиты в соответствии с перечнем оснащения специализированного подразделения, утвержденным главным инженером организации.

Оснащение специализированного подразделения должно обеспечивать возможность производства аварийных работ в любое время года, суток, а также при любых метеорологических условиях. Для своевременного и оперативного выполнения аварийных работ специализированное подразделение оснащается

специальными автомашинами. Автомашины специализированного подразделения окрашиваются и оснащаются опознавательными знаками, световыми и звуковыми сигналами и в соответствии с СТБ 1738 и СТП 03.14-16.

Автомобиль сервисной службы. Назначение: для выполнения работ по сервисному обслуживанию газоиспользующего оборудования (рисунок 1 и 2).



Рисунок 1



Рисунок 2

Автомобиль специальный АДС. Назначение: для доставки аварийной газовой службы к месту аварии (рисунок 3 и 4).



Рисунок 3



Рисунок 4

Автомобиль специальный АДС. Назначение: для доставки аварийной газовой службы к месту аварии (рисунок 5 и 6).



Рисунок 5



Рисунок 6

Автомобиль участка эксплуатации. Назначение: для доставки бригады работников, инструмента и оборудования к месту ремонта и обслуживания систем газоснабжения и сооружений на них (рисунок 7 и 8).



Рисунок 7



Рисунок 8

Автомобиль участка эксплуатации. Назначение: для доставки бригады работников, инструмента и оборудования к месту ремонта и обслуживания систем газоснабжения и сооружений на них (рисунок 9 и 10).



Рисунок 9



Рисунок 10

Специальный автомобиль лаборатория. Назначение: для выполнения работ по контролю сварных соединений и диагностированию газопровода в полевых условиях (рисунок 11 и 12).



Рисунок 11



Рисунок 12

Автомобиль ремонтно-восстановительного участка. Назначение: для доставки бригады работников, инструмента и оборудования к месту ремонта и обслуживания систем газоснабжения и сооружений на них (рисунок 13 и 14).



Рисунок 13



Рисунок 14

Автомобиль ремонтно-восстановительного участка. Назначение: для доставки бригады работников, инструмента и оборудования к месту ремонта и обслуживания систем газоснабжения и сооружений на них.

Погрузчик с бортовым поворотом универсальный «ВОВКАТ-S770E». Назначение: для расчистки трасс газопроводов от растительности (рисунок 15 и 16).



Рисунок 15



Рисунок 16

Транспортное хозяйство называют «артерией» предприятия, связующей материальные и пассажирские потоки. К числу основных критериев эффективного функционирования ПУ «Брестгаз» относится качественная и точная организация работы автотракторной техники.

Маринчик М.А., Шидловский И.О., Орлович Д.И.

КАТАМАРАН НОВОГО ТИПА

Брестский государственный технический университет, студенты машиностроительного факультета специальности технологическое оборудование машиностроительного производства группы ТО-14. Научный руководитель: Северянин В.С., д.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Катамаран — это наплавное судно, состоящее из двух параллельных корпусов в виде удлинённых обтекаемых ёмкостей, соединённых каким-либо образом сверху, создающих плавучесть и высокую остойчивость. Катамараны и бывают крупные (пассажирские, грузовые) и малые — как для индивидуального пользования, так и для несения некоторой аппаратуры. Источники их движения по поверхности воды — "двигатели" применяются различного типа: паруса, весла, гребные колеса, винты,

водометы. Для крупных машин привод движителей — различные двигатели (потребляющие топливо), для малых — электрические или мускульное усилие человека.

Задача, на решение которой направлена последующая разработка, состоит в создании удобного простого устройства, как для спортивных мероприятий (соревнований), так и для туристических прогулок по водным бассейнам. Для этого используется принципиально новый для катамаранов движитель — аналог рыбьего (или китового дельфиньего) хвоста, колебательные движение которого создаются мускульным усилием человека (подобие гребли веслами).

Катамаран, принципиальная схема которого предложена профессором Северяниным Виталием Степановичем, состоит из двух корпусов, соединенных сверху рамой, а между корпусами под рамой смонтирован руль, неподвижная площадка, поворотная лопасть, рабочая лопасть, гребущая лопасть, состыкованные через пазы и отклоняющиеся закрывки, на рабочий лопасти установлен рычаг, руль соединён с педалями. На чертеже (рисунок 1) показана аксонометрическая схема катамарана.

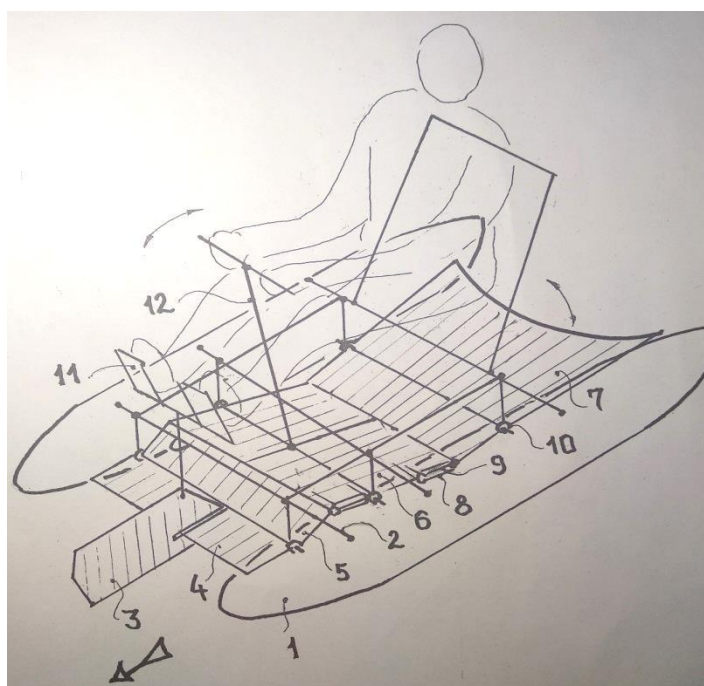


Рисунок 1. Схема катамарана: 1 – корпус; 2 – рама; 3 – руль; 4 – неподвижная площадка; 5 – поворотная лопасть; 6 – рабочая лопасть; 7 – гребущая лопасть; 8 – паз; 9 – отклоняющийся закрывок; 10 – подшипник; 11 – педаль; 12 – рычаг.

Катамаран состоит из двух корпусов 1 в виде обтекаемых поплавков (пустотелые емкости или легкий материал). В отверстия в них вставлены стойки рамы 2 (труба или уголок). Рама 2 сверху может иметь пол — покрытие для удобства пользования. Спереди вертикально установлен руль 3, поворачивающийся по неподвижной площадке 4. За ней шарнирно имеет ось в подшипниках поворотная лопасть 5, состыкованная с рабочей лопастью 6, которая также стыкуются с гребущей лопастью 7. Стык обеспечивается пазом 8 (накладки на лопасть) и отклоняющимся закрывком 9, это узкая плоскость на шарнире противоположном пазу. Стык обеспечивает закрытие щели между лопастями, когда они уходят краями друг от друга, поворот — на осях в простых подшипниках 10. К рулю 3 прикреплен шток, на конце которого смонтированы педали 11, обеспечивающие поворот руля 3. К рабочей

лопасти 6 прикреплен рычаг 12 с рукоятками. На раме 2 может быть установлено сиденье для размещения пилота.

Действует катамаран следующим образом. После быстрой сборки (в корпус 1 в отверстие вставляются стойки рамы 2, на которой закреплено её остальное оборудование) катамаран опускается на воду, корпуса 1 с занявшим место пилотом погружаются наполовину. Ногами устанавливается через педали 11 положения руля 3, который своим хвостовиком скользит по неподвижной площадке 4.

Качанием вручную рычага 12 рабочая лопасть 6 поворачивает вверх/вниз поворотную лопасть 5 и основной элемент движителя — гребущую лопасть 7, т.е. подобие рыбьего хвоста. При этом от элемента 4 последовательно по 5,6,7 проходит волна потока воды. Гребущей лопастью 7 благодаря её конструкции (задняя часть больше передней относительно ее оси на подшипнике 10, внешняя форма) производится толчком массой воды, создающей реактивный момент, движущий катамаран вперед (большая стрелка). Отклоняющиеся закрылки 9 скользят в пазах 8, устраняя щели между лопастями, когда они своими краями отходят друг от друга. Поэтому данный движитель можно изготовить из дешевых плоских материалов (текстолит, пластик, оргстекло и т.п.), а не из дорогой резины, кроме того, снижается усилие на создание амплитуды волны.

Технико-экономическая и социальная эффективность предполагаемого в устройстве заключается в получении дешёвого оригинального спортивного оборудования для использования как персональными потребителями, так и для организаций массовых культурно-спортивных мероприятий.

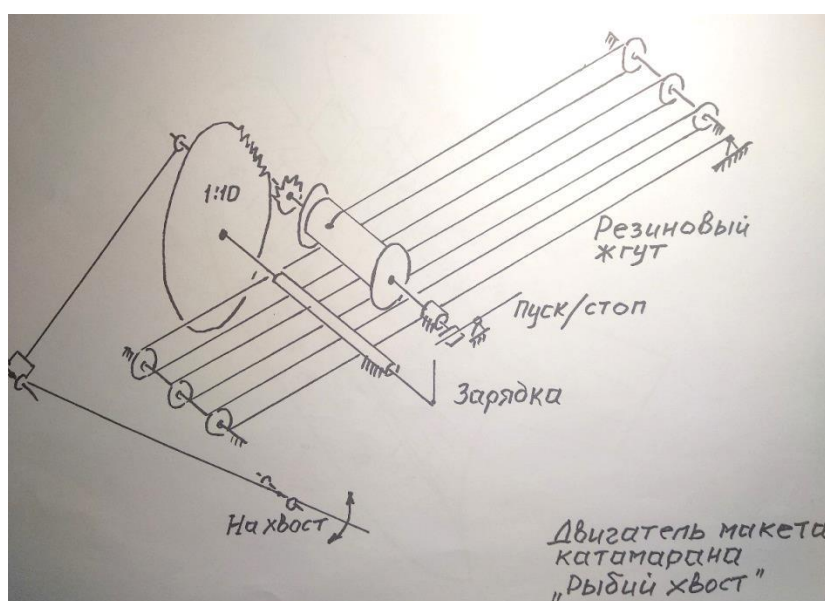


Рисунок 2. Двигатель катамарана.

Для проверки работоспособности, предложенной новой гидравлической и механической схемы, нами был изготовлен макет катамарана (рисунок 2). С использованием нового типа движителя. Необходимо было получить устойчивое движение макета на воде, чтобы доказать реализацию идеи. Испытания подтвердили вероятность достижения цели получения нового движителя.

Список использованных источников:

1. Политехнический словарь. Гл. ред. Ишлинский А.Ю. М, Советская энциклопедия, 1989, стр142. движитель на воде (аналог).
1. Политехнический словарь. Гл. ред. Ишлинский А.Ю. М, Советская энциклопедия, 1989, стр215. Катамаран (прототип).

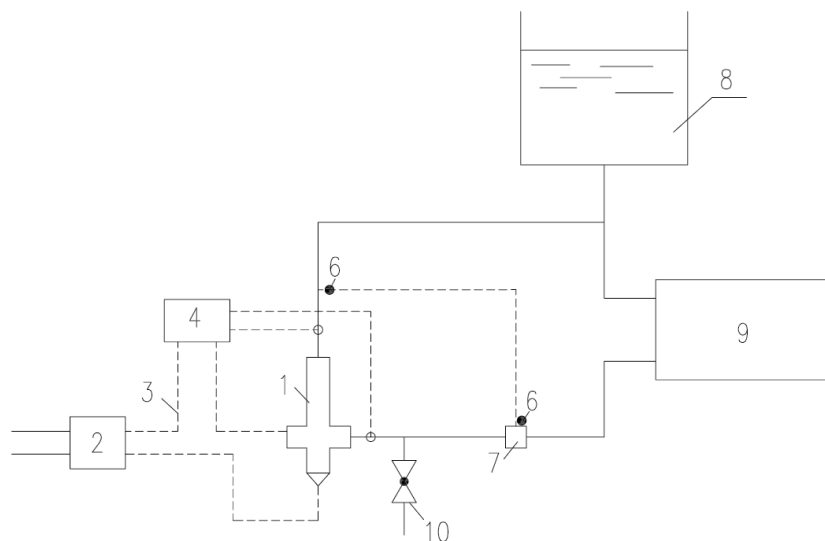
Смирнова Ю.А., Петручик М.М., Крук А.В.

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОДНОГО КОТЛА

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Назначение электродного котла. Двухканальный электронный регулятор температуры «Навигатор» предназначен для поддержания заданного теплового режима работы электрических нагревателей. Регулирование температуры осуществляется по 2 каналам подающей и обратной трубы. Применение терморегулятора позволяет снизить расход электрической энергии и получить наиболее благоприятный температурный режим в отапливаемом помещении [1].

Принцип работы электродного котла. Работают электродные котлы от переменного электрического тока частотой 50 Гц. Теплоноситель для электродных котлов имеет специальную химическую формулу, которая обеспечивает ионизацию теплоносителя с выделением большого количества тепла. Само название, электродный котел, говорит, что в котле присутствует электрод, который не является нагревательным элементом. Он служит для передачи электричества воде, которая нагревается, вследствие собственного сопротивления в результате протекания через нее электрического тока. Молекулы воды под воздействием электрического тока расщепляются на положительно и отрицательно заряженные ионы, которые начинают двигаться к электродам соответствующей полярности [2].



1 – электродный котел; 2 – электросчетчик; 3 – электрический провод; 4 – блок терморегулирования; 5 – датчик температуры в составе блока терморегулирования; 6 – датчик температуры в составе блока теплосчетчика; 7 – измерительный блок ультразвукового теплосчетчика со встроенным счетчиком воды; 8 – расширительный бак; 9 – отопительный прибор; 10 – спускной шаровый кран.

Рисунок 1 – Схема лабораторного стенда

Ионизационная камера имеет малые размеры, что обеспечивает резкий разогрев теплоносителя.

Преимущества электродного котла:

- Экономичный;
- Высокий КПД, который достигает 98%, что намного выше, чем у существующих отопительных котлов других типов;
- Создание на выходе из котла давления до 1 атм без применения циркуляционных насосов.

Порядок настройки режимов работы «Навигатора».

Панель управления содержит индикатор и три кнопки управления: *больше*, *меньше* и *переход*.

С помощью данной панели с кнопками мы можем задавать:

- Температуру на обратке (трубе на входе в котел) в диапазоне 35-50°C;
- Уставку гистерезиса по обратке (разницу температуры между отключением и последующим включением котла) – рекомендуется 5°C;
- Температура на подаче (трубе выходящей из котла) – как правило 70°C;
- Уставку гистерезиса по подаче (разницу температуры между отключением и последующим включением котла) – рекомендуется 9°C.

Канал управления по подаче нужен исключительно для защиты котла от перегрева в случае нештатной ситуации (например — неисправность циркуляционного насоса). Регулирующим в нормальных условиях является канал управления по обратке.

Результаты измерений сведём в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерения.

Время, мин	Блок управления		Блок теплосчетчика				Эл. счетчик N, кВт	КПД η, %
	t _н , °C	t _о , °C	G, м ³ /ч	Q, кВт	t _н , °C	t _о , °C		
0,5	19	19	0,01	0	20	19	0,002	0,000
1	26	19	0,02	0	20	19	1,385	0,000
1,5	44	19	0,032	0,1	20	19	1,17	8,547
2	41	19	0,031	0,6	37	19	1,073	55,918
2,5	41	19	0,03	1,05	51	19	1,069	98,223
3	42	19	0,029	1	51	19	1,077	92,851
3,5	42	19	0,029	1	49	19	1,081	92,507
4	43	19	0,029	1	49	19	1,09	91,743
4,5	43	19	0,029	1	50	20	1,092	91,575
5	44	19	0,028	1	50	20	1,086	92,081
5,5	44	19	0,028	1	51	19	1,103	90,662
6	44	19	0,029	1	51	19	1,112	89,928
6,5	45	19	0,028	1	51	20	1,117	89,526
7	45	19	0,028	1	51	20	1,106	90,416
7,5	46	19	0,028	1	52	20	1,134	88,183
8	46	19	0,028	1	52	20	1,131	88,417
8,5	46	19	0,027	1	53	20	1,127	88,731
9	47	19	0,028	1,1	53	20	1,141	96,407
9,5	47	19	0,027	1	54	20	1,146	87,260
10	47	19	0,028	1,1	54	20	1,142	96,322
10,5	47	19	0,027	1	54	20	1,16	86,207
11	48	19	0,027	1,1	54	20	1,167	94,259
11,5	48	19	0,028	1,1	55	21	1,164	94,502
12	48	20	0,028	1,1	55	21	1,174	93,697
12,5	49	20	0,027	1,1	56	22	1,18	93,220
13	49	20	0,027	1,1	56	22	1,19	92,437
13,5	49	20	0,026	1	57	23	1,197	83,542
14	50	21	0,027	1,1	57	23	1,211	90,834
14,5	50	21	0,028	1,1	58	24	1,235	89,069
15	51	21	0,028	1,1	58	24	1,235	89,069
15,5	51	22	0,029	1,1	59	26	1,271	86,546
16	51	23	0,028	1,1	59	26	1,306	84,227
16,5	52	23	0,031	1,2	61	28	1,32	90,909
17	53	24	0,029	1,1	61	28	1,36	80,882
17,5	53	25	0,03	1,2	62	30	1,356	88,496
18	54	26	0,031	1,1	62	30	1,365	80,586

Построим графики зависимости мощности, измеряемой электрическим счетчиком и КПД от времени:

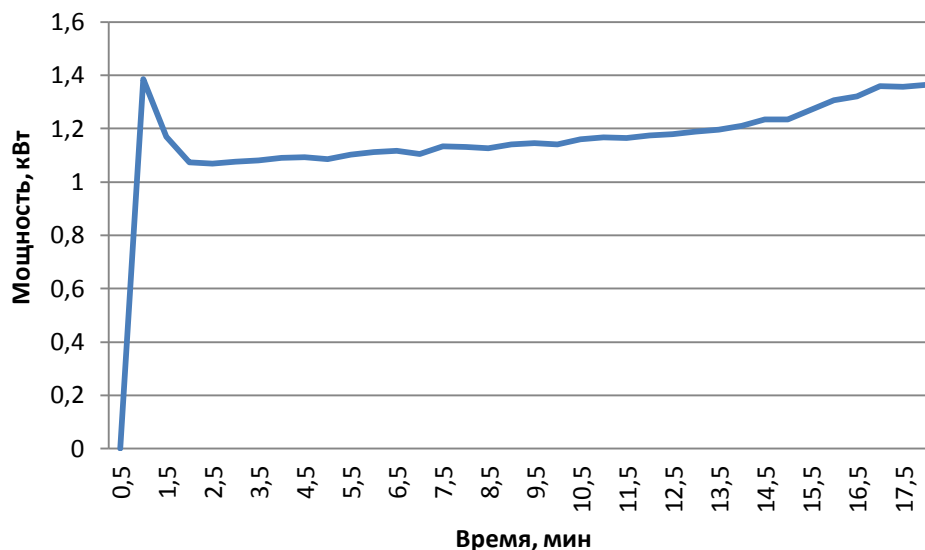


Рисунок 2 – График зависимости мощности от времени

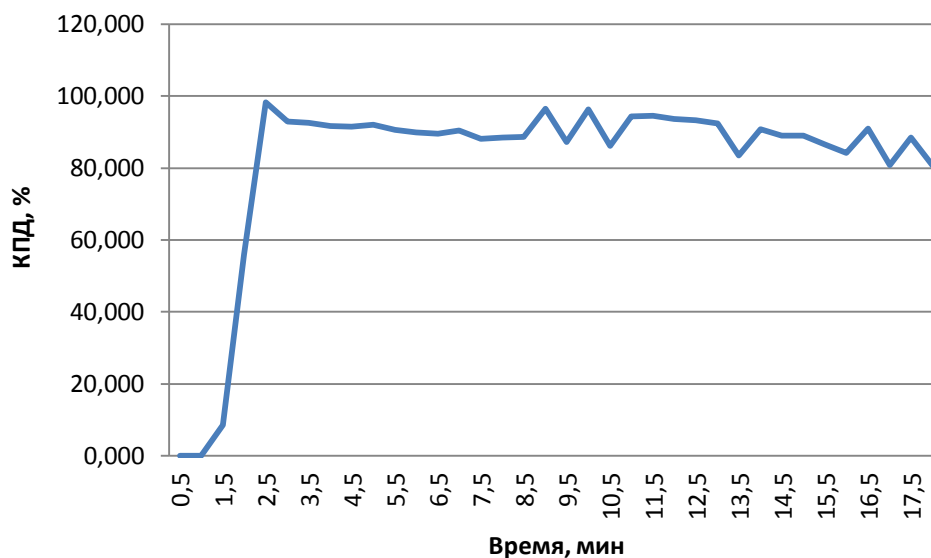


Рисунок 3 – График зависимости КПД от времени

Современные электродные котлы отличаются простой конструкции, надежностью и высоким КПД и вполне могут составить конкуренцию твердотопливным и газовым котлам. Использование электричества позволяет избежать как заготовки дров или угля, так и устройства дымоходов.

Список использованных источников:

1. Руководство по эксплуатации. Галан Миртепла – 2 с.
2. Курись А.Г., Антонович А.А. «Электрическое отопление в многоэтажном доме» / Сборник «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях:» Материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 21 марта 2018 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: УО «БрГТУ», 2018.

Рогальский Д.А., Пархоць А.В.

СРАВНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ТКАНЕВЫХ ВОЗДУХОВОДОВ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Сальникова С.Р. ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Вентиляция — это обмен воздуха в помещениях для удаления избытков влаги, теплоты, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых параметров микроклимата и чистоты воздуха в рабочей или обслуживаемой зоне помещения.

Воздуховоды — это система труб, размещённая в помещении с целью обеспечения воздухообмена путём подачи и вытяжки воздуха.

В системах вентиляции применяются металлические, металлопластиковые и неметаллические воздуховоды. Могут быть гибкими, полугибкими, звукопоглощающими, теплоизолированными; круглого и прямоугольного сечения.

Металлические воздуховоды бывают из оцинкованной стали, из чёрной стали из нержавеющей стали.



Рисунок 1. Металлические воздуховоды.

Воздуховоды из оцинкованной стали разрешено использовать практически везде: в любых климатических условиях и для любых типов вентиляции. Единственное ограничение — их нельзя применять для транспортировки агрессивных газо-воздушных смесей. Защитный слой цинка на внутренней и внешней поверхности воздуховода защищает его от коррозии, и даже на поврежденных местах при взаимодействии с кислородом образуется защитная пленка.

Такие воздуховоды производятся из холоднокатаной оцинкованной листовой стали толщиной от 0,5 до 1,4 мм. Их можно эксплуатировать в условиях относительной влажности воздуха, не содержащего примесей, до 80% и при температуре не более +80°C.

Воздуховоды из черной стали наиболее жесткие, жаро- и огнестойкие, но сильнее подвержены коррозии и потому применяются реже, чем из оцинкованной и нержавеющей стали. Используются в промышленности.

Воздуховоды из нержавеющей стали отличаются универсальностью и могут использоваться для вентиляции практически любых газов и при любых условиях. Они

выдерживают высокие температуры и очень долговечны, поэтому на производствах чаще устанавливают системы вентиляции из нержавеющей стали.

Недостатки воздуховодов из нержавеющей стали — это громоздкость конструкции, а также то факт, что стальные воздуховоды, проложенные через холодные помещения, например, чердак, требуют утепления. Если не учесть этот фактор, то на поверхности трубы станет постоянно собираться конденсат, который может привести к коррозии и преждевременному разрушению конструкции.

К примеру, стоимость 1 метра стального оцинкованного воздуховода $D=100$ мм равна 7,15 BYN.



Рисунок 2. Текстильные воздуховоды.

Тканевые или текстильные воздуховоды изготавливаются из технического текстиля. Такие воздуховоды устанавливаются на приточную часть и не имеют на окончании сети врезанных вентиляционных решеток: благодаря воздухопроницаемости ткани воздух равномерно распределяется по всему объему помещения. Текстильные воздуховоды сравнительно недавно появились на нашем климатическом рынке. Но уже зарекомендовали себя как надежные, простые в использовании и требующие меньших энергозатрат системы распределения воздуха.

Данный тип воздуховодов органично вписывается в интерьер, во многих случаях вентиляцию из текстильных труб не нужно обшивать коробами. Возможно исполнение воздуховодов из ткани с декоративным рисунком. К другим их достоинствам относятся:

- текстильные воздуховоды могут эксплуатироваться в диапазоне температур от -10°C до $+110^{\circ}\text{C}$;
- они устойчивы к воздействию влаги и химических веществ;
- некоторые модели обладают антибактериальными свойствами;
- у них сравнительно небольшой вес, их легко устанавливать;
- текстильные вентиляционные трубы отличаются высокой пропускной способностью, а также равномерным воздухораспределением;
- они легко ремонтируются и очищаются, ткань можно очистить с помощью стиральной машины;
- срок службы — более 10 лет;
- их можно комбинировать с воздуховодами и фасонными элементами из любых материалов;
- эти воздуховоды имеют широкую цветовую гамму, есть возможность нанесения текстов и логотипов непосредственно на ткани.

Таблица 1. Сравнительная таблица по двум видам воздуховодов

Параметры для сравнения	Металлические воздуховоды (оцинкованные, из нержавеющей стали, из чёрной стали)	Тканевые воздуховоды
1. Температурный режим	(-40°C; +80°C); (-40°C; +500°C); (-40°C; +800-900°C)	(-10°C; +110°C)
2. Устойчивость к агрессивным средам	Оцинкованные – нет, Из нержавеющей стали – да, Из чёрной стали – да.	Да
3. Срок службы	Оцинкованные – 20-25 лет, Из нержавеющей стали – долговечны, Из чёрной стали – долговечны.	+/- 10 лет
4. Сферы применения	Стальные - на промышленных предприятиях. Их размещают в помещениях, где сильно повышена влажность, используют в агрессивной среде. Из чёрной стали - на предприятиях, где процесс производства происходит в условиях высокой температуры, в жилых или коммерческих помещениях. Из нержавеющей стали - чаще всего такие воздуховоды используют в химической промышленности, где воздух насыщен химическими элементами, или при удалении горячего воздуха из тепловых пунктов.	В промышленности, общественных зданиях, складах.
5. Вес	Тяжёлые в сравнении с тканевыми	Достаточно лёгкие
6. Стоимость 1 метра, d=315мм	Оцинкованный – 16 BYN, Из нержавеющей стали – 19 BYN Из чёрной стали – 34 BYN	36 BYN

Список использованных источников:

1. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. /Под ред. проф. Б.М. Хрусталёва – Москва, 2007.

Гвоздь А.В., Эйсмонт Е.Д.

АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ г. БРЕСТА

Брестский государственный технический университет, студентки факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Новосельцева Д.В. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Для обеспечения комфортных условий в жилых помещениях в холодный период необходимо отопление зданий. Регулирование тепловой энергии, поступающей к потребителям, зависит от различных природных параметров, выбранных для данной местности. В связи с тем, что происходят различные

климатические изменения, расчетные температуры могут меняться. Принимая во внимания эти изменения и используя их при проектировании зданий и инженерных систем существует возможность снизить затраты на потребляемую энергию.

Рассмотрим город Брест., для которого расчетная температура наружного воздуха параметров Б - -21°C учетом исследований, согласно которым данный город лежит между двумя изотермами (-20 и -21), примем температуру -20 в качестве расчётной.

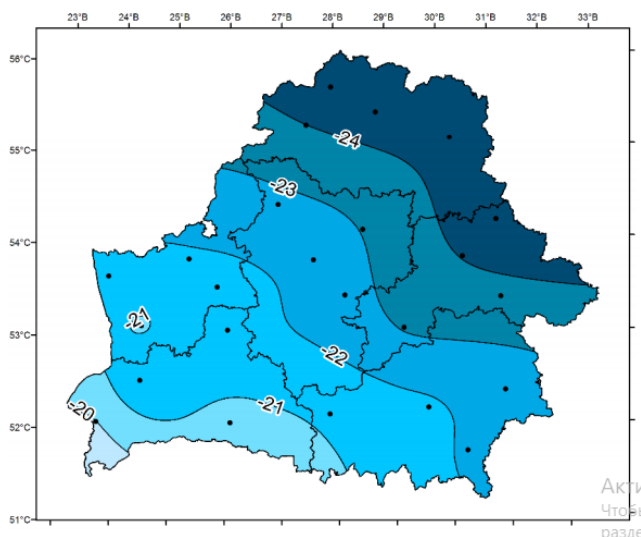


Рисунок 1. Карта.

При проектировании системы отопления выполняется расчет тепловых потерь, гидравлический и тепловой расчет.

В данной работе на примере жилого многоэтажного дома мы оценили разницу теплотерь по всему зданию в Вт и % при разных расчетных температурах и возможную экономию в денежном эквиваленте.

Далее при гидравлическом расчёте потери давления при более низкой температуре оказались на 2,7 % меньше, что составило 3787 Па. Следовательно, если в системе будет присутствовать циркуляционный насос, то можно будет сэкономить на его стоимости, так как его мощность будет меньше.

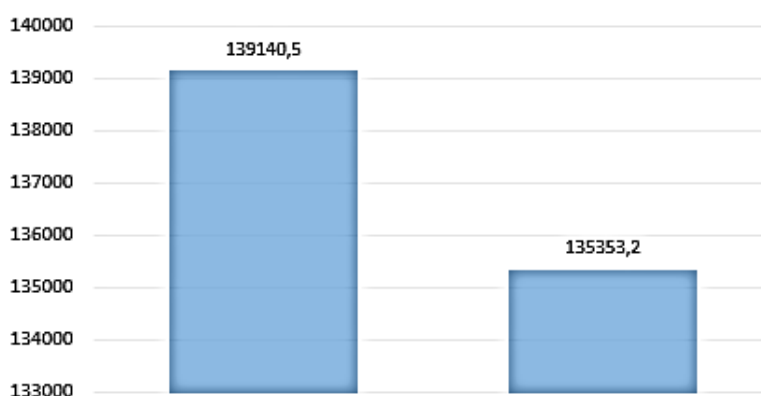


Рисунок 2. Потери давления.

А затем подбирая стальные панельные радиаторы фирмы «Лидея» (имея в виду боковое подключение), а также сделав тепловой расчёт, мы подобрали приборы марки 21 для двух случаев.

Оказалось, что ширина отопительного прибора, которая подбирается по требуемому тепловому потоку и от которой зависит стоимость, не сильно отличается.

В денежном эквиваленте экономия составила 17,54 р на этаж. А для рассчитываемого 5-этажного здания: 87,70 р., что составило лишь 0,7%.

Таблица 1. Сравнительная таблица по двум температурам

$t_n=21^{\circ}\text{C}$			$t_n=20^{\circ}\text{C}$		
название	кол-во	цена за 1	название	кол-во	цена за 1
ЛК21-512	3	136,9	ЛК21-610	2	126,57
ЛК21-508	3	97,94	ЛК21-508	2	97,94
ЛК21-513	1	147,55	ЛК21-513	1	147,65
ЛК21-611	4	137,19	ЛК21-512	4	136,9
ЛК21-315	1	130,88	ЛК21-611	1	137,2
ЛК21-514	1	157,3	ЛК21-509	4	107,7
ЛК21-509	3	107,7	ЛК21-612	2	148,24
ЛК21-612	1	143,2	ЛК21-511	2	127,23
ЛК21-511	2	127,23	ЛК21-507	2	88,31
ЛК21-507	2	88,31	ЛК21-511	2	102,2
ЛК21-312	1	100,4	название	кол-во	цена за 1
сумма за этаж:		2689,1	сумма за этаж:		2671,5

Таким образом, предполагая, что расчётная температура наружного воздуха может измениться на 1 градус, затраты на радиаторы снизятся на незначительную сумму. Возможно, в границах большой территории застройки экономия будет более выгодная, но в пределах одного здания — это относительно несильно повлияет на общие затраты.

Список использованных источников:

1. Табальчук Т.Г. Изменение продолжительности отопительного периода в условиях современных изменений климата// Научная статья, Минск, 2019г. – Минск: ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», 2019. – с. 3-4
2. Новосельцев В.Г.; Новосельцева Д.В. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Отопление» на тему «Отопление и вентиляция жилого дома» – Брест, 2019.

Кухарчук Т.В., Мельник Е.И., Рабчук А.С.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Новосельцева Д.В. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

В настоящее время горячее водоснабжение является неотъемлемой частью жизни большинства людей на планете. Без него не обходятся ни в одной квартире и жилом доме. Обустройство ГВС представляет собой непростой процесс, более того выделяют несколько видов схем, которые мы рассмотрим в данной работе и выделим достоинства и недостатки каждой из них.

Схемы систем ГВС бывают: тупиковые и циркуляционные [2].

1. Тупиковая.

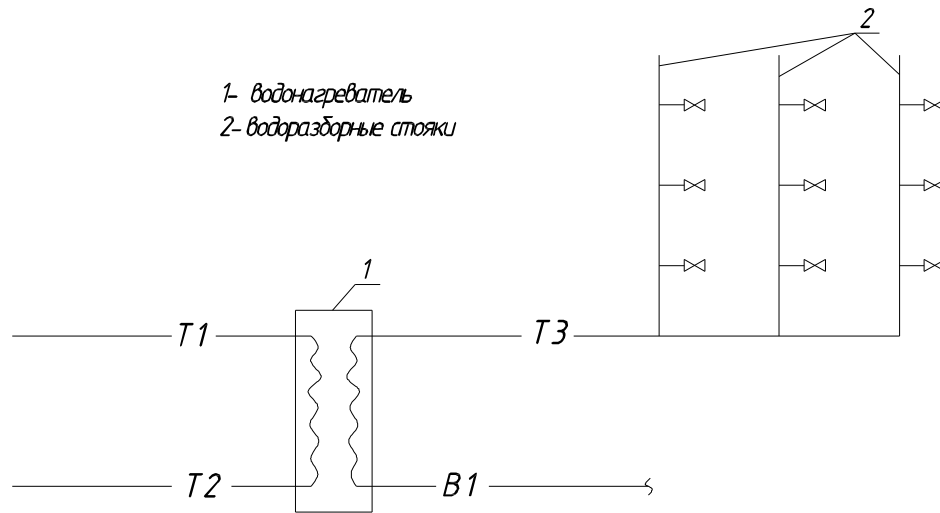


Рисунок 1. Тупиковая система ГВС.

Достоинства:

- имеет наименьшую металлоёмкость из всех возможных схем;
- не требуется установка циркуляционного насоса;

Недостатки:

- значительное остывание воды в магистралях и стояках при отсутствии водоразбора;
- нерациональный сброс остывшей воды в систему канализации;

Такую схему применяют в малоэтажных жилых зданиях с сетью небольшой протяженности или в системах с постоянным водоразбором.

2. С закольцованными магистральными теплопроводами.

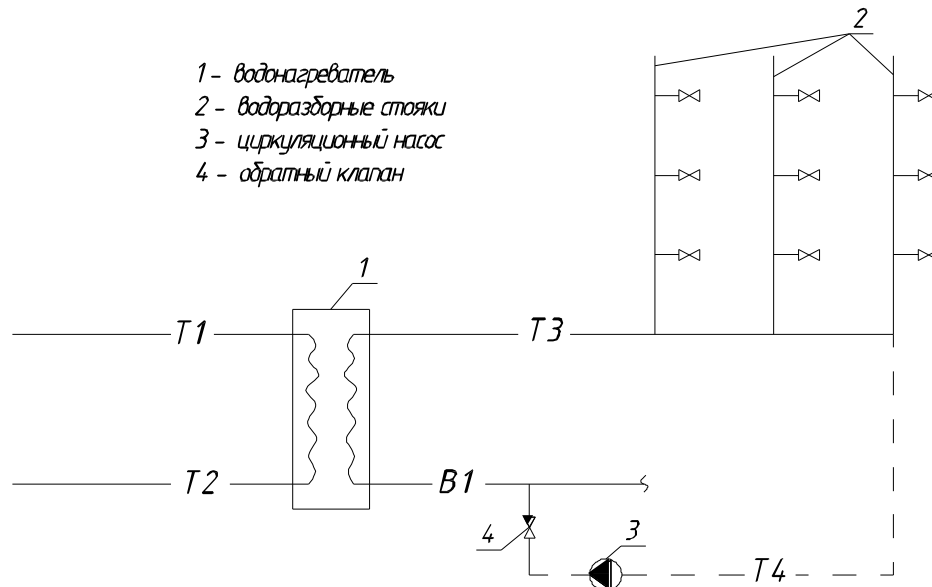


Рисунок 2. Система ГВС с закольцованными магистральными теплопроводами.

Достоинства:

- благодаря постоянной циркуляции вода в магистралях всегда горячая

Недостатки:

- требуется установка циркуляционного насоса
- остывание воды в стояках при отсутствии водоразбора

Применяются при большой протяжённости магистральных теплопроводов, малой высоты стояков и отсутствия полотенцесушителей.

3. С закольцованными магистралями и стояками.

Такие системы, в свою очередь, подразделяются на системы:

а) с полотенцесушителями на циркуляционных стояках

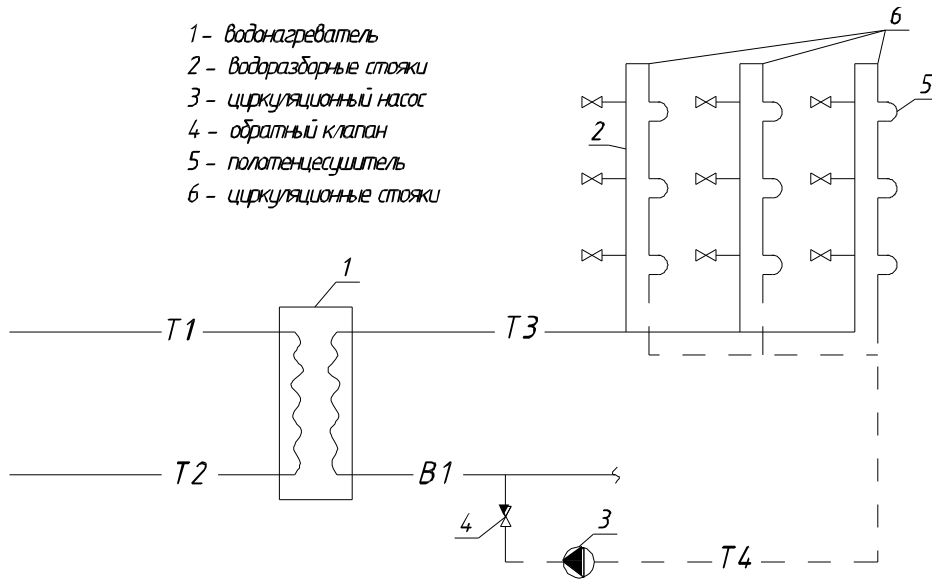


Рисунок 3. Система ГВС с полотенцесушителями на циркуляционных стояках.
Достоинства:

- полотенцесушители могут располагаться как на водоразборном, так и на циркуляционном стояке;
- вода у точек водоразбора не остывает, всегда горячая;
- замена полотенцесушителей не влияет на температуру воды у водоразборных приборов.

Недостатки:

- такая схема подключения более металлоёмкая;

б) посекционно закольцованная с дополнительным циркуляционным стояком

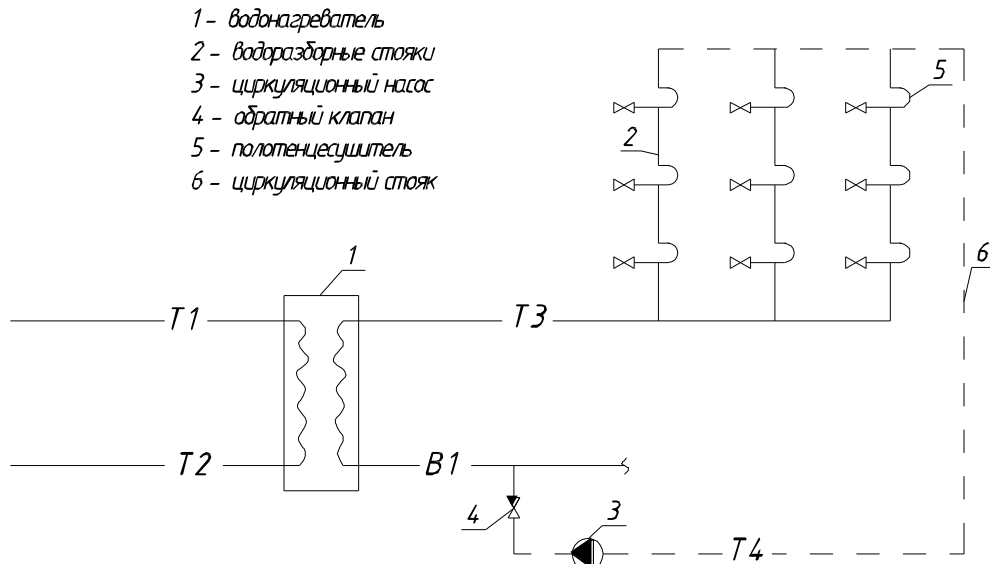


Рисунок 4. Посекционно закольцованная система с дополнительным циркуляционным стояком

Достоинства:

- применяют в целях снижения металлоёмкости системы [1];

Недостатки:

- температура воды в квартирах верхних этажей ниже;

- потери напора больше из-за необходимости прохождения полотенцесушителя каждого этажа;
- большое количество фиттингов и отводов, что значительно повышает стоимость такой системы;

Заключение: учитывая вышеперечисленные достоинства и недостатки всех систем и тот факт, что в Беларуси строят преимущественно здания большой этажности и протяженности, чаще всего применяются системы горячего водоснабжения с закольцованными магистральями и стояками.

Список использованных источников:

1. Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Теплоснабжение» на тему «Горячее водоснабжение жилого дома». – Брест, 2016 – 40 с.
2. Новосельцев В.Г. Лекционный курс по теплоснабжению. – Брест, 2019.

Игнатюк Е.В., Конон Е.В.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДДЕРЖАНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ МИКРОКЛИМАТА КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛА ПРИ ПОМОЩИ СРЕДСТВ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Обустройство систем кондиционирования воздуха в современных зданиях различного назначения является эффективным средством поддержания оптимальных параметров микроклимата помещений. К ключевым параметрам микроклимата относятся:

- температура воздуха внутри рабочего помещения;
- влажность воздуха внутри рабочего помещения;
- подвижность (скорость движения) воздуха внутри рабочего помещения.

Посредством подачи приточного воздуха с особым соотношением его параметров производится корректировка параметров воздушной среды рабочего помещения до необходимых значений. При этом важно располагать сведениями о предполагаемом месте постройки, географическими данными о населённом пункте, нормируемыми параметрами наружного воздуха для тёплого и холодного периодов года [1].

При проектировании конференц-зала в городе Минске были приняты следующие параметры наружного воздуха (таблица 1) [2]:

Таблица 1. Расчетные параметры наружного воздуха

Периоды года	Температура наружного воздуха t_n , °С;	Энтальпия наружного воздуха I_n , кДж/кг	Скорость ветра V , м/с
Теплый	23,8	48,6	2,6
Холодный	-24,0	-22,7	3,7

Расчётные параметры внутреннего воздуха приведены в Таблице 2 [2, 3].

Таблица 2. Расчетные параметры внутреннего воздуха

Периоды года	Температура внутреннего воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C};$	Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi, \%$	Подвижность воздуха в помещении $V, \text{м/с}$
Теплый	25	60	0,3
Холодный	20	30	0,2

Согласно расчёту в конференц-зале был принят следующий воздухообмен: $L = 32295,4 \text{ м}^3/\text{ч}$.

С целью обеспечения расчётного воздухообмена в рабочем помещении с поддержанием принятых расчётных параметров была запроектирована система кондиционирования (рисунок 1), в состав которой входит:

- приточно-вытяжная установка;
- система воздуховодов;
- диффузоры;

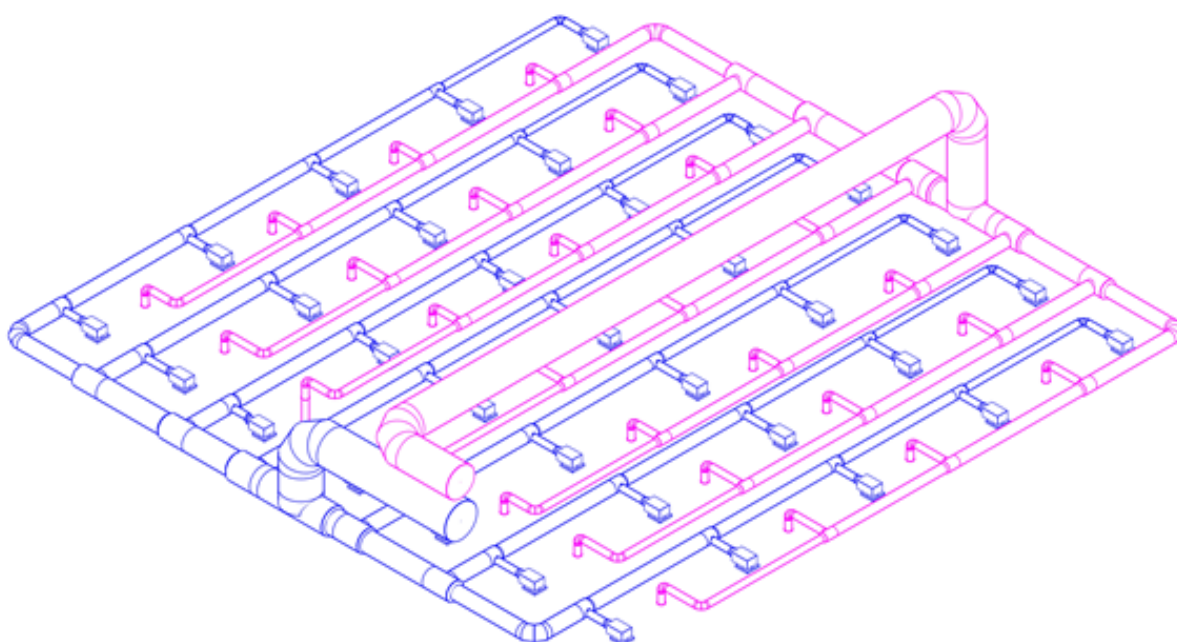


Рисунок 1 – 3D план системы кондиционирования конференц-зала.

Кондиционер выбирается по его полной производительности и комплектуется из отдельных секций. Подбираем центральный кондиционер используя компьютерную программу WinClim II (ver. 2,2,1). По заданным условиям была подобрана приточная установка PR 360 (рисунок 2). Расчётная стоимость установки составляет 180 272 Вт.

Расчёт стоимости воздуховодов сведён в Таблицу 3, 4. Общие расходы на систему воздуховодов расчётного помещения составляют 12 119 Вт (без учёта транспортировки и монтажа). Расчёт стоимость приточных и вытяжных воздухораспределителей сведён в Таблицу 5.

В результате общая стоимость системы кондиционирования воздуха кафе составила 197 470 Вт (без учёта транспортировочных, монтажных и наладочных работ). Помимо себестоимости, затраты системы включают расход теплоносителя в теплообменнике, электроэнергии, а также дополнительные расходы на монтаж вертикальных вентканалов. При этом существует полезная утилизация теплоты, что в значительной степени уменьшает сроки окупаемости объекта проектирования.

Таблица 3. Расчет стоимости воздуховодов (Приточная система).

помещение	Размер сечения, мм	Длина участка, м	Материал	Площадь	Толщина стали, см	Стоимость, Вг
Конференц-зал	1600,0	11,0	Оцинкованная сталь	55,3	1,0	1249,0
	1180,0	0,4		1,5	1,0	33,5
	1000,0	2,6		8,2	1,0	184,5
	850,0	6,2		16,5	0,7	324,3
	600,0	17,2		32,4	0,7	635,1
	530,0	44,8		74,6	0,5	1192,9
	450,0	33,6		47,5	0,5	759,6
	375,0	33,6		39,6	0,5	633,0
	265,0	78,7		65,5	0,5	1047,8
				Сумма		6059,8

Таблица 4. Расчет стоимости воздуховодов (Вытяжная система).

помещение	Размер сечения, мм	Длина участка, м	Материал	Площадь	Толщина стали, см	Стоимость, Вг
Конференц-зал	1600,0	11,0	Оцинкованная сталь	55,3	1,0	1249,0
	1180,0	0,4		1,5	1,0	33,5
	1000,0	2,6		8,2	1,0	184,5
	850,0	6,2		16,5	0,7	324,3
	600,0	17,2		32,4	0,7	635,1
	530,0	44,8		74,6	0,5	1192,9
	450,0	33,6		47,5	0,5	759,6
	375,0	33,6		39,6	0,5	633,0
	265,0	78,7		65,5	0,5	1047,8
				Сумма		6059,8

Таблица 5. Расчет стоимости воздухораспределителей.

Помещение	Вид воздухораспределителей	Название модели	Количество	Стоимость, Вг
Конференц-зал	Приточные	<i>PELICAN CSa 400-600-4V+ALSd 315-400</i>	35	4690
	Вытяжные	<i>ДПУ-М-250Д</i>	35	385
Итого				5075

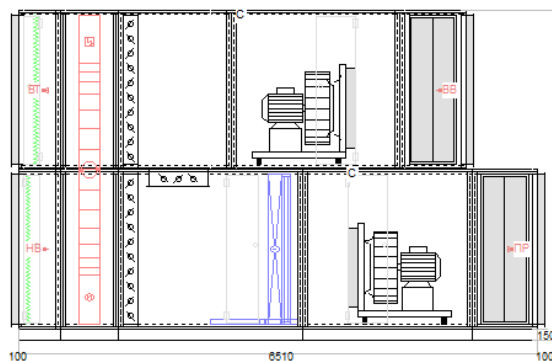


Рисунок 2 – Приточная установка PR 360.

Список использованных источников:

- ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – 1999. – 7 с.
- СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.
- СНБ 2.04.01–97 Строительная теплотехника. – Минск, 1998.

Рахлей А.С., Смирнова Ю.А.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА В СОСТАВЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Ключева Е.В. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Время эвакуации при пожаре здания исчисляется минутами. Принято считать, что гибель людей во время пожара вызвана открытым огнем. Но в действительности смерть возникает чаще всего от отравления угарным газом или другими ядовитыми продуктами горения. Именно дым, углекислый газ и токсичные продукты горения представляют собой главную причину гибели людей при пожаре (до 80% погибающих на пожарах).

Вентиляция помещения, где возник пожар, зачастую играет определяющую роль: когда объем поступающего свежего воздуха более или менее соответствует количеству необходимого для горения окислителя, скорость горения наивысшая, а отсюда наивысшая теплопроизводительность при минимальных тепловых потерях. Меньший приток воздуха сокращает объем выделяемого тепла, больший — увеличивает тепловые потери. Полное отсутствие вентиляции — практически полная гарантия от возгорания, если, конечно, в воздухе не будет окисляющих веществ.

Таким образом, можно утверждать, что горение зависит от вентиляции (либо регулируется ею). Однако в отдельных случаях горение не определяется количеством приточного воздуха и находится в зависимости от свойств горючих слоев, и тогда скорость горения зависит от количества, пористости и формы горючего вещества.

С точки зрения пожаробезопасности, огромную угрозу для здания представляет возможность распространения дыма и огня из одного помещения в другое. Вентиляционная сеть идеально подходит для распространения пожара. Поэтому защите систем вентиляции требуется уделить особое внимание.

В последнее время все большее внимание уделяется противопожарной защите именно систем вентиляции и кондиционирования. Одна из основных задач любой системы противодымной системы — локализация дыма и токсичных газов, освобождение путей эвакуации, обеспечение эвакуации граждан из здания, охваченного пожаром.

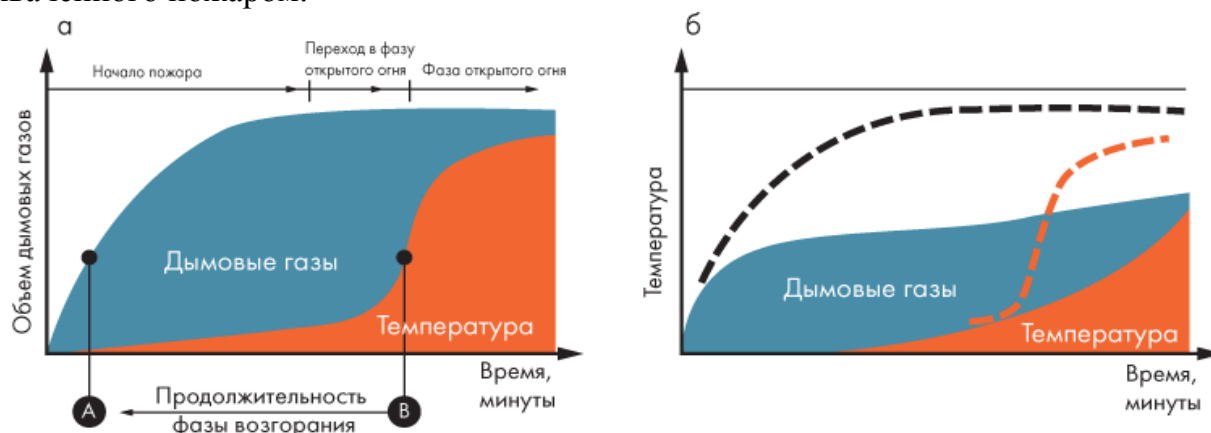


Рисунок 1-Эффективность использования противоподымной системы защиты.

На графике (рисунок 1а) хорошо видно, что уже в начале пожара при отсутствии систем противодымной защиты объем дымовых газов быстро достигает

критической отметки; при наличии системы отвода дымовых газов (рисунок 1б) объем дыма в газовой среде существенно ниже и не превышает безопасных значений на всем протяжении пожара.

Противодымная защита посредством механической вентиляции является основной для таких участков, как лестничные шахты, холлы, зоны безопасности, пути эвакуации. В отличие от пассивных систем, активные системы позволяют обеспечивать избыточное давление на участках (зонах или отдельных помещениях), смежных с очагом возгорания, и пониженное давление на горящем участке. В результате происходит гидродинамическое зонирование и локализация возгорания.

Существует два вида систем механической противодымной защиты:

- статическая;
- динамическая.

При статическом дымоудалении происходит экстренное отключение вентиляции. При этом дым не проходит в другие помещения. Для этого используются противопожарные клапаны двух типов:

1. *Огнезадерживающие клапаны* (нормально открытые клапаны) монтируются в воздуховодах кондиционирования, воздушного отопления и общеобменной вентиляции. При нормальных условиях клапаны полностью открыты, а при возникновении пожара клапаны закрываются и предотвращают проникновение продуктов горения в другие зоны помещения.
2. *Клапаны двойного действия* установлены в системе основной вентиляции. Во время пожара он выполняет роль огнезадерживающего клапана, а после ликвидации огня клапан открывается для выведения газа и дыма из зданий, оснащенных порошковым и газовым пожаротушением.

Такая система — наиболее примитивна и доступна по цене. По сути, дымоудаления не происходит: весь дым локализуется в одном помещении.

Работа динамической системы основана на использовании вентиляторов, которые вытягивают дым за пределы помещений. При этом динамическая система рассчитана как на удаление дыма, так и на приток свежего воздуха.

Динамическая система дымоудаления состоит из следующих основных элементов:

- *Вентиляторы дымоудаления* — большие термостойкие установки повышенной мощности. Вентилятор откачивает дым, продукты горения с места возгорания. Некоторые модели вентиляторов выполняют попеременно две функции: подача чистого воздуха и отвод дыма.
- *Вентиляторы подпора воздуха* создают избыточное давление на лестничных клетках, в лифтовых шахтах и тамбурах шлюзах, исключая их задымления.
- *Клапаны дымоудаления* обеспечивают прием дыма и перенаправление его в дымовые шахты. Клапаны постоянно находятся в закрытом состоянии, и только при возникновении очага возгорания открываются для выведения дыма.

Рассмотрим поэтапно рабочий цикл динамической системы дымоудаления:

1. В помещении возник очаг возгорания – срабатывает дымовой датчик;
2. Сигнал от датчика поступает на диспетчерскую станцию;
3. Система общеобменной вентиляции автоматически выключаются и все огнезадерживающие клапаны закрываются;
4. В зоне возгорания в системе дымоудаления открывается клапан для удаления дыма;
5. Одновременно включается вентилятор дымоудаления и вентилятор подпора воздуха.

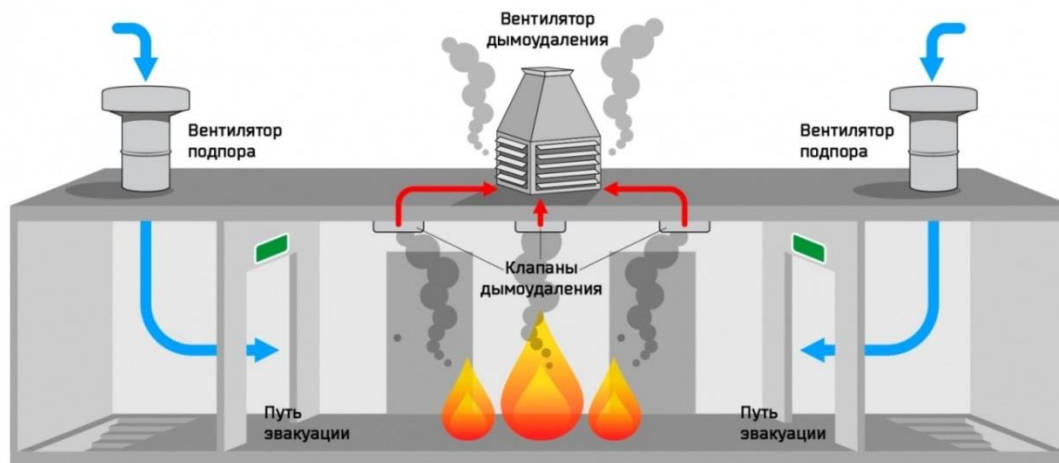


Рисунок 2 – Схема динамической системы дымоудаления.

В среднем, вытяжка способна очистить 18000-30000 м³/ч дымного воздуха. Этого достаточно для питания воздухом от 400 до 700 человек.

Список использованных источников:

1. <https://www.abok.ru> – Журнал “АВОК” за №7'2005
2. ТКП 45-4.0-27-2012. Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции
3. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
4. НПБ 253-98. Оборудование противопожарное зданий и сооружений. Вентиляторы. Методы испытания на огнестойкость.

Войтович А.А., Богуцкий Д.Ю.

АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА СИСТЕМУ ОТОПЛЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Новосельцева Д.В. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

В проектах систем отопления зданий должны применяться энергоэффективные технические решения, энергосберегающие технологии и оборудование, обеспечивающие рациональное использование топливно-энергетических ресурсов. В зданиях может применяться механическая или естественная система вентиляции.

В данной работе выполнен анализ затрат на систему отопления при использовании механической системы вентиляции с рекуперацией теплоты и при использовании естественной системы вентиляции на примере многоквартирного жилого дома.

Рекуперация тепла — это процесс подогрева выходящим из помещения теплым воздухом холодного входящего воздуха, который входит в дом для его проветривания и вентиляции. При проектировании многоквартирного жилого дома в городе Шарковщина были приняты следующие параметры:

- температура воздуха в холодный период года -24°C .
- Ориентация главного фасада здания по сторонам света – запад.
- Система теплоснабжения – централизованное теплоснабжение от ТЭЦ с параметрами воды в тепловой сети $T_1=120^{\circ}\text{C}$ и $T_0=70^{\circ}\text{C}$.
- Система отопления – водяная с искусственной циркуляцией, двухтрубная, с параметрами воды $t_1=90^{\circ}\text{C}$ и $t_0=70^{\circ}\text{C}$.
- Давление, передаваемое в систему отопления из тепловой сети $P = 5,2$ кПа.

В качестве отопительных приборов в жилых зданиях используем стальные панельные радиаторы с боковой подводкой, подобранные по каталогу «Лидея Компакт» для двухтрубной поквартирной системы водяного отопления (трубы проложены скрыто в конструкции пола в защитной трубе типа пешель). В данном проекте отопительный прибор располагаем без ниши под подоконником у наружной стены под окном, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение затрат на радиаторы на один этаж здания с механической и естественной вентиляцией.

№ помещения	Назначение помещения, тв, $^{\circ}\text{C}$ F, м2	С применением естественной вентиляции				С применением механической вентиляции			
		Расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха Qинф, Вт	Общие потери теплоты Вт	подобранные радиаторы фирмы Лидея	Смоимость из каталога Лидея, б.руб.	Расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха Qинф, Вт	Общие потери теплоты Вт	подобранные радиаторы фирмы Лидея	Смоимость из каталога Лидея, б.руб.
101	ЖК тв=18 $^{\circ}\text{C}$ F=12,32	750,58	1281,48	лк 20-512	112	0	530,89	лк10-312	47
102	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=9,57	354,48	953,33	лк 11-510	80	0	598,84	лк10-315	55
103	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=11,03	408,56	1004,35	лк 20-510	96	0	595,79	лк10-315	55
104	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=15,70	581,55	1609,02	лк22-510	110	0	1027,47	лк20-315	72
105	К тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=19,81	733,79	1460,32	лк 20-514	127	0	726,53	лк11-312	68
106	К тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=19,81	950,00	1795,29	лк 22-511	151	0	845,30	лк11-315	80
107	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=13,95	668,98	1404,67	лк 20-514	127	0	735,69	лк11-312	68
108	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=9,58	459,41	1192,43	лк 20-512	112	0	733,02	лк11-312	68
109	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=9,58	646,67	1318,14	лк 20-513	119	0	671,47	лк11-311	63
110	К тв=18 $^{\circ}\text{C}$ F=21,21	1375,71	1938,88	лк21-514	127	0	563,17	лк10-314	52
111	К тв=18 $^{\circ}\text{C}$ F=20,46	1246,50	1817,29	лк22-513	181	0	570,79	лк10-314	52
112	К тв=18 $^{\circ}\text{C}$ F=20,46	1246,50	1817,29	лк22-513	181	0	570,79	лк10-314	52
113	К тв=18 $^{\circ}\text{C}$ F=21,21	1375,71	1938,88	лк21-514	127	0	563,17	лк10-314	52
114	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=9,58	646,67	1323,27	лк 20-513	119	0	676,60	лк11-311	63
115	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=9,58	459,41	1182,16	лк 20-512	112	0	722,75	лк11-312	68
116	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=13,95	668,98	1376,62	лк11-514	104	0	707,64	лк11-312	68
117	К тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=19,81	950,00	1789,51	лк 22-511	151	0	839,52	лк11-315	80
118	К тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=19,81	733,79	1434,55	лк 20-514	127	0	700,77	лк11-312	68
119	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=15,69	581,55	1577,97	лк 22-511	151	0	996,43	лк20-315	72
120	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=11,03	408,56	1031,79	лк 20-510	110	0	623,23	лк10-315	55
121	ЖК тв=20 $^{\circ}\text{C}$ F=9,57	354,48	1029,81	лк 20-510	110	0	675,32	лк11-311	63
122	ЖК тв=18 $^{\circ}\text{C}$ F=12,32	750,58	1281,48	лк 20-512	112	0	530,89	лк10-312	47
	итого		31558,53		2746		15206,07		1368

Согласно расчёту мы выяснили, что при использовании естественной вентиляции на покупку радиаторов у нас уйдет 2746 белорусских рублей, а с механической системой вентиляции с рекуперацией теплоты 1368 белорусских рублей. Следовательно мы экономим 1378 белорусских рублей.

Так же для сравнения расхода денежных средств на трубы мы выбрали материал трубопроводов СВО — металлопласт. Данный вид труб представляет собой алюминиевую основу, которая с внутренней и внешней стороны защищена полиэтиленовыми слоями (пластик – алюминий – пластик). Прокладка трубопроводов системы отопления предусматривается скрытой. Утепление в таких случаях считается

нецелесообразным. Соединение труб осуществляется при помощи компрессионных фитингов. Преимущество компрессионного соединения состоит в том, что установка не требует применения специального инструмента и оборудования, при этом остается возможность при необходимости демонтировать соединение. Данные по сравнению сведены в Таблицу 2.

Таблица 2. Сравнение затрат на трубопроводы на один этаж здания с механической и естественной вентиляцией.

Квартира	№ участка	С применением естественной вентиляции					С применением механической вентиляции				
		тепловая нагрузка Q _{уч} , Вт	расход воды на участке G, кг/ч	длина участка, м	Диаметр мм	Стоимость труб	тепловая нагрузка Q _{уч} , Вт	расход воды на участке G, кг/ч	Диаметр мм	Стоимость труб	
1	1	4412,01	189,72	10,67	16x2	12,26	1682,43	72,34	14x2	14,72	
	2	2580,99	110,98	14,69	14x2	20,27	749,71	32,24	14x2	20,27	
	3	4412,01	189,72	10,77	16x2	12,38	1682,43	72,34	14x2	14,86	
	4	1831,02	78,73	12,25	14x2	16,91	932,72	40,11	14x2	16,91	
2	5	6979,20	300,11	10,53	20x2	16,53	4096,39	176,14	16x2	12,11	
	6	5654,90	243,16	5,65	20x2	8,87	3264,53	140,37	16x2	6,50	
	7	3627,50	155,98	3,42	16x2	3,93	2255,32	96,98	14x2	4,72	
	8	2233,10	96,02	10,90	14x2	15,04	1427,77	61,39	14x2	15,04	
	9	3627,50	155,98	3,42	16x2	3,93	2255,32	96,98	14x2	4,72	
	10	5654,90	243,16	5,45	20x2	8,56	3264,53	140,37	16x2	6,27	
	11	6979,20	300,11	10,43	20x2	16,38	4096,39	176,14	16x2	11,99	
	12	1395,24	60,00	14,61	14x2	20,16	827,56	35,58	14x2	22,94	
	13	1324,30	56,94	10,67	16x2	12,27	831,87	35,77	14x2	16,75	
	14	2028,55	87,23	13,94	16x2	16,03	1009,21	43,40	14x2	21,89	
3	15	6099,55	262,28	11,41	20x2	17,91	3214,73	138,23	16x2	13,12	
	16	2493,90	107,24	13,71	16x2	15,77	1174,57	50,51	14x2	18,92	
	17	6099,55	262,28	11,41	20x2	17,91	3214,73	138,23	16x2	13,12	
	18	3605,65	155,04	3,42	16x2	3,93	2040,16	87,73	14x2	4,72	
	19	3605,65	155,04	3,42	16x2	3,93	2040,16	87,73	14x2	4,72	
	20	1951,31	83,91	13,30	14x2	18,35	1021,92	43,94	14x2	18,35	
4	21	1656,40	71,23	11,72	14x2	16,17	1018,24	43,78	14x2	16,17	
	22	4125,00	177,38	3,35	16x2	3,85	1466,53	63,06	14x2	4,62	
	23	2419,12	104,02	16,13	14x2	22,26	759,79	32,67	14x2	22,26	
	24	4125,00	177,38	3,46	16x2	3,98	1466,53	63,06	14x2	4,77	
5	25	1705,88	73,35	13,81	14x2	19,06	706,74	30,39	14x2	19,06	
	26	4419,22	190,03	10,67	16x2	12,26	1689,57	72,65	14x2	14,72	
	27	2580,99	110,98	14,69	14x2	20,27	749,71	32,24	14x2	20,27	
	28	4419,22	190,03	10,77	16x2	12,38	1689,57	72,65	14x2	14,86	
	29	1838,23	79,04	12,25	14x2	16,91	939,87	40,41	14x2	16,91	
6	30	7067,87	303,92	10,53	20x2	16,53	4173,61	179,47	16x2	12,11	
	31	5637,34	242,41	5,65	20x2	8,87	3235,53	139,13	16x2	6,50	
	32	3644,50	156,71	3,42	16x2	3,93	2262,05	97,27	14x2	4,72	
	33	2211,20	95,08	10,90	14x2	15,04	1396,25	60,04	14x2	15,04	
	34	3644,50	156,71	3,42	16x2	3,93	2262,05	97,27	14x2	4,72	
	35	5637,34	242,41	5,45	20x2	8,56	3235,53	139,13	16x2	6,27	
	36	7067,87	303,92	10,43	20x2	16,38	4173,61	179,47	16x2	11,99	
	37	1433,30	61,63	14,61	14x2	20,16	865,80	37,23	14x2	20,16	
	38	1430,53	61,51	10,67	16x2	12,27	938,08	40,34	14x2	14,72	
7	39	1992,84	85,69	13,94	16x2	16,03	973,49	41,86	14x2	19,24	
	40	6032,40	259,39	11,41	20x2	17,91	3149,07	135,41	16x2	13,12	
	41	2485,85	106,89	13,71	16x2	15,77	1166,17	50,15	14x2	18,92	
	42	6032,40	259,39	11,41	20x2	17,91	3149,07	135,41	16x2	13,12	
	43	3546,55	152,50	3,42	16x2	3,93	1982,90	85,26	14x2	4,72	
	44	3546,55	152,50	3,42	16x2	3,93	1982,90	85,26	14x2	4,72	
	45	1904,34	81,89	13,30	14x2	18,35	978,95	42,09	14x2	18,35	
	46	1642,21	70,62	11,72	14x2	16,17	1003,95	43,17	14x2	16,17	
8	47	4125,00	177,38	3,35	16x2	3,85	1466,53	63,06	14x2	4,62	
	48	2419,12	104,02	16,13	14x2	22,26	759,79	32,67	14x2	22,26	
	49	4125,00	177,38	3,46	16x2	3,98	1466,53	63,06	14x2	4,77	
	50	1705,88	73,35	13,81	14x2	19,06	706,74	30,39	14x2	19,06	
		Итого				653,30	итого				651,57

Сравнивая затраты на трубопровод с механической вентиляцией и естественной мы видим, что разница небольшая в 1,7 Евро, так как в случае с механической вентиляцией у нас преобладают трубы 14x2, а металлополимерные трубы 14x2 на данный момент неходовые и их стоимость достаточно высока.

В результате подсчетов стоимости системы отопления одного этажа многоквартирного дома при использовании механической вентиляцией с рекуперацией тепла снижение затрат на систему отопления составило 1383 белорусских рублей. Таким образом экономия в 5-и этажном здании составит 6915 белорусских рублей; в 9-и этажном здании — 12447 белорусских рублей; в 12-и этажном здании — 16596 белорусских рублей.

Список использованных источников:

1. СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.
2. Каталог радиаторов «Лидея Компакт» [Электронный ресурс] / <https://bero.by/catalog/radiatory-lideya>.
3. Каталог систем «KAN-therm» [Электронный ресурс] / <http://ru.kan-therm.com/kan>.

Гришкевич М.Ю., Батурова А.В.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Северянин В.С., д.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Тепловая и электрическая энергия — необходимое условие жизнедеятельности человека и создания благоприятных условий его быта. Для получения энергии необходимо топливо — нефть, газ, уголь, энергия атомного ядра, дрова и другие первичные источники (солнечная, ветряная и гидроэнергия). Энергия, заключенная в этих источниках, бесполезна до тех пор, пока она не преобразуется в необходимые энергетические услуги для конечного потребителя. Ускорение научно-технического прогресса во всех странах мира требует постоянного и возрастающего с каждым годом увеличения выработки и потребления энергетических ресурсов и энергии. Это, в свою очередь, вызывает увеличение потребления углеводородного сырья, запасы которого неограничены. Постоянно растущие цены на природные ресурсы и проблемы с его получением заставляют все страны принимать меры к снижению его потребления, принятию эффективных мер по энергосбережению и повсеместному использованию нетрадиционных возобновляющихся источников энергии. Во многих случаях большое количество первичной энергии пропадает впустую ввиду неэффективной конструкции или неправильной эксплуатации оборудования. Повышение цен на топливо требует пересмотра подходов к рациональному энергосбережению применению энергосберегающих технологий при эксплуатации оборудования. В статье сделан краткий обзор основных типов накопителей, находящихся на различных стадиях разработки и внедрения и их сравнение по мощности и накапливаемой энергии. Представлены основные характеристики

накопителей, использующиеся при сравнении различных технологий накопления энергии с точки зрения их применимости в электроэнергетике.

1. Основные типы накопителей энергии

1.1. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). ГАЭС являются наиболее распространенным и используемым в течение продолжительного времени видом накопителей электроэнергии. Суммарная установленная мощность ГАЭС в мире в настоящее время составляет около 165 ГВт. Доля ГАЭС в суммарной установленной мощности накопителей в энергосистемах мира составляет 97%. [1]

1.2. Электрохимические аккумуляторы. Известно большое количество типов аккумуляторов, которое постоянно увеличивается. Наиболее известны свинцово-кислотные, никель-кадмиевые (Ni/Cad), литийионные (Li-ion), натрий-серные (Na/S), бром-цинковые (Zn/Br), ванадиевые, никель-металлгидридные. Накопители на базе литий-ионных аккумуляторов получили наиболее широкое применение в электроэнергетических системах. Они замещают вращающийся резерв в энергосистемах и применяются для регулирования частоты. Прогнозируется увеличение рынка литий-ионных батарей с 5,5 млрд. долларов США в 2007 году до 35 млрд. долларов в 2025 году. Примером может служить накопитель, установленная мощность которого 100 МВт и емкость 129 МВт·ч, который вступил в строй 1 декабря 2017 года в Австралии. Он аккумулирует энергию с ближайшей ветряной электростанции. С такой ёмкостью литий-ионных аккумуляторов Hornsdale Power Reserve в настоящее время является крупнейшим в мире накопителем. [1]

1.3. Проточные электрохимические аккумуляторы. Электролит проточных аккумуляторов находится в отдельной емкости больших размеров. Во время зарядки аккумулятора электролит прокачивается через ячейку электрохимического аккумулятора и, в заряженном виде, помещается в емкость или танк больших размеров. Объем танка определяет емкость аккумулятора, которая может достигать очень больших величин. Компания Sumitomo Electric Industries, например, создала ванадиевый проточный аккумулятор мощностью 4 МВт, длительностью разряда 6 часов и временем отклика 10 миллисекунд. [1]

1.4. Емкостные накопители. Емкостные накопители запасают электрическую энергию в виде электростатического заряда. Для промышленного применения используются суперконденсаторы (Supercapacitors, Scaps). Емкостные накопители находятся в стадии исследования и разработки прототипа. Исследователи в США и Австралии создали на базе графена сверхъёмкий суперконденсатор, способный запасать столько же энергии, сколько хранится в литий-ионных батареях. Главное преимущество предложенного устройства состоит в том, что заряжаться и разряжаться оно может за считанные секунды (минуты). Разработчики утверждают, что графеновые суперконденсаторы — это революционный прорыв в области накопления энергии. [1]

1.5. Накопители на сжатом воздухе. В накопителях на сжатом воздухе воздух сжимается и удерживается под давлением в специальной емкости большого объема. Обычно используются пещеры в скальном грунте, соляные пещеры, пористые породы, водоносные слои или нефте/газоносные слои. Развитие крупномасштабных CAES ограничено наличием доступных хранилищ сжатого воздуха. В результате, текущие исследования сфокусированы на развитии систем со специально созданными резервуарами для хранения сжатого воздуха. Наиболее мощный CAES, который был построен в 1978 году в Ханторфе, Германия, имел мощность 290 МВт и время разряда 4 часа. В конце 80-х годов Alabama Electric Co, США построила CAES 110 МВт с временем разряда 26 часов. [1]

1.6. Роторные накопители энергии. Накопление энергии производится с помощью тщательно симметрированных дисков. Диски могут вращаться со скоростью до 50000 оборотов в минуту почти без трения титановой оси на магнитном подшипнике. Вращающиеся диски соединены с моторгенератором, конвертирующем энергию вращающейся массы в электрическую и обратно. Время разряда роторных накопителей находится в интервале от нескольких секунд до нескольких минут. В июле 2011 года компания Weason Power провела презентацию первого роторного накопителя мощностью 20 МВт в Стефентауне (Stephentown), штат Нью Йорк, который предназначается для регулирования частоты в операционной зоне Независимого Системного оператора Нью-Йорка (New York Independent System Operator (NYISO)). [2]

1.7. Сверхпроводниковые магнитные накопители. Сверхпроводниковые магнитные накопители запасают энергию в магнитном поле, создаваемом постоянным током, протекающим по катушке из сверхпроводящего материала, помещенного в криогенную среду. Сверхпроводниковые магнитные накопители являются накопителями с очень высоким КПД (более 95%) и поставляет в сеть как активную, так и реактивную мощность, которые доступны практически мгновенно. Первый случай успешного применения SMES отмечен в США, в энергосистеме Bonneville Power Authority в 1980-х годах, где был установлен накопитель мощностью 20 МВт и емкостью 2,4 МВт·ч. Основная цель установки накопителя – демпфирование низкочастотных колебаний. [2]

2. Основные характеристики накопителей энергии

При сравнении различных технологий накопления энергии с точки зрения их применимости в электроэнергетике используют различные характеристики накопителей, определяемые их физическими свойствами. К таким характеристикам относятся:

- мощность – определяется величиной мощности, которую может поставить в энергосистему накопитель;
- энергоемкость – энергия, которую накопитель может запасти и поставить в энергосистему;
- время отклика – время перехода накопителя из нерабочего состояния (холостого хода, режима зарядки) в состояние поставки энергии с заявленными параметрами;
- время разряда – время, в течение которого мощность и энергия поставляются в энергосистему без подзарядки. [3]

Рассмотрим целесообразность использования индивидуальных накопителей энергии. В случаях, когда домохозяйство (квартира, дача, дом) подключено к местной сети, но возникают проблемы из-за низкого качества электричества (скачки напряжения, неконтролируемые временные отключения, низкое напряжение), и потребитель стремится сэкономить на счетах за электричество за счет использования ночного тарифа, но не хочет экономить электроэнергию днём, одним из вариантов решения является установка одного (как правило) или нескольких накопителей мощностью до 10 кВт отдельно или совместно с дизель-генератором. Преимуществами использования такого вида накопителей являются стабильное напряжение, обеспечивающее работу всех электроприборов, исчезновение нужды во включении генератора при кратковременных перебоях сети и возможность использования многоставочного тарифа. [3]

В качестве накопителя индивидуальной тепловой энергии могут применяться тепловые аккумуляторы для индивидуального отопления — это не что иное, как

утепленный железный бак с патрубками для подключения магистралей водяного отопления, предназначенный для обогрева дома в периоды, когда основной источник тепла (котел) бездействует. Использование практикуется в таких случаях:

1. При обогреве жилища печью с водяным контуром либо котлом, сжигающего твердое топливо. Накопительная емкость работает для отопления ночью, после прогорания дров или угля. Благодаря этому обеспечивается удобство пользования: домовладелец отдыхает, не бегая в котельную.
2. Когда источником тепла служит электрокотёл, а учет потребления электричества ведется многотарифным счетчиком. Энергия по ночному тарифу обходится вдвое дешевле, поэтому днем работу системы отопления полностью обеспечивает тепловой аккумулятор, обеспечивая экономичность. [3]

Бак-аккумулятор горячей воды повышает эффективность твердотопливного котла. Ведь максимальный КПД теплогенератора достигается при интенсивном горении, которое невозможно постоянно поддерживать без буферной емкости, поглощающей излишки теплоты. Чем эффективнее сжигаются дрова, тем меньше их расход. Это касается и газового котла, чей КПД снижается в режимах слабого горения. Аккумуляторный бак, заполненный теплоносителем, действует по простому принципу. Пока обогревом помещений занимается теплогенератор, вода в емкости нагревается до максимальной температуры 80-90°C (теплоаккумулятор заряжается). После отключения котла к радиаторам начинает подаваться горячий теплоноситель из накопительного бака, обеспечивающего отопление дома в течение определенного времени (тепловая батарея разряжается). Длительность работы зависит от объема резервуара и температуры воздуха на улице. [4]

Прежде чем разрабатывать схемы подключения теплового аккумулятора к котлу и трубопроводам, требуется выполнить ряд расчетов. В первую очередь необходимо вычислить тепловую производительность отопительной системы. Но показатель должен быть средним, а не с запасом на морозные дни, иначе объем резервуара будет чрезмерно большим и для его нагрева потребуются котел высокой мощности. Рациональным решением является полный расчет теплопотерь дома, здесь удобнее воспользоваться упрощенным принципом, согласно которому на 10 м² площади дома требуется 1 кВт тепла, чтобы прогреть его в сильные морозы. Среднее значение будет меньше наполовину. Таким образом, чтобы отопить свой дом в 100 м², требуется максимум 10 кВт, а в среднем – 5 кВт. Исходить следует из того, что промежуток времени, в течение которого система должна функционировать при неработающем котле, составляет 8 часов. То есть, если в час требуется 5 кВт, то необходимый запас тепловой энергии на 8 часов составит 8×5=40 кВт. [4]

Максимальная температура воды в баке составит 90 градусов, а оптимальная температура теплоносителя в локальной радиаторной системе приблизительно 60 градусов, таким образом, находим разницу температур, она будет равна 30 градусам.

Чтобы рассчитать объем теплоаккумулятора (ТА) для котла отопления, используем формулу $Q = cm\Delta t$, причем нам требуется найти значение m , то есть, формула будет выглядеть следующим образом: $m = Q / c \Delta t$

Q – расход тепловой энергии (у нас – 40 кВт);

Δt – разность температур (у нас – 30°C);

c – значение удельной теплоемкости воды, 0.0012 кВт / кг °С (4.187 кДж / кг °С);

Проводим вычисления: $m = 40 / 0.0012 \times 30 = 1111$ кг, то есть, если округлить в большую сторону, объем резервуара должен составлять около 1,2 м³. Зная требуемый объем и используя простые геометрические формулы, можно вычислить габариты цилиндрического или прямоугольного резервуара. [4]

Такое устройство способно поддерживать температуру теплоносителя в радиаторах на уровне 60 градусов в течение 8 часов, дальше температура станет постепенно снижаться, но до полного остывания помещений пройдет еще около 3-4 ч.

Тепловые аккумуляторы подходят только для индивидуального отопления, так как теплоноситель подогревается циклично. В централизованных системах горячая вода в батарее подается постоянно с одинаковой температурой, поэтому смысла в накоплении тепловой энергии нет. Тепловой аккумулятор позволяет сгладить перепады температуры воды в контурах, увеличивает интервалы между загрузками топлива, экономит деньги на энергоноситель. [5]

Рассмотрим другой вариант индивидуальных накопителей на примере накопителя энергии с функцией источника бесперебойного питания (ИБП) для дома с подключенной сетевой мощностью 5 кВт. В состав накопителя энергии входит следующий набор оборудования: силовой преобразовательный модуль (инвертор), аккумуляторная батарея, система управления. Функция ИБП позволяет в течение нескольких часов автономно обеспечивать питание дома в случаях аварии в сети. Накопитель энергии позволяет решить проблему потребности в дополнительной мощности при периодическом пиковом потреблении — нет необходимости ждать согласований сетевой организации (от 4-х месяцев). [5]

Заключение:

1. Технологии накопления энергии развиваются высокими темпами, накопители энергии находят все более широкое применение в практике регулирования и управления режимами электроэнергетических систем.

2. Малое время отклика, значительные величины мощности и энергоемкости открывают широкие перспективы применения накопителей для управления как установившимися, так и переходными режимами электроэнергетической

3. Широкое использование в электроэнергетических системах получили ГАЭС, непрерывно растет установленная мощность электрохимических аккумуляторов. Некоторые типы накопителей — например суперконденсаторы — находятся в стадии создания прототипов и их испытания. Графеновые суперконденсаторы могут обеспечить революционный прорыв в области накопления электрической энергии.

4. С помощью использования индивидуальных накопителей энергии можно добавить мощность для индивидуального энергетического хозяйства в период проседаний нагрузок в часы пик в общих распределительных сетях, т.е. накопитель электрической энергии, устанавливаемый дома или на даче, позволяет в значительной степени повысить качество энергоснабжения.

5. В связи с современным техническим прогрессом и бурным развитием техники, потребители используют дорогостоящую бытовую аппаратуру и технику. Скачки сетевого напряжения нередко вызывают ее поломку и отказ. Но при использовании накопителей удастся избежать большого количества проблем, тем самым создается стабильное напряжение, обеспечивающее устойчивую работу электроприборов.

Список использованной литературы:

1. <https://www.elec.ru/articles/nakopiteli-energii-dlya-effektivnoj-raboty-energosa/> - Накопители энергии для эффективной работы энергосистемы
2. <https://www.bsmu.by> – Основы энергосбережения
3. <https://teplo-ltd.ru/> - Тепловые аккумуляторы для индивидуального отопления
4. <https://issuu.com/> - Производство накопителей электрической энергии
5. <https://electric-220.ru/> - Накопители электрической энергии для дома

Кухарчук Т.В., Мельник Е.И., Рабчук А.С.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ДВУХ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ: ПОСЕКЦИОННО ЗАКОЛЬЦОВАННОЙ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЦИРКУЛЯЦИОННЫМ СТОЯКОМ И С ПОЛОТЕНЦЕСУШИТЕЛЯМИ НА ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СТОЯКАХ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Новосельцева Д.В. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

В настоящее время повсеместно возникает вопрос о стоимости того или иного продукта. Так же происходит и при выборе технических решений для строительства внутренних сетей зданий. Предпочтение отдают тем системам, которые будут более эффективными, малозатратными и с меньшей материалоемкостью. Поэтому в данной научной работе мы решили запроектировать две разные системы теплоснабжения жилого дома и сравнить их по стоимости и материалоемкости.

Нами были запроектированы и рассчитаны две системы горячего водоснабжения для шестиэтажного жилого дома на 24 квартиры: посекционно закольцованная и с полотенцесушителями на циркуляционных стояках.

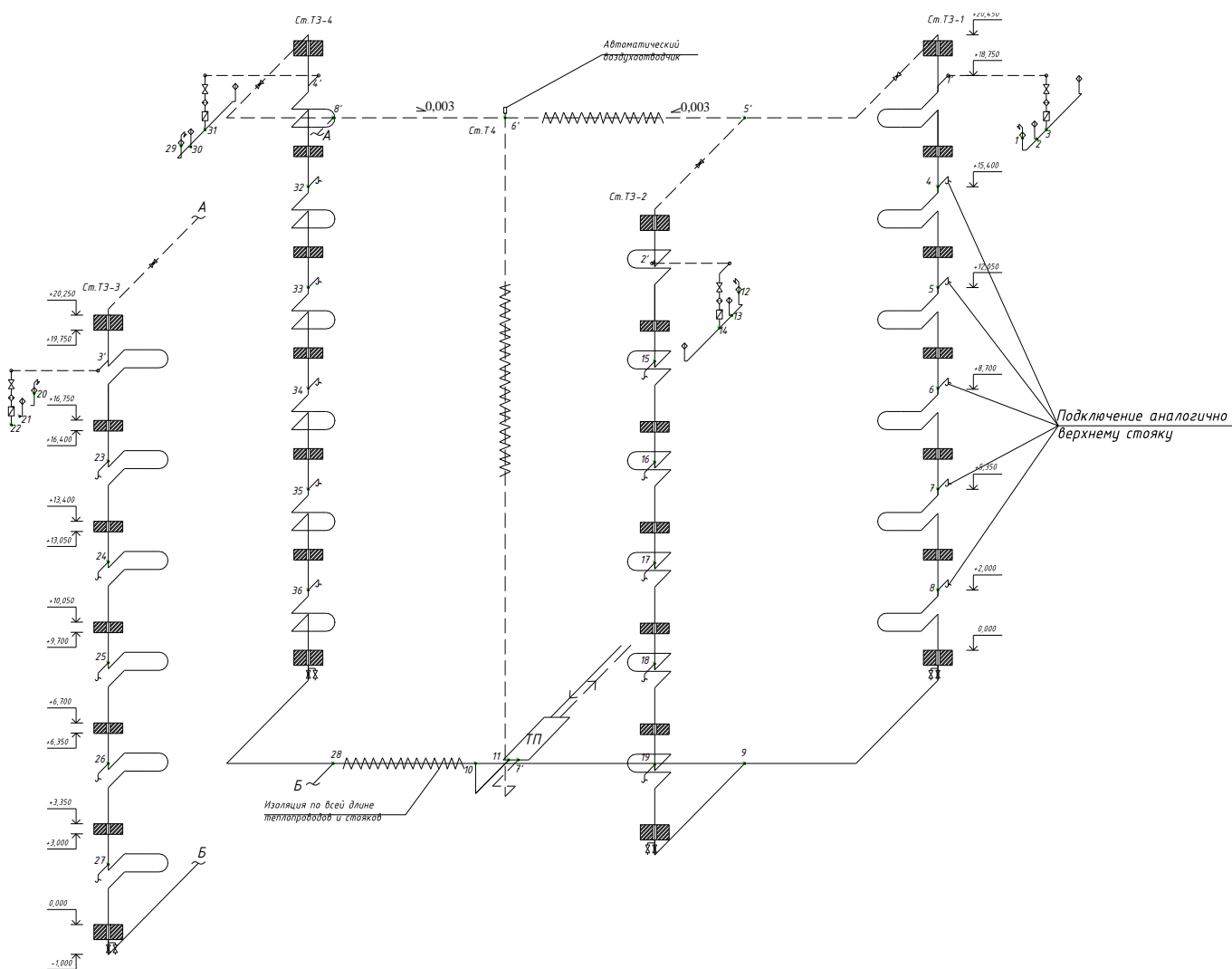


Рис.1 Аксонометрическая схема посекционно закольцованной системы с дополнительным циркуляционным стояком.

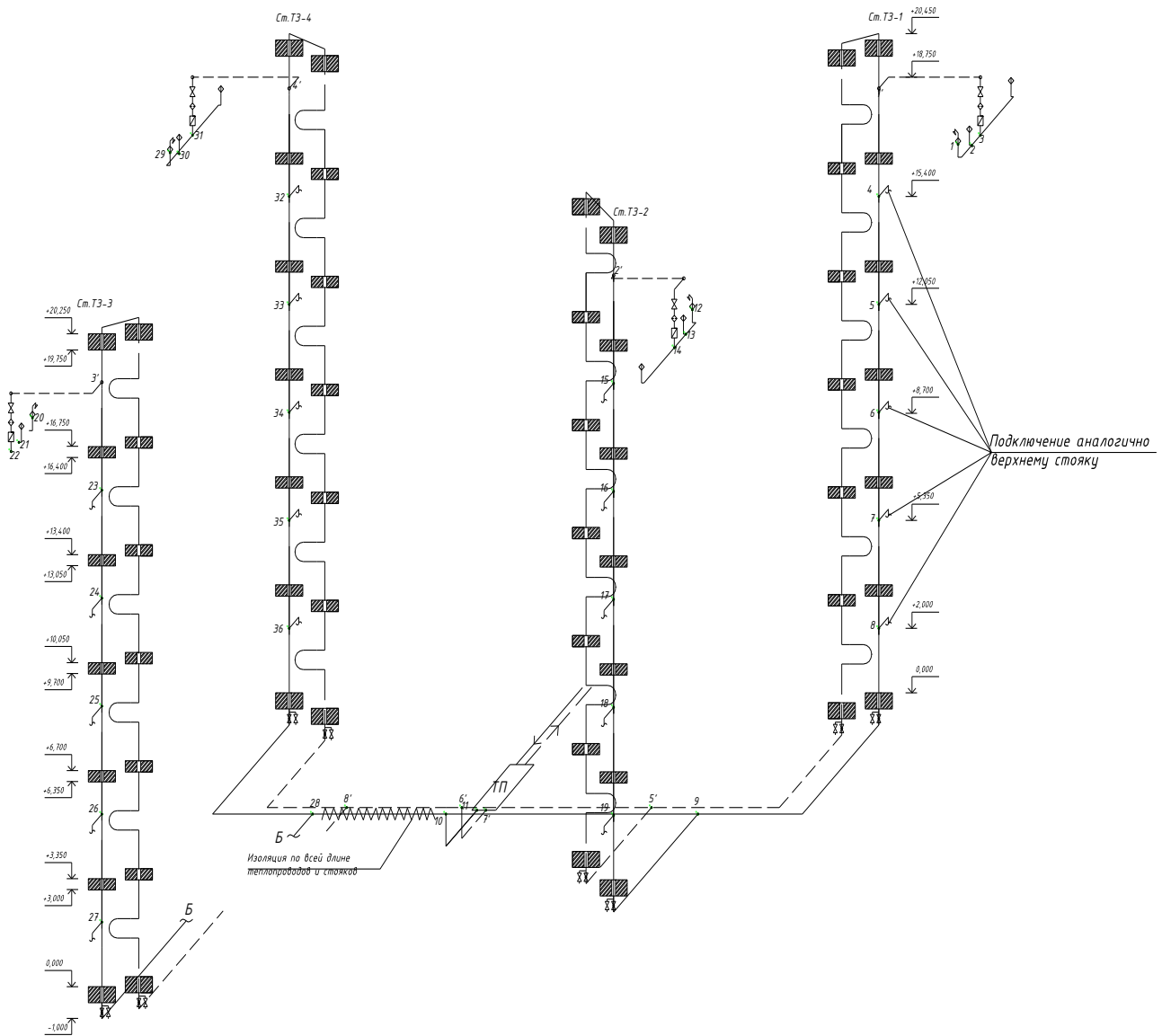


Рис.2 Аксонометрическая схема системы с полотенцесушителями на циркуляционных стояках.

Таблица 1. Гидравлический расчет подающих теплопроводов.

№ расчётного участка	Общее число приборов на расчётном участке N, шт.	Вероятность действия P^h	NP^h	Коэффициент α	Расчетный расход q^h , л/с	Диаметр трубопровода D, мм	Скорость воды v, м/с	Длина участка l, м	Удельные потери напора R, кПа/м	Коэффициент k1	Потери напора на участке H, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СтЗ-1											
1-2	1	0,016	0,016	0,205	0,18	25	0,8	1,2	0,551	0,5	0,10
2-3	2	0,016	0,032	0,241	0,241	25	1,105	1,4	0,962	0,5	0,20
3-4	3	0,016	0,048	0,27	0,27	25	1,25	9,6	1,171	0,5	1,69
4-5	6	0,016	0,096	0,338	0,338	25	1,552	7,8	1,753	0,5	2,05
5-6	9	0,016	0,144	0,393	0,393	32	1,079	7,8	0,69	0,5	0,81
6-7	12	0,016	0,192	0,441	0,441	32	1,223	7,8	0,856	0,5	1,00
7-8	15	0,016	0,24	0,485	0,485	32	1,355	7,8	1,012	0,5	1,18
8-9	18	0,016	0,288	0,524	0,524	40	0,948	15,2	0,386	0,5	0,88
9-10	36	0,016	0,576	0,727	0,727	40	1,327	9,3	0,697	0,2	0,78
10-11	72	0,016	1,152	1,047	1,047	50	1,247	2,6	0,46	0,2	0,14
										сумма	8,83

Таблица 2. Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов.

№ участка	Длина участка l, м	циркуляционный расход воды $q_{\text{сг}}$, л/с	Диаметр трубопровода D, мм	Скорость движения воды v, м/с	Удельные потери напора R, кПа/м	Коэффициент k ₁	Потери напора $H_{\text{сг}}$, м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СтТЗ-1								
10-11	2,6	0,116	50	0,1	0,009	0,2	0,003	подающий трубопровод
9-10	9,3	0,059	40	0,1	0,008	0,2	0,009	
8-9	15,2	0,032	40	0,1	0,002	0,5	0,005	
7-8	7,8	0,032	32	0,1	0,008	0,5	0,009	
6-7	7,8	0,032	32	0,1	0,008	0,5	0,009	
5-6	7,8	0,032	32	0,1	0,008	0,5	0,009	
4-5	7,8	0,032	25	0,12	0,026	0,5	0,030	
3-4	9,6	0,032	25	0,12	0,026	0,5	0,037	
1'-5'	9,74	0,032	16	0,34	0,222	0,2	0,259	циркуляционный трубопровод
5'-6'	8,28	0,059	20	0,4	0,228	0,2	0,227	
6'-7'	34,3	0,116	20	0,86	0,602	0,2	2,478	
Σ =	120,22					Σ =	3,076	

Таблица 3. Гидравлический расчет подающих теплопроводов.

№ расчётного участка	Общее число приборов на расчётном участке N, шт.	Вероятность действия P _н	N _{Рн}	Коэффициент α	Расчётный расход q _{рн} , л/с	Диаметр трубопровода D, мм	Скорость воды v, м/с	Длина участка l, м	Удельные потери напора R, кПа/м	Коэффициент k ₁	Потери напора на участке H, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СтТЗ-1											
1-2	1	0,016	0,016	0,205	0,185	25	0,8	1,2	0,551	0,1	0,07
2-3	2	0,016	0,032	0,241	0,241	25	1,105	1,4	0,962	0,1	0,15
3-4	3	0,016	0,048	0,27	0,270	25	1,25	5,35	1,171	0,1	0,69
4-5	6	0,016	0,096	0,338	0,338	25	1,552	3,35	1,753	0,1	0,65
5-6	9	0,016	0,144	0,393	0,393	32	1,079	3,35	0,69	0,1	0,25
6-7	12	0,016	0,192	0,441	0,441	32	1,223	3,35	0,856	0,1	0,32
7-8	15	0,016	0,240	0,485	0,485	32	1,355	3,35	1,012	0,1	0,37
8-9	18	0,016	0,288	0,524	0,524	40	0,948	10,74	0,386	0,2	0,50
9-10	36	0,016	0,576	0,727	0,727	50	0,827	9,3	0,237	0,2	0,26
10-11	72	0,016	1,152	1,047	1,047	50	1,247	2,6	0,46	0,2	0,14
										Сумма	3,40

Таблица 4. Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов.

№ участка	Длина участка l, м	Циркуляционный расход воды q _{сг} , л/с	Диаметр трубопровода D, мм	Скорость движения воды v, м/с	Удельные потери напора R, кПа/м	Коэффициент k ₁	Потери напора $H_{\text{сг}}$, м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СтТЗ-1								
10-11	2,6	0,1047	50	0,1	0,007	0,2	0,002	подающий трубопровод
9-10	9,3	0,0544	50	0,1	0,002	0,2	0,002	
8-9	10,74	0,0299	40	0,1	0,002	0,2	0,003	
7-8	3,35	0,0299	32	0,1	0,007	0,1	0,003	
6-7	3,35	0,0299	32	0,1	0,007	0,1	0,003	
5-6	3,35	0,0299	32	0,1	0,007	0,1	0,003	
4-5	3,35	0,0299	25	0,1	0,023	0,1	0,008	
1'-4	3,35	0,0299	25	0,1	0,023	0,1	0,008	циркуляционный трубопровод
1'-5'	46,55	0,0299	16	0,3	0,196	0,5	1,369	
5'-6'	7,23	0,0544	20	0,4	0,202	0,2	0,175	
6'-7'	2,37	0,1047	20	0,75	0,588	0,2	0,167	
Σ =	95,54					Σ =	1,743	

Произвели гидравлический расчет подающих теплопроводов с целью определения диаметров и потерь напора в системе, определили потери теплоты теплопроводами и полотенцесушителями системы горячего водоснабжения для нахождения циркуляционного расхода воды, а также определили диаметры циркуляционных теплопроводов, потерь давления в них и в циркуляционных кольцах[1]. Результаты расчетов посекционно закольцованной системы и системы с полотенцесушителями на циркуляционных стояках свели в таблицы 1, 2 и 3, 4 соответственно.

В результате получили, что посекционно закольцованная система по протяженности трубопроводов получилась менее материалоёмкой, чем система с полотенцесушителями на циркуляционных стояках. Но подсчитав общую стоимость трубопроводов [3] для всей системы, видим, что по этому показателю выгоднее применение системы с полотенцесушителями на циркуляционных стояках, т.к. её стоимость ниже. И это результаты без учета количества и стоимости всех фиттингов и отводов, а также циркуляционных и повысительных насосов. Результаты подсчетов по стоимости трубопроводов свели в таблицы:

Посекционно закольцованная система ГВС			
Диаметр трубопровода, мм	Длина, м	Стоимость 1 пог.м, BYN	Стоимость, BYN
16	30,16	1,56	47,05
20	48,52	1,68	81,51
25	41,60	2,56	106,50
32	69,60	4,43	308,33
40	62,10	7,13	442,77
50	2,60	11,50	29,90

Всего: 1016,06 BYN, $L_{\text{общ.}}=254,58$ м.

Система ГВС с полотенцесушителями на циркуляционных стояках			
Диаметр трубопровода, мм	Длина, м	Стоимость 1 пог.м, BYN	Стоимость, BYN
16	160,92	1,56	251,04
25	26,80	2,56	68,61
32	40,20	4,43	178,09
40	41,19	7,13	293,68
50	11,90	11,50	136,85

Всего: 928,27 BYN, $L_{\text{общ.}}=281,01$ м.

Список использованной литературы:

1. Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Теплоснабжение» на тему «Горячее водоснабжение жилого дома». – Брест, 2016 – 40 с.
2. Новосельцев В.Г. Лекционный курс по теплоснабжению. – Брест, 2019.
3. https://santeh24.by/catalog/truby_i_fitingi/truby_polipropilenovye/

Лопачук С.А., Катаржнова В.А., Антонович Д.А.

АКУСТИЧЕСКИЙ КОМФОРТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Ключева Е. В. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

На сегодняшний день одной из мировых тенденций в экономике является применение энергосберегающих технологий. Повысить эффективность систем вентиляции и кондиционирования воздуха, улучшить их акустические и шумовые характеристики в том числе, позволяет применение новых воздухопроводов, в связи с

особенностями теплофизических характеристик материалов, применяемых для их изготовления. Текстильные воздуховоды предназначены для раздачи воздуха в системах центрального кондиционирования, вентиляции и холодоснабжения. Это специальные технологичные распределительные элементы системы для подачи и отвода воздуха.

Тканевые распределительные воздушные системы различаются материалом изготовления и могут быть нескольких видов:

- Воздухопроницаемая ткань (полиэфир).
- Ткань с микроперфорацией. Отверстия в ткани позволяют осуществлять наиболее равномерное распределение воздуха по помещениям при низких его скоростях. Способ распределения по таким воздуховодам дает возможность использовать их в непосредственной близости от зоны скопления людей.
- Перфорированный текстиль. Имеет большую «дальнобойность» благодаря чему такие изделия используются вдали от скопления людей.
- «Текстильное сопло». Использование такого материала в раздаче воздушного потока подходит для точечной подачи воздуха в рабочее пространство. Кроме того, его используют для создания воздушных завес.



Рисунок 1. Воздухораспределительная сеть из текстильных воздуховодов.

Способность текстильных воздуховодов пропускать воздух всей их поверхностью позволяет при устройстве большей протяженности не предпринимать ступенчатого уменьшения сечения для того, чтобы обеспечивать равномерность подачи воздушного потока.

Распределение воздуха осуществляется сквозь перфорированный материал, причем отверстия разного диаметра позволяют подавать воздух на различные расстояния с необходимыми скоростями. Так, микроперфорация обеспечивает равномерную раздачу, как правило, охлажденного воздуха при низких скоростях. Воздух при этом раздается по всей площади воздуховода, обеспечивая большую зону покрытия, а малая дальнобойность позволяет использовать данный вид воздухораспределения в непосредственной близости от рабочей зоны.

Особое место в обеспечении акустического комфорта занимают каркасные и бескаркасные гибкие воздуховоды. Основой эластичных бескаркасных воздуховодов является вспененный полиэтилен, на внешнюю и внутреннюю поверхности которого для прочности и герметичности нанесено алюминиевое покрытие. Этот материал для тепло-, звуко- и пароизоляции, фольгированный пенополиэтилен класса отражающей изоляции, получил название «Пенофол» (рис. 2). Этот комбинированный материал состоит из алюминиевой полированной фольги толщиной 20 микрон и основы из вспененного полиэтилена разной плотности, структуры и толщины (от 2 до 10 мм). Алюминиевая фольга отполирована до такой степени, что отражает тепло,

препятствует его выходу из помещения. Коэффициент отражения у нее не менее 97%. Можно сравнить эту фольгу с обычной строительной, у которой данный коэффициент 50-70%. Пенофол не поглощает влагу, не требует установки дополнительной пароизоляции, на его свойствах никак не сказывается температурный и влажностный режим помещений. Звукопоглощение пенофола не меньше 32 дБ, причем защищает он и от структурного, и от акустического шума. Выпускается пенофол в рулонах. Этот тонкий, легкий, гибкий материал очень удобно и просто монтировать.



Рисунок 2. Материал «Пенофол» для изготовления гибких воздуховодов.

Все перечисленные свойства делают пенофол уникальным материалом, позволяющим создать комплексную изоляцию жилого дома, бани или сауны, а также административных и промышленных зданий, складов, магазинов, холодильных камер. Для построения акустически комфортной вентиляционной сети важен детальный подход ко всем ее элементам. В малошумной системе вентиляции сеть воздуховодов должна быть «тихоходной» и иметь минимальное аэродинамическое сопротивление, поэтому для ее построения оправданно использовать воздуховоды с увеличенной площадью сечения, обтекаемые фасонные элементы и клапаны, воздух через которые движется с минимальной скоростью.

Чтобы шум от вентилятора не распространялся по воздуховодам, на путях у него должны быть установлены канальные шумоглушители. Их в обязательном порядке монтируют до и после вентилятора. Канальные шумоглушители необходимо устанавливать за каждым воздухозаборным и воздухораспределительным устройством. Так же хорошие результаты с точки зрения защиты комнат от шумов из вентиляционной сети дает покрытие внутренних поверхностей вентиляционных каналов защитной пленкой.

Возможная альтернатива — создание вентиляционной сети из гибких воздуховодов, представляющих собой конструкцию, изготавливаемую из фольги алюминиевого типа, которая соединяется посредством скрепления между собой нескольких слоев материала. При этом вся конструкция представляет собой округлую форму, изготавливаемую благодаря имеющемуся каркасу из стальной проволоки, свитой в виде спирали.

Чтобы осуществить монтаж гибких воздуховодов наилучшим образом на поворотах системы транспортировки воздуха, прибегают к использованию металлических оцинкованных «колен», которые имеют плавную жесткую конструкцию и создают наименьшее аэродинамическое сопротивление. Такой метод монтажа способствует повышению надежности скрепляемой конструкции, что позволяет не допустить образование изломов, особенно, что касается таких мест, как повороты. Примером гибких звукоизолированных воздуховодов-шумоглушителей

могут служить воздуховоды фирмы DEC (Нидерланды). Однако строить из них разветвленные вентиляционные сети зачастую нецелесообразно. Дело в том, что потери давления в них намного выше, чем в гладких воздуховодах из оцинкованной стали такого же сечения.

Для борьбы с шумом таких источников специалисты-акустики справедливо рекомендуют прямоугольные и трубчатые глушители, устанавливаемые при вводе воздуховодов в помещения. Вместе с тем, в последнее время находят применение в практике проектирования вентиляции жилых и общественных зданий гибкие каркасные и бескаркасные (эластичные) воздуховоды из синтетических материалов, обладающие достаточно высокими акустическими и аэродинамическими качествами.

Гибкие каркасные воздуховоды могут быть со звукопоглощающим слоем или без него. Воздуховоды со звукопоглощением представляют собой трехслойную конструкцию. Их внутренний и внешний слои состоят из синтетического материала с алюминиевой фольгой, а средний слой — из супертонкого минерального волокна, например, из базальтового, с толщиной слоя 25 мм. Для механической прочности средний слой монтируется на каркасе из металлической спирали. При транспортировке воздуховоды сжаты по продольной оси, а при монтаже в месте установки — растянуты на необходимую длину (в пределах длины наружного и внутреннего покрытия). Внутренний слой воздуховодов может иметь перфорацию. Размер отверстий составляет десятые доли миллиметра, шаг 10—20 мм. Необходимую герметичность воздуховодов обеспечивает наружное покрытие. Каркасные воздуховоды без звукопоглощения имеют только один наружный слой.

Аэроакустические испытания таких воздуховодов проводились на универсальном стенде НИИ Строительной физики стандартными методами.

По результатам испытаний можно отметить следующее:

1. Гибкие каркасные воздуховоды со звукопоглощением при длине 3 м обладают значительными акустическими качествами в широком диапазоне частот (рис. 3). Во всех воздуховодах максимальная величина снижения уровня шума 28–35 дБ достигается только в одной октавной полосе со среднегеометрической частотой 2 000 Гц. Снижение в диапазонах низких частот составляет 3—12 дБ, а в диапазоне высоких 10—20 дБ. На средних частотах эффективность гибких воздуховодов мало зависит от типа и составляет 25—30 дБ. Исключение составляет акустическая характеристика воздуховода типа SonoConnect с провалом на частоте 1 000 Гц.

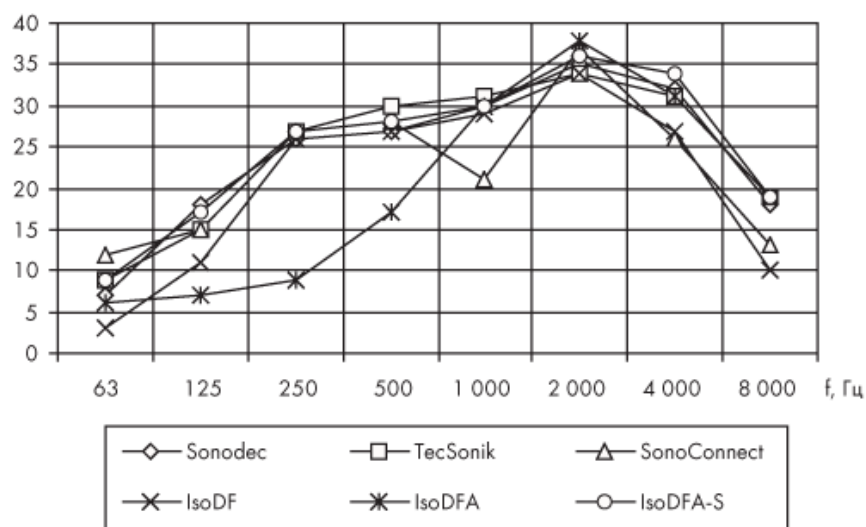


Рисунок 3. Уровень шума гибких каркасных воздуховодов со звукопоглощением различных типов.

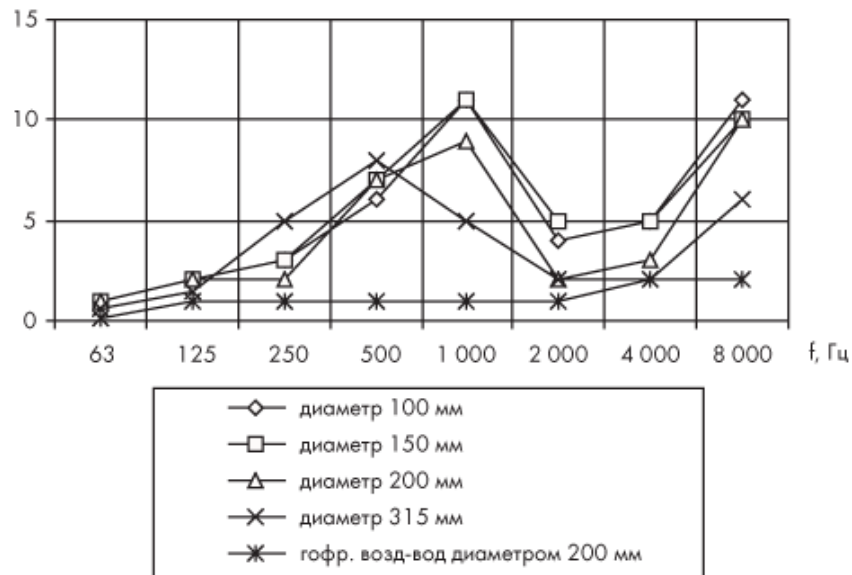


Рисунок 4. Уровень шума гибких бескаркасных воздуховодов различных типов.

2. Акустическая эффективность гибких бескаркасных воздуховодов выше, чем у алюминиевого гофрированного воздуховода, но значительно ниже, чем у каркасных воздуховодов (рис. 4). При этом максимум величины снижения шума перемещается в октавную полосу со среднегеометрической частотой 1 000 Гц, на ее частотной характеристике появляется провал в диапазоне высоких частот. Увеличение диаметра воздуховода влияет мало, а увеличение толщины стенки воздуховода с 8 до 16 мм приводит к снижению акустической эффективности (рис.5).

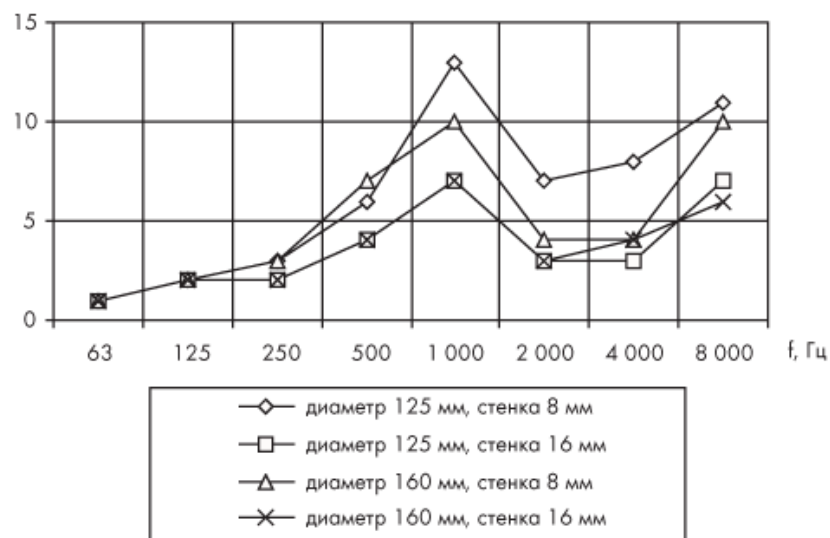


Рисунок 5. Зависимость акустической эффективности гибких воздуховодов при различных их параметрах.

Таким образом, гибкие каркасные воздуховоды со звукопоглощающей облицовкой обладают значительными акустическими качествами и могут быть использованы на конечных участках вентиляционных сетей для снижения шума дросселей и другой регулирующей поток арматуры. Ограничением для их использования является высокое гидравлическое сопротивление (из-за повышенной шероховатости) и, соответственно, высокая генерация аэродинамического шума (по сравнению с металлическими воздуховодами). Поэтому в тихих помещениях (с допустимыми уровнями звука менее 35 дБА) они могут использоваться при скорости потока не более 5 м/с. Также акустические качества гибких бескаркасных

воздуховодов (из «Пенофола») существенно ниже, чем у каркасных. Однако они обладают невысокой шероховатостью, а потери давления и генерируемый в них шум ниже даже при более высоких скоростях потока. Кроме этого, «Пенофол» — материал, который легко поддается механической обработке, хорошо режется и склеивается. Из него можно изготавливать не только протяженные прямые участки и плавные повороты, но и различные фасонные элементы: тройники, крестовины, прямоугольные повороты.

Список использованных источников:

1. Акустические и аэродинамические характеристики гибких воздуховодов [электронный ресурс] / режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2327. – дата доступа: 11.03.2020г.
2. Акустический комфорт: как сделать механическую вентиляцию малозумной [электронный ресурс] / режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6307. – дата доступа: 11.03.2020г.
3. Утеплитель пенофол: общие и технические характеристики, применение для теплоизоляции [электронный ресурс] / режим доступа: <https://dearhouse.ru/uteplenie/uteplitel-penofol-xarakteristiki/>. – дата доступа: 11.03.2020г.
4. Сальникова С.Р. текстильные воздуховоды – ресурсосберегающая технология в вентиляции // Материалы научного семинара, посвящённого 80-летию д.т.н. профессора В.С. Северянина, Брест, БрГТУ, 21 марта 2017 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: УО «БрГТУ», 2017. – 155 с.
5. Текстильные воздуховоды и распределение воздушных потоков [электронный ресурс] / режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2327. – дата доступа: 11.03.2020г.

Ковальчук А.В.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ В ГРАЖДАНСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

При рабочем процессе на самочувствие человека и его производительность труда влияют вредные выделения (в технической литературе часто называемые «вредности»). Каждый вид вредного выделения имеет свой источник и негативно воздействует на конкретный орган организма человека или на систему тканей человеческого организма. Ниже приводится краткая характеристика вредных выделений, наиболее часто встречающихся в помещении.

Конвективное тепло передаётся воздуху помещения людьми, нагретыми поверхностями технологического оборудования, расплавленным металлом и т.п., вызывая повышение температуры в рабочей зоне помещения выше нормируемой, что приводит к возрастанию нагрузки на сердечно-сосудистую систему.

Лучистое тепло поступает от расплавленного металла, нагретых стенок печей, горячих ванн, нагретых отливок и т.п. Лучистое тепло вызывает нагрев не только кожи, но и внутренних тканей человека, способствует обезвоживанию организма, следствием которого является тепловой удар.

Конвективные и лучистые тепловыделения в умеренных количествах не являются вредными выделениями. Они становятся таковыми, когда становятся тепловыми избытками и ухудшают теплоотдачу человеческого организма. Тепловые избытки определяются на основе теплового баланса помещения.

Влага (водяные пары) поступают в воздух помещений от человека, от технологических процессов, связанных с применением воды и водяного пара. Работа в условиях повышенной влажности может явиться причиной заболевания ревматизмом. Аналогично поступлениям теплоты, выделения влаги также не являются вредностями. Ими становятся избытки влаги, повышающие влажность воздуха выше предела, установленного нормами. Избытки влаги определяются по балансу как разность влаговыделений и потерь влаги.

Оксид углерода СО – угарный газ без запаха и цвета, является продуктом неполного сгорания углерода. Оксид углерода более активно (нежели кислород воздуха) соединяется с гемоглобином крови, связывает его и вызывает кислородное голодание организма. Поскольку оксид углерода легче воздуха, она может интенсивно распространяться по помещению. Признаки отравления: головная боль, тошнота, слабость. При длительном вдыхании возможен летальный исход.

Также, к вредным выделениям относят:

сернистый газ SO_2 ; пары растворителей; пары синильной кислоты HCN ; марганец Mn ; свинец Pb ; ртуть Hg ; окислы азота NO_x ; соединения фтора; сероуглерод CS_2 ; озон; хлор; хромовый ангидрид и многие другие химические соединения.

Пыль выделяется в воздух производственных помещений и в атмосферу в результате технологических процессов, связанных с дроблением, шлифовкой, механической очисткой поверхностей от окалина и т.п. Значительное выделение пыли происходит в цехах предприятий текстильной, горнорудной, металлообрабатывающей, деревообрабатывающей, зерноперерабатывающей и других отраслей промышленности. По действию на организм человека различают ядовитую пыль: свинцовая, ртутная и пр., и не ядовитую пыль: песчаная, асбестовая и другая.

Ядовитая пыль вызывает отравление, неядовитая пыль при длительном вдыхании может вызывать у человека различные лёгочные заболевания (силикоз, асбестоз). Пыли, образующиеся при размельчении горючих материалов взрывоопасны, вследствие очень развитой суммарной поверхности пылевых частиц, по сравнению с поверхностью вещества, из которого они получены. К таким видам пыли относятся мучная, угольная, табачная, сахарная и другие, т.е. пыли мелкодисперсные.

Для борьбы с вредными выделениями в помещениях устраивают системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – 1999. – 7 с.
2. СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.

Чубрик А.Н., Богданович М.Д., Шпильчук С.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Новосельцев В.Г. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

При выборе электрических конвекторов для отопления дома или квартиры очень важно обратить внимание на такие детали: какую максимальную температуру имеет поверхность отопительного прибора, равномерно ли нагревается прибор по всей своей поверхности, как быстро он нагревается, имеет ли он защиту от перегрева, обеспечивает ли он пожаробезопасный режим работы.

Многие пользователи, выбирая электрические конвекторы, считают, что лучше тот прибор, который обладает большей мощностью. С какой-то стороны это так, но нужно учитывать условия эксплуатации оборудования. Обогреватели могут работать как основное отопительное оборудование, так и как вспомогательное — функционируя тогда, когда не справляется основное отопление. В соответствии с этими рассчитывается и мощность тепловой техники. Для обогрева квартиры с отоплением лучше выбрать электрический конвектор пониженной мощности и чтобы температура нагревательного элемента была невысокой. Почему это важно?

Во время отопительного периода существует проблема пересушенного воздуха в помещении. Слишком пересушенный воздух влияет на наше здоровье. Пересушенные слизистые носоглотки уже не защищают организм в достаточной мере от болезнетворных бактерий и сезонных инфекций.

На самом деле, все отопительные приборы, даже батареи центрального отопления сушат воздух. Когда нагревается воздух, уменьшается его относительная влажность. Влажность будет снижаться при любом повышении температуры, вне зависимости от чего эта температура поднялась. Главное, чтобы она была в норме — 40-60% для жилых помещений. И низкая влажность, и высокая влажность — вредны для здоровья.

Если температуру воздуха резко снизить, то способность воздуха впитывать воду также снизится. А если воздух нагреть резко, он станет впитывать в себя всю влагу в помещении — в том числе с вашей кожи и слизистых. Здесь ключевое слово — «резко». Резко нагрелось. Резко охладилось. Чтобы не было эффекта пересушенного воздуха, необходимо не резко, а постепенно изменять температуру воздуха. Следует выбирать конвекторы, у которых греющий элемент невысокой температуры, не более 90°C. Как правило, это обогреватели небольшой мощности или с большой площадью радиатора. У мощного обогревателя температура нагревательного элемента выше 300°C. Иначе бы он не смог быстро нагреть помещение.

Вы можете подумать, если температура ниже, то и греет он хуже. Но это не совсем так. Поверхность водяной батареи центрального отопления зимой не более 85°C. Но вам же тепло с такими батареями. Поэтому самое главное — какого размера радиатор, который рассеивает тепло от этого греющего элемента. Чем он больше, тем он больше отводит тепла в окружающую среду.

Также электрические конвекторы должны быть снабжены термовыключателем с самовозвратом, исключающим перегрев и обеспечивающим пожаробезопасный

режим работы. Специально для обогрева ванных комнат и других помещений с повышенной влажностью выпускаются влагозащищённые приборы. Согласно ТКП 45-4.04-326-2018 «Системы электрооборудования жилых и общественных зданий» нагревательные приборы, применяемые в системах электроотопления с температурой более 75°C, следует отделять решетками из негорючих материалов или применять другие конструктивные меры, исключающие касание или попадание предметов обихода непосредственно на прибор.

Мы провели измерения электрического конвектора МИСОТ Эвут 0,5/220-001 мощностью 500 Вт белорусского производителя при минимальном и максимальном режиме работы. Габаритные размеры прибора – 110x450x250, вес – 4,4 кг, условная площадь нагрева – 7,5 м². Согласно паспорту прибора при максимальном режиме работы максимальная температура поверхности прибора - 85°C.

Для измерений температур мы выбрали 6 точек: 3 точки в верхней части прибора и 3 в нижней (рисунок 1).



Рисунок 1. Значения температур при минимальном режиме.

При минимальном режиме время нагрева прибора составило ~ 8 минут. Измерения показали что прибор нагревается больше в центральной части, а самая высокая температура в верхней точке (2) (рисунок 2), которая составила 37,5°C. В нижней центральной (5) немного ниже – 35,5°C, 1 и 6 точка – 31,5°C, 3 и 4 – 29,5°C.

При максимальном режиме время нагрева с минимального режима составило 20 минут.

Измерения снова показали что центральная верхняя часть корпуса нагревается больше. Во 2 точке температура составила – 70,5°C, в центральной 5 точке - 63°C. Температуры в крайних точках 1- 57,5°C, 3 - 51°C, 4 - 47,5°C, 6 - 51°C.

В результате измерений мы выяснили что прибор нагревается неравномерно и с достаточно большой разницей: между центральными и крайними точками – от 5 до 23°C, что влияет на нагрев отапливаемого помещения, что связано с неудачной конструкцией самого прибора, а именно размещением ТЭНа (трубчатого электронагревателя). Прибор нагревался бы более равномерно если бы внутри него было два ТЭНа: один – в верхней части корпуса, второй – в нижней.



Рисунок 2. Значения температур при максимальном режиме.

Мы изучили характеристики электрических конвекторов других производителей:

- Noirot Spot E-3 – Франция. Максимальная температура корпуса не более 60°C. Хороший вариант для использования в жилых зданиях.
- Ballu ВЕС/ЕМ-1000 – Россия. Максимальная температура корпуса не более 95°C. Время нагрева конвектора до 75 сек, что не очень хорошо для микроклимата помещения и его необходимо отделять решеткой.
- Electrolux Brilliant ЕСН/В-1000Е – Китай. Максимальная температура корпуса не более 100°C. Время нагрева конвектора до 2 мин. Так же плохо для микроклимата помещения и необходимо ограждение решеткой.
- Timberk ТЕС.РF 10N DG 2000 – Швеция. Максимальная температура корпуса не более 65°C. Так же еще один хороший вариант для использования в жилых зданиях.
- NOBO Oslo NTL4S05 – Норвегия. Максимальная температура передней панели - 60°C, в месте выхода горячего воздуха - 90°C, задней панели - 45°C.
- Thermor Evidence 3 МЕСА 1000W – Украина. Максимальная температура корпуса - 45°C. Хорош в использовании в качестве дополнительного отопления.
- ENSTO Beta E 1500Вт (EPHBE 15P) – Финляндия. Максимальная температура корпуса не более 60°C. Еще один хороший вариант для использования в жилых зданиях.

Все вышеперечисленные приборы имеют защиту от перегрева.

Приборы, имеющие высокие температуры нагрева, имеют меньшие размеры и обладают меньшей стоимостью, однако сильно пересушивают воздух. При выборе таких приборов нужно позаботиться о поддержании необходимой влажности 40-60%. Для этого можно приобрести специальные увлажнители воздуха.

Чтобы воздух не был пересушенным, следует выбирать конвекторы меньшей мощности, и чтобы температура нагревательного элемента была невысокой. И конечно, чтобы не перегревать помещение, использовать терморегулятор. Вы задаете нужную вам температуру в комнате, и он, по достижению заданной температуры, отключает работу обогревателя. Тогда относительная влажность воздуха будет в

пределах нормы, и комфорт в таком помещении обеспечен. Тем самым обеспечивается высокая экономичность оборудования, так как воздух в обогреваемых помещениях не перегревается и не переохлаждается, вынуждая затрачивать излишки электроэнергии.

Список использованных источников:

1. ТКП 45-4.04-326-2018 «Системы электрооборудования жилых и общественных зданий». Электрическое отопление и горячее водоснабжение. – Минстройархитектуры 2018. – 25 с.
2. КЛИМАТ. Интернет магазин [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://belklimat.by/katalog/konvektory/elektricheskie>. – Дата доступа: 05.03.2020.
3. Компания «М.Видео». Интернет магазин [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.mvideo.ru/products>. – Дата доступа: 05.03.2020.
4. Noirot chauffage electrique. Каталог производителя. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.noirot.ru>. – Дата доступа: 05.03.2020.
5. ПРОЕКТАНТ. Сайт проектировщиков Беларуси. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.proektant.by/>. – Дата доступа: 06.03.2020.

Дубяга М.В., Лемешевский Е.Ю.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ПОМЕЩЕНИЯХ. ПЕРЕМЕШИВАЮЩИЕ И ВЫТЕСНЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Ключева Е. В., м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Подача воздуха без образования сквозняков и застойных зон, обеспечение требуемых значений параметров и чистоты (качества) воздуха в помещении являются одними из важных задач, которые требуется решить при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Для достижения высокой эффективности системы вентиляции или кондиционирования воздуха необходимо правильно подбирать воздухораспределители, подходящие для данного конкретного проекта.

Задача воздухораспределителей состоит в обеспечении равномерного распределения воздуха в помещении с целью:

- ассимиляции тепловой нагрузки, как положительной, так и отрицательной;
- ассимиляции взвешенной в воздухе мельчайшей пыли и удаление ее вытяжной системой;
- поддержания в помещении заданной минимальной неравномерности температуры и скорости движения воздуха (градиента температуры и скорости в пределах установленного диапазона по вертикали и горизонтали).

При выборе типа и размера воздухораспределителей (ВР) не следует забывать о том, что любой из них является источником шума в обслуживаемом помещении. Уровень шума ВР, выражаемый в Дб(А), составляет обычно от 25 до 35 единиц. В любом случае после монтажа оборудования следует самым тщательным образом измерить фактические параметры создаваемого ВР шума. Кроме того, необходимо также определить параметры потери нагрузки — в зависимости от значений

объемного расхода воздуха они варьируются в диапазоне от 5 до 35 Па. При проектировании систем воздухораспределения следует учитывать фактические особенности помещения, которые могут влиять на распространение воздуха:

- наличие препятствий на пути движения воздушных струй;
- наличие локальных интенсивных тепловых источников;
- изменения температуры и/или расхода воздуха (например, в системах с переменным расходом) в приточных струях, влияющие на их дальность.

Схемы организации воздухообмена в помещении определяются параметрами системы кондиционирования, аэродинамическими характеристиками приточных и вытяжных устройств, их расположением в обслуживаемом помещении, которое часто обусловлено архитектурными решениями.

Воздухораспределители можно классифицировать по схемам организации воздухообмена, которые в свою очередь делятся на две основные группы: перемешивающие и вытесняющие.

Перемешивающую вентиляцию называют еще «распределением воздуха посредством турбулентного потока». Это наиболее популярная система распределения воздуха. Она организуется при помощи ВР, подающих воздух в помещение воздушными струями, имеющими высокую скорость и турбулентность, вызывающими интенсивную циркуляцию воздуха. В результате происходит перемешивание свежего воздуха приточной струи с воздухом помещения. Если происходит полное перемешивание, на определенном расстоянии от места притока параметры воздуха (температура, относительная влажность, скорость движения), а также содержание загрязняющих веществ будут одинаковыми в любой точке обслуживаемого помещения. Начальная скорость приточной струи может изменяться в зависимости от конкретных условий в очень широком диапазоне — от 2 до 20 м/с. Разность температур между приточным воздухом и воздухом в помещении также может быть достаточно высокой как в режиме отопления, так и в режиме охлаждения помещения. Температура воздуха будет практически одинаковой там, где обеспечивается достаточно интенсивное перемешивание воздуха, и, напротив, в застойных зонах могут иметь место значительные температурные перепады. Отметим, что критичными представляются случаи, когда застойные зоны образуются в рабочей (обслуживаемой) зоне помещения; менее критичны ситуации, когда застойные зоны расположены за пределами рабочей зоны, например, в верхней зоне помещения. Наличие в помещении застойных зон, независимо от вида используемого ВР, более неприятно при отопительном режиме работы вентиляции, в силу естественной тенденции нагретого воздуха перемещаться вверх за пределы рабочей зоны.

При вытесняющей вентиляции воздух поступает в рабочую зону помещения, как правило, через напольные ВР и поднимается вверх, ассимилируя по пути тепло с наиболее нагретых поверхностей (люди, лампы освещения, вычислительная техника, предметы мебели) и увлекая за собой взвешенные в воздухе загрязняющие частицы. Нагретый загрязненный воздух удаляется из помещения через потолочные вытяжные устройства в верхней зоне помещения. В помещении, таким образом, на определенной высоте создается «пограничный» воздушный раздел: снизу чистый воздух с возможностью регулировки его температуры, сверху — скопление более теплого загрязненного воздуха. В офисных помещениях, где образ деятельности сотрудников чаще всего сидячий, «воздухораздел» проходит на высоте около 1,5 м от пола, тогда как в производственных цехах и торговых залах, где люди в основном работают стоя, граница проходит на высоте 1,8 м.

Распределение воздуха вытеснением особенно подходит для объектов с очень высокими потолками, поскольку позволяет поддерживать заданные микроклиматические условия лишь в пределах установленной «рабочей» зоны, где находятся люди, а не во всем объеме помещения, что, естественно, положительно отражается в сокращении объемного расхода воздуха. Температура приточного воздуха должна всегда быть ниже температуры воздуха помещения, поскольку нужно, чтобы сначала он опустился вниз и двигался сплошным потоком вдоль пола до тех пор, пока потоки, возникающие над источниками тепла в помещении, не увлекут его вверх. И наоборот, если в помещение подается нагретый воздух, происходит обычное перемешивание. Иными словами, по схеме «вытесняющей вентиляции» помещение можно вентилировать и охлаждать, но никак не отапливать. По этой причине для обеспечения эффективного отопления вытесняющую вентиляцию рекомендуется использовать в сочетании с водяным отоплением с местными отопительными приборами — радиаторами, излучающими потолками или нагретыми полами.

Сегодня существует огромное множество моделей ВР для вытесняющей вентиляции. Можно лишь пожелать, чтобы выбор делался осознанно с учетом всех значимых функциональных параметров. В зависимости от расчетного расположения и формы дислокационные ВР делятся на следующие группы:

- панельные настенные, выступающие, встраиваемые;
- полуцилиндрические настенные;
- угловые;
- цилиндрические напольные независимые.

Крук А.В., Петручик М.М.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Новосельцева Д.В. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

При выполнении работ по реконструкции или строительству новых систем отопления актуальны решения по скрытию инженерных коммуникаций. При этом важным фактором, влияющим на затраты по отоплению, является возможность точного регулирования температуры в помещении. На сегодняшний день существуют следующие виды подключения ОП: одностороннее боковое, диагональное, нижнее сквозное и нижнее. Самым инновационным из них считается нижнее подключение.

Об особенностях одностороннего бокового, диагонального и нижнего сквозного подключений нам известно. Рассмотрим особенности нижнего подключения на примере стальных панельных радиаторов фирмы VOGEL&NOOT и фирмы RIFAR, которая занимается выпуском алюминиевых и биметаллических радиаторов.

Компания VOGEL&NOOT разработала инновационную технологию нижнего центрального подключения — Т6 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Нижнее центральное подключение Т6.

Радиаторы с нижним подключением VOGEL&NOOT оснащаются уже на заводе предварительно настроенным термостатическим вентилем в зависимости от размера радиатора. Встроенные термостатические вентили предусматривают 8 основных значений предварительной настройки и 7 дополнительных значений. Каждый термостатический вентиль можно настроить на любое рассчитанное значение пропускной способности.

Достоинства радиаторов с нижним подключением:

1. Универсальность — подключение к системе отопления возможно через любые из шести патрубков (рисунок 2).
2. Легкое изменение размера даже после окончания монтажных работ. При боковом одностороннем подключении после окончания монтажных работ невозможно изменить высоту радиатора; при диагональном — и высоту и длину (рисунок 3).



Рисунок 2

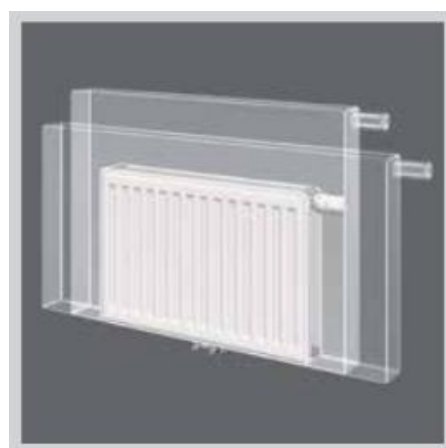


Рисунок 3

3. Удобное управление — термостатический элемент можно установить с любой стороны (рисунок 4).
4. Удобный монтаж – возможна установка байпаса для проведения испытаний системы отопления без радиаторов (рисунок 5).
5. Равномерный прогрев поверхности радиатора (рисунок 6).

Специально для нижнего подключения компанией RIFAR разработано конструктивное исполнение алюминиевых и биметаллических радиаторов. Такое исполнение имеет обозначение VENTIL. В зависимости от выбранной модели после сборки радиатор сохраняет все ее теплотехнические и эксплуатационные характеристики.



Рисунок 4

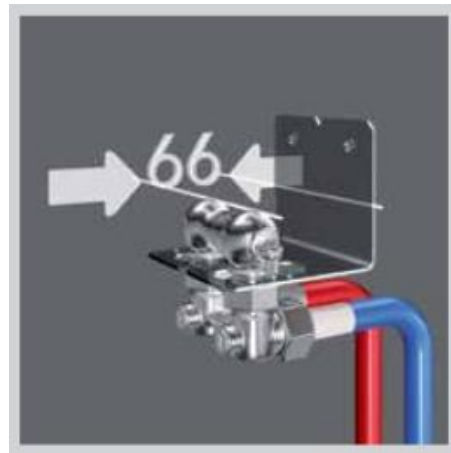


Рисунок 5

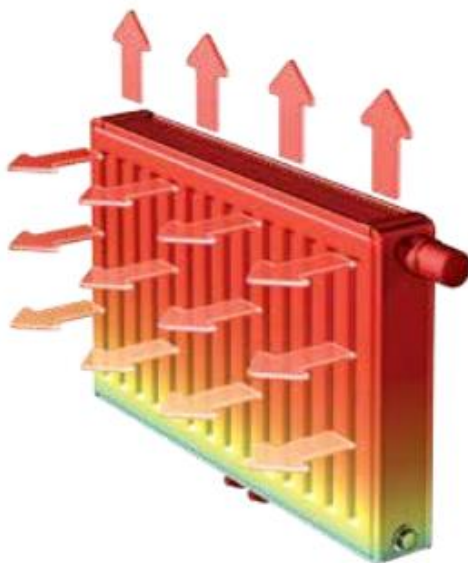


Рисунок 6

Для всего модельного ряда радиаторов отопления RIFAR существует техническое решение по их производству со схемой нижнего подключения (рисунок 7). Монтаж отопительного прибора предельно упрощен, предусматривает установку узла нижнего подключения к подводящему и отводящему трубопроводам системы отопления. Для управления температурой в помещении можно использовать как ручной, так и автоматический терморегуляторы.

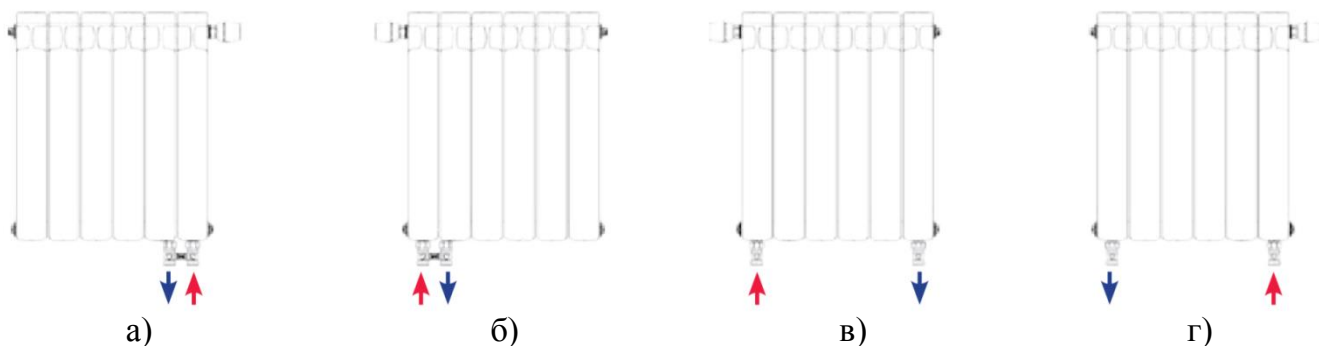


Рисунок 7 – Схемы нижнего подключения радиаторов RIFAR:
а и *б* – аналогия бокового одностороннего; *в* и *г* – диагонального.

Недостатки нижнего подключения радиаторов

Традиционно к недостаткам относится высокая цена такого вида радиаторов. Некоторые люди считают, что обогревательная система с таким подключением

затрудняет уборку, поскольку до входных коллекторов от пола идут небольшие отрезки отопительных труб.

Несмотря на некоторые отрицательные моменты отопления с нижним подключением, их все равно можно и нужно использовать. При умном подходе к монтажу такие радиаторы могут обеспечить отличные тепловые характеристики. Благодаря продуманности, возможно сделать хороший дизайн помещений с такими батареями. А грамотный расчет улучшит функциональность системы отопления.

Список использованных источников

1. <http://teplosten24.ru/nizhnee-podklyuchenie-radiatorov-otopleniya.html>.
2. <https://rifar.ru/products/904/>- каталог фирмы RIFAR.
3. <https://www.vogelundnoot.com/ru/producti.htm> - каталог фирмы Vogel&Noot.

Янущик Т.А., Вершко А.В.

ВИДЫ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Янчилин П.Ф., м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Система кондиционирования воздуха (СКВ) — совокупность технических средств, предназначенных для приготовления воздуха требуемого состава параметров, а также транспортировки и распределения его в закрытых помещениях в автоматическом режиме. [1]

Задача СКВ — обеспечить в обслуживаемой или рабочей зоне требуемые параметры воздушной среды, обеспечивая при этом защиту атмосферного воздуха от загрязнений. [2]

Реализация этой задачи возможна при наличии достаточной и соответствующей конкретным условиям системы автоматизации, которая включает контроль и регистрацию рабочих параметров, управление процессом их поддержания на заданном уровне или изменения в соответствии с алгоритмом функционирования системы, защиту функциональных блоков в нормальных и чрезвычайных условиях эксплуатации. [2]

Кондиционирование воздуха следует предусматривать для обеспечения нормируемых параметров микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой зоне помещения или отдельных его участков. [1]

Классификация (от лат. *classis* – класс, разряд и *facio* – делаю, раскладываю) изделий и систем в технике осуществляется по каким-то признакам или особенностям.

По основному назначению связанному с приготовлением воздуха необходимых параметров, кондиционеры и системы кондиционирования воздуха подразделяются на **комфортные** и **технологические**. Комфортные СКВ готовят воздух предназначенный для обеспечения необходимых санитарно-гигиенических условий в помещениях живых общественных и административных зданий. Технологические — готовят воздух с параметрами обусловленными технологическими требованиями. **Комфортно-технологические** системы обеспечивают требуемые климатические

условия в среде обитания человека и одновременно удовлетворяющие технологическим требованиям. [2]

По области применения СКВ можно разделить на **общепромышленные** (обслуживают здания промышленного назначения), **бытовые, офисные и специальные** (установки для обслуживания помещений АЭС, подземных сооружений, взрывозащищённые, медицинского и медико-биологического назначения и др.)

По месту установки кондиционеры выпускаются для размещения внутри помещений и на открытом воздухе. По сложившейся терминологии их называют **внутренними** и **наружными** (в том числе **крышными**). Внутренние установки могут подвешиваться к потолку (**подвесные**), устанавливаться на пол или монтироваться на вертикальной стене. [2]

По особенностям режима наружной воздушной среды кондиционеры выпускаются в исполнении для применения в условиях умеренного, тропического, холодного и других видов климата

По степени требований к параметрам приготавливаемого воздуха следует выделить **прецизионные** кондиционеры и системы, предназначенные для поддержания параметров воздуха в ограниченных объёмах с высокой точностью.

По способу обслуживания потребителей кондиционеры подразделяют на **центральные** и **местные**. В центральных системах один кондиционер обслуживает несколько помещений или зон одинакового либо различного назначения. В местной системе один или несколько кондиционеров обслуживают одно помещение в котором они и могут располагаться. В крупных промышленных и общественных зданиях, имеющих много различающихся по назначению помещений, могут применяться и **центральноместные** системы кондиционирования воздуха. Особенно в случаях, когда требуется поддерживать в обслуживаемых помещениях различные параметры воздушной среды. **Зональные** кондиционеры предназначены для управления параметрами микроклимата в отдельной зоне помещения. [2]

По способу снабжения электроэнергией, теплотой и холодом кондиционеры подразделяют на **автономные** и **неавтономные**. Электроэнергией и теплотой кондиционеры, как правило, снабжаются и зависимы от внешних источников и по этому признаку являются не автономными. Автономные кондиционеры для жилых и административных помещений выпускаются с размещением всего комплекса устройств в одном (**моноблочные**) или в нескольких блоках, чаще в двух: наружном и внутреннем. Такие кондиционеры получили название **сплит-системы** и конструктивно представляют собой холодильную машину с дополнительными функциями по приготовлению воздуха. При работе одного наружного блока с несколькими внутренними такие кондиционеры называются **мульти-сплит-системами**. Сплит-системы имеют свои особенности и классификацию. При необходимости обслуживать большое число помещений из одного центра применяются **мульти-зональные** СКВ.

Автономные кондиционеры имеют свою внутреннюю классификацию: **крановые, транспортные, прецизионные, инверторные, для обслуживания помещений серверов** и тд. [2]

По способу использования наружного воздуха системы кондиционирования делят на **прямоточные** и с **рециркуляцией**. В прямоточных СКВ кондиционер обрабатывает только наружный воздух и обеспечивает подачу его в обслуживаемые

помещения. В рециркуляционных системах в кондиционерах обрабатывается и подаётся в помещения смесь наружного и внутреннего воздуха.

По числу воздуховодов для подачи подготовленного воздуха СКВ бывают **одноканальные** и **двухканальные**. В двухканальных системах по воздуховодам подаётся воздух с отличающимися параметрами. Путём смешения его в требуемом соотношении перед вводом в обслуживаемое помещение можно получить смесь с требуемой температурой и влажностью. Двухканальные системы обеспечивают требуемое значение по тому параметру, по которому имеются отличия в транспортируемых потоках. В **трёхканальных** системах можно изменять в установленном диапазоне состояние смеси по двум параметрам. [2]

По продолжительности использования в течении года кондиционеры бывают **круглогодичного** и **сезонного** применения.

По способу регулирования параметров воздушной среды в обслуживаемом помещении в соответствии со сложившейся терминологией СКВ обеспечивают **количественное** (путём изменения расхода воздуха), **качественное** (путём изменения параметров приточного воздуха) и **количественно-качественное** регулирование.

В каждом кондиционере должен быть обеспечен доступ к внутренним элементам функциональных блоков для их обслуживания и ремонта. У кондиционеров небольших размеров доступ обеспечивается через боковые съёмные панели. Люки, двери и съёмные панели располагаются в одной боковой плоскости корпуса. По этому признаку кондиционеры изготавливают с **правой** и **левой стороной обслуживания**. Кондиционеры большой производительности могут иметь одновременно и правую и левую стороны обслуживания. [2]

Список использованных источников:

1. СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.
2. “Кондиционирование воздуха и холодоснабжение” Дячек П.И. – Москва, 2017.

Зинович Я.С.

ВИДЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Новосельцев В.Г. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Система отопления — это совокупность технических элементов, предназначенных для компенсации температурных потерь через внешние ограждающие конструкции (стены, пол, крыша), методом получения, переноса и передачи во все обогреваемые помещения необходимого количества теплоты, достаточного для поддержания температуры на заданном уровне согласно нормам.

Характеристики отопления. В зависимости от преобладающего способа теплопередачи отопление помещений может быть конвективным и лучистым.

Конвективное отопление — вид отопления, при котором тепло передается благодаря перемешиванию объемов горячего и холодного воздуха. К недостаткам

конвективного отопления относится большой перепад температур в помещении (высокая температура воздуха наверху и низкая внизу) и невозможность вентиляции помещения без потерь тепловой энергии.

Лучистое отопление — вид отопления, когда тепло передается в основном излучением и в меньшей степени — конвекцией. Приборы для отопления размещаются непосредственно под или над обогреваемой зоной (вмонтированы в пол или потолок, также могут крепиться на стены или под потолком).

Основные конструктивные элементы системы отопления:

- Районная котельная (при индивидуальном теплоснабжении котел отопления);
- Тепловые магистрали (теплотрассы) — элементы для транспортировки теплоты от источника теплоты к потребителям (объектам инфраструктуры);
- Отопительные приборы — элементы для передачи тепловой энергии от теплоносителя воздушным массам в помещении (батареи, теплый пол).

Перенос по теплотрассам теплоты может осуществляться с помощью разных рабочих сред (жидкой или газообразной). Жидкая (вода или специальная незамерзающая жидкость — антифриз) или газообразная (пар, воздух, продукты сгорания топлива) среда, перемещающаяся в системе отопления, называется теплоносителем. Наиболее часто применяется в виде рабочей среды вода, объясняется это ее дешевой ценой и приемлемыми теплотехническими показателями. Пар как теплоноситель для обогрева общественных и жилых объектов не применяется, так как потенциально опасен для здоровья людей (в случае деформации и выхода из строя трубопроводов), его применяют для технологических нужд на предприятиях.

Современные системы отопления обладают также и функцией поддержания микроклимата, что предусматривает наличие автоматизации и соответствующего усложнения самой системы. При этом гидравлический режим часто меняется в процессе эксплуатации, что отличает такие системы от «классических», которые единожды настраиваются при пуске в работу. Благодаря внедрению систем автоматического регулирования для нужд отопления, достигается значительная экономия энергоресурсов.

Классификация систем отопления:

- По типу источника нагрева — газовые, дровяные, мазутные, солнечные, угольные, торфяные, электрические (кабельная), отопление с помощью теплового насоса.
- По типу теплоносителя — водяные (жидкостные), воздушные, паровые, комбинированные;
- По типу применяемых приборов — лучистые, конвективно-лучистые, конвективные;
- По виду циркуляции теплоносителя — с естественной и искусственной (механической, с использованием насосов);
- По радиусу действия — местные и центральные;
- По режиму работы — постоянно работающие на протяжении отопительного периода и периодические (в том числе и аккумуляционные) системы отопления.
- По гидравлическим режимам — с постоянным и изменяемым режимом;
- По ходу движения теплоносителя в магистральных трубопроводах — тупиковые и попутные;

Для водяного отопления:

- По способу разводки — с верхней, нижней, комбинированной, горизонтальной, вертикальной;
- По способу присоединения приборов — однетрубные, двухтрубные.

Эволюция традиционных систем и котлов. В советские времена, когда никто не озабочивался стоимостью энергоносителей, отопительное оборудование и системы были достаточно примитивны, хотя делались весьма надежно и прослужили немало лет. Сейчас приоритеты изменились, стали актуальными современные энергосберегающие технологии, позволяющие экономить постоянно дорожающие энергоносители.

Благодаря этому традиционные системы стали совершеннее за счет внедрения таких решений:

- повышение КПД всех котельных установок, исключая электрические, поскольку их эффективность и без того очень высока (98-99%);
- использование новых материалов и технологий для изготовления радиаторов отопления;
- внедрения современных средств автоматики, управляющей работой систем в зависимости от погодных условий и времени суток, в том числе и дистанционно;
- применение низкотемпературных отопительных сетей – водяных теплых полов с автоматическим регулированием нагрева;
- реализация отбора тепла от выбрасываемого вытяжного воздуха при воздушном отоплении зданий (рекуперация).

Современные системы отопления. Все современные системы отопления частных домов и других жилых зданий можно условно разделить на 2 группы. К первой относятся традиционные способы обогрева, где используется единый источник тепла — котел, работающий на одном или нескольких энергоносителях. При этом тепловая энергия раздается по помещениям посредством теплоносителя – воды или воздуха. Здесь инновационные решения направлены на усовершенствование отопительного оборудования путем повышения его теплоотдачи, а также на внедрение современных средств автоматизации.

Ко второй группе следует отнести все системы, использующие новые технологии отопления с энергосберегающим оборудованием. В них не предусматривается сжигания углеводородов, из энергоносителей в обогреве дома участвует только электроэнергия. Это различные гелиосистемы, солнечные коллекторы и новейшие разновидности электрического отопления.

В настоящее время в Беларуси большое внимание уделяется электрическому отоплению, а именно отоплению с электрическими конвекторами и радиаторами, а также водяному отоплению с электрическими котлами.

Классификация электрического отопления:

- лучисто-конвективные (с применением электрорадиаторов, электроконвекторов и электронагревательных печей, а также греющего электрокабеля, заложеного в бетонный пол);
- электровоздушные (с использованием электрокалориферов);
- лучистые (с применением инфракрасных электроизлучателей).

Преимущества электрического отопления:

- отсутствие продуктов сгорания и загрязнения окружающей среды;
- высокий коэффициент полезного действия;

- простота и короткие сроки монтажа электропроводки и нагревательных устройств;
- меньшие капитальные затраты;
- компактность нагревательных устройств;
- гибкость регулирования и простота автоматизации.

Недостатки электрического отопления:

- низкие гигиенические показатели устройств с открытыми высокотемпературными нагревательными элементами;
- опасность в пожарном отношении;
- высокая отпускная стоимость электроэнергии и ее дефицитность.

Список использованных источников:

1. Плотникова Т. Отопление дома; Эксмо - Москва, 2013. - 192 с.
2. Отопление; Академия - Москва, 2010. - 256 с.

Огиевич Н.В. Степанюк А.В.

НЕОБЫЧНЫЕ СВО ТЕПЛЫХ ПОЛОВ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Новосельцева Д.В., к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Электро-водяной теплый пол считается эффективной комбинацией двух систем обогрева: водяных и кабельных полов. Кабель нагревает жидкость в трубе. Теплоноситель достигает высокой температуры и прогревает стяжку пола. После нагрева пола до заданной температуры нагрев отключается, а после охлаждения до определенной отметки снова включается. При этом тепло сохраняется не только в стяжке, но и в трубе.

Достоинства:

- простота монтажа;
- полностью прогревается за несколько минут;
- обеспечение полностью равномерного прогрева;
- отсутствие необходимости подключения к котлу;
- обеспечение рабочего процесса без применения насоса;
- исключение перегрева кабеля во время эксплуатации системы;
- несложный процесс замены поврежденных участков; возможность установки в помещениях с высоким уровнем влажности;
- не требует установки коллекторных узлов;
- полная безопасность применения; небольшое потребление электрической энергии;
- автоматический процесс управления.

Недостатки:

- Высокая стоимость оборудования;
- Для квартир такой вариант не подходит.

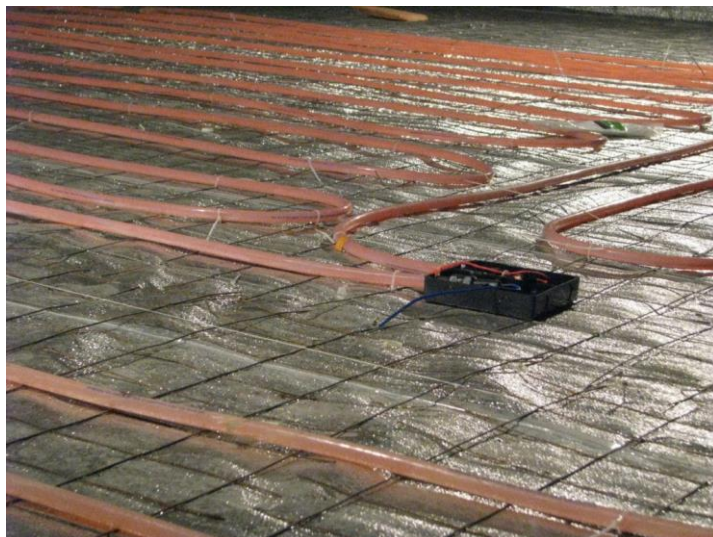


Рисунок 1 – Пример электро-водяного теплого пола.

Воздушный теплый пол. Система труб, отходящая от нагревательного агрегата, отливается в специальные бетонные плиты. Именно по этим трубам циркулирует подогретый воздух, пропускаемый через нагревательное устройство и разгоняемый вентилятором по всей системе, размещенной в фундаменте дома.

Достоинства:

- безопасное отопление полов, совершаемое естественным путем;
- поддержание комфортабельной и здоровой атмосферы в доме;
- возможность удобного управления температурными режимами в отдельно взятых помещениях;
- несколько типов источников энергии;
- равномерное прогревание;
- полностью исключается возможность формирования сквозняков;
- экономно расходуется электроэнергия;
- высокий уровень надежности и простота пользования;
- сводятся на нет риски возникновения повреждений, вызванных плесенью или влагой;
- целый ряд выгодных преимуществ в строительстве;
- воздух не выходит за пределы системы;
- долговечность;
- могут быть использованы в различных типах помещений.



Рисунок 2 – Воздушный теплый пол

Недостатки: площадь поперечного сечения воздуховодов во много раз превышает сечение трубопроводов СВО (из-за малой теплоёмкости воздуха и так как нельзя нагреть воздух до высоких температур).

Нагревательные маты АНТ, аморфная металлическая лента.

В качестве активного нагревательного элемента используется уникальная аморфная металлическая лента (толщиной 25 мкм), которая интегрирована в фибerglassовую сетку. Аморфные металлы — это металлические сплавы, не имеющие привычной кристаллической структуры и обладающие характерным строением. К каждому мату подключаются два холодных шнура питания длиной 5 м каждый. Аморфная лента покрывает около 30% площади каждого мата



Рисунок 3 – Нагревательные маты

Подходит для укладки под любой тип напольного покрытия (плитка, камень, дерево, паркет, ламинат) в любых помещениях, в т.ч. влажных.

Достоинства:

- Поверхность, передающая тепло у такого нагревателя больше, чем у кабельного теплого пола;
- Низкая температура нагрева;
- Отсутствие необходимости в подготовке поверхности, теплый пол может устанавливаться на любое покрытие.

Недостатки: дороже нагревательных матов при примерно одинаковом потреблении и меньшей скорости прогрева поверхности.

Список использованных источников:

1. Воздушный тёплый пол: свойства и особенности системы [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://teplyepoly.ru/vozdushnyiy-teplyiy-pol-svoystva-i-osobennosti-sistemyi.html>
2. Как работает тёплый воздушный пол, основанный на системе Ондол [Электронный ресурс] / Режим доступа <https://md-eksperiment.org/post/20160816-kak-rabotaet-tyoplyj-vozdushnyj-pol-osnovannyj-na-sisteme-ondol>
3. Принцип электро водяного тёплого пола [Электронный ресурс] / Режим доступа <https://delaypol.com/teplyj-pol/elektro-vodyanoj-teplyj-pol.html>
4. Нагревательные маты АНТ, аморфная металлическая лента [Электронный ресурс] / Режим доступа https://teplomarket.net/catalog/teplyj-pol/elektricheskij/maty/nagrevatelnye_maty_ah_t_amorfnaya_metallicheskaya_lenta/

Конон Е.В., Игнатюк Е.В.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДДЕРЖАНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ МИКРОКЛИМАТА КАФЕ ПРИ ПОМОЩИ СРЕДСТВ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Обустройство систем кондиционирования воздуха в современных зданиях различного назначения является эффективным средством поддержания оптимальных параметров микроклимата помещений. К ключевым параметрам микроклимата относятся:

- температура воздуха внутри рабочего помещения;
- влажность воздуха внутри рабочего помещения;
- подвижность (скорость движения) воздуха внутри рабочего помещения.

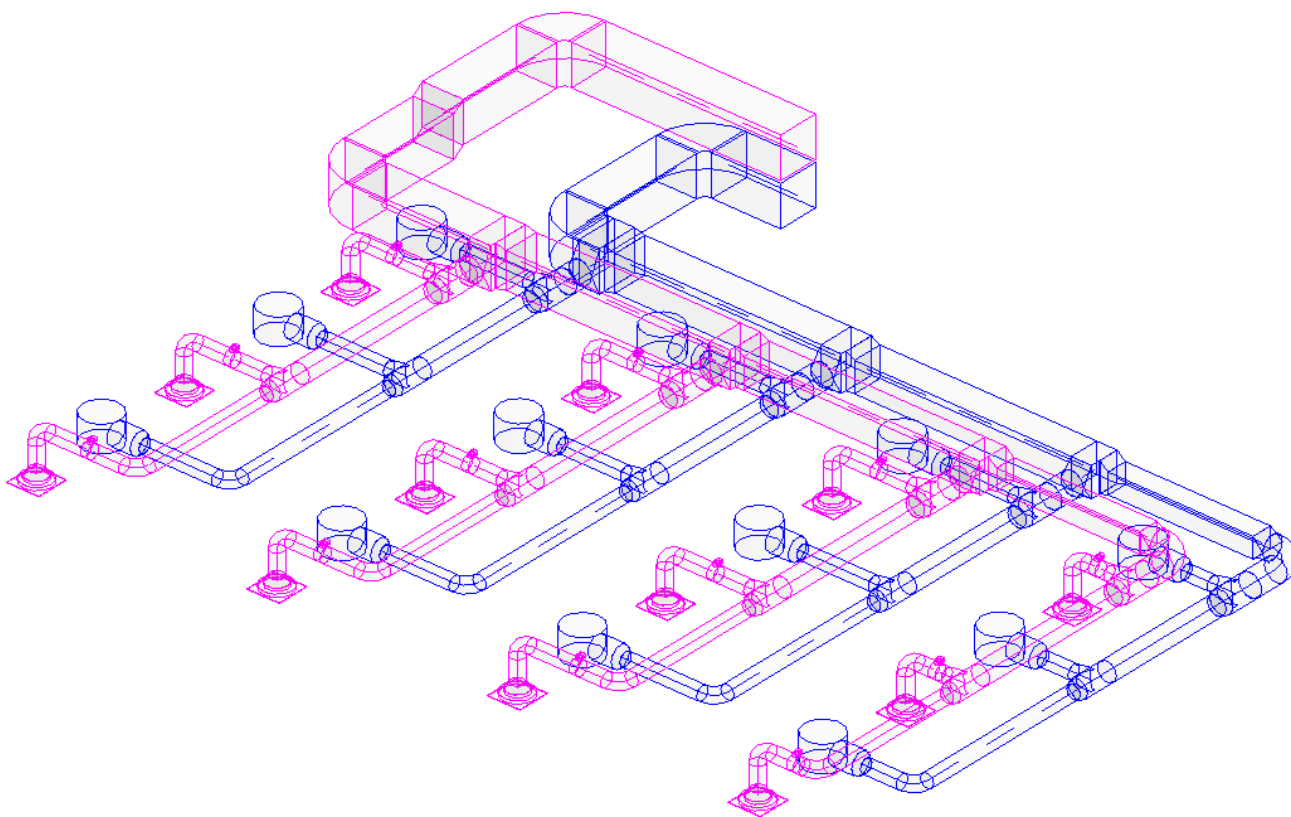


Рисунок 1 – 3D план системы кондиционирование кафе.

Посредством подачи приточного воздуха с особым соотношением его параметров производится корректировка параметров воздушной среды рабочего помещения до необходимых значений. При этом важно располагать сведениями о предполагаемом месте постройки, географическими данными о населённом пункте, нормируемыми параметрами наружного воздуха для тёплого и холодного периодов года [1]. При проектировании кафе в городе Барановичи были приняты следующие параметры наружного воздуха (таблица 1), расчётные параметры внутреннего воздуха приведены в таблице 2 [2].

Таблица 1. Расчетные параметры наружного воздуха.

Периоды года	Температура наружного воздуха t_n , °C	Энтальпия наружного воздуха I_n , кДж/кг	Скорость ветра V , м/с
Теплый	24,5	49,2	3,3
Холодный	-22,0	-21,0	4,8

Таблица 2. Расчетные параметры внутреннего воздуха.

Периоды года	Температура внутреннего воздуха t_v , °C	Относительная влажность внутреннего воздуха ϕ , %	Подвижность воздуха в помещении V , м/с
Теплый	25	60	0,3
Холодный	20	30	0,2

Согласно расчёту в кафе был принят следующий воздухообмен 10161 м³/ч.

С целью обеспечения расчётного воздухообмена в рабочем помещении с поддержанием принятых расчётных параметров была запроектирована система кондиционирования (рисунок 1), в состав которой входит: приточно-вытяжная установка; система воздуховодов; диффузоры.

По заданным условиям была принята приточная установка PR 120 (рисунок 2). Расчётная стоимость установки составляет 22556 Вт. Расчёт стоимости воздуховодов сведён в таблицу 3, 4.

Расчёт стоимость приточных и вытяжных воздухораспределителей сведён в таблицу 5.

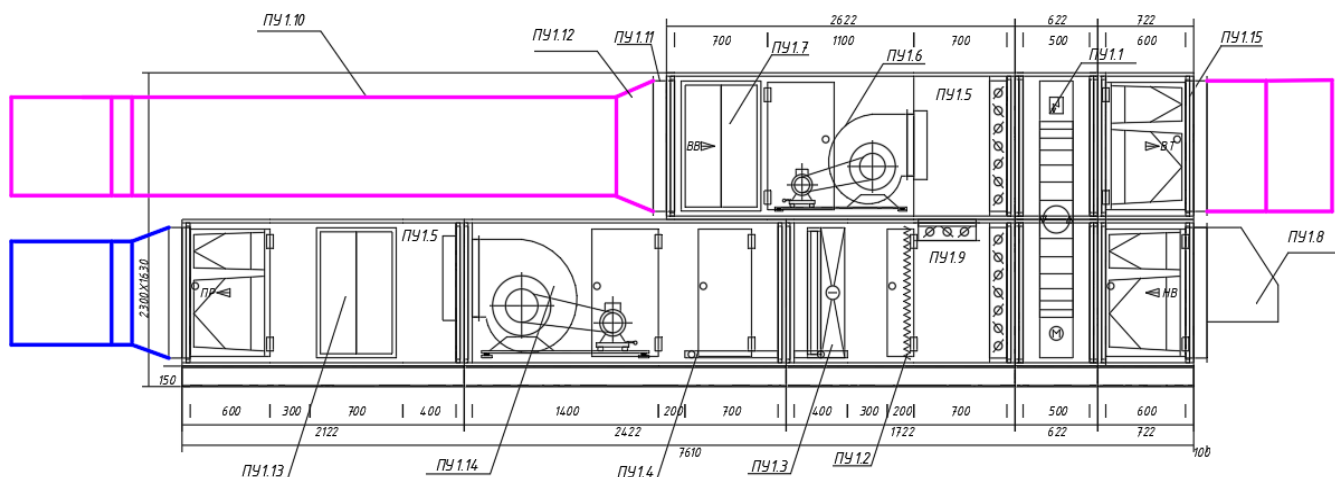


Рисунок 2 – Приточная установка PR 120.

Таблица 3. Расчет стоимости воздуховодов (Приточная система).

Помещение	Размер сечения, мм	Длина участка, м	Материал	площадь	Толщина стали, см	Стоимость, Вт
Кафе	750	13	Оцинкованная сталь	30,6	0,5	642,9
	650	8,6		17,6		368,6
	550	8		13,8		290,1
	375	5,4		6,4		133,5
	350	12,5		13,7		288,5
	250	32,1		25,2		529,2
Итого						2252,8

Таблица 4. Расчет стоимости воздуховодов (Вытяжная система)

Помещение	Размеры сечения, мм	Длина участка, м	Материал	площадь	Толщина стали, см	Стоимость, Вт
Кафе	750x750	9,6	оцинкованная сталь	28,8	0,5	604,8
	650x650	3,8		9,88		207,48
	425x425	0,8		1,44		30,24
	350x350	11,6		16,24		341,04
	250x250	21,6		21,6		453,6
Итого						1637,16

Таблица 5. Расчет стоимости воздухораспределителей

Помещение	Вид воздухораспределителей	Название модели	Количество	Стоимость, Вт
Кафе	Приточные	<i>EAGLE Fe</i>	12	1476
	Вытяжные	<i>ДПУ-М-250Д</i>	12	132
Итого				1608

Общие расходы на систему воздуховодов расчётного помещения составляют (без учёта транспортировки и монтажа):

$$N_{\text{общ}} = 2252,8 + 1637,16 = 3889,96 \text{ Вт}$$

Кондиционер выбирается по его полной производительности и комплектуется из отдельных секций. Подбираем центральный кондиционер используя компьютерную программу WinClim II (ver. 2,2,1).

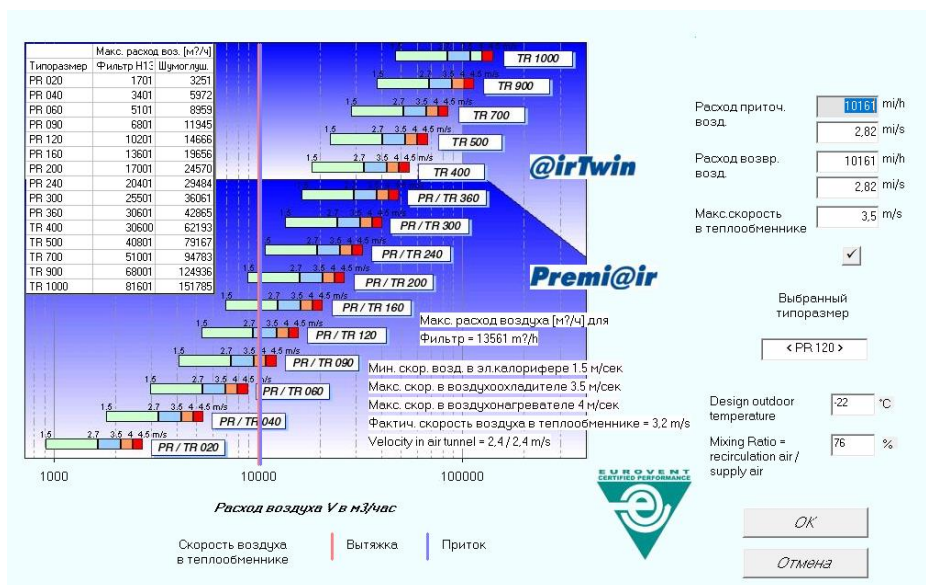


Рисунок 3 – Подбор ПВУ.

По результатам подбора принимаем следующий тип ЦК – PR 120 (Premi@ir 40 французской фирмы Airwell).

В качестве приточного вентилятора был подобран RDH 450 L с максимальной производительностью $L = 10161 \text{ м}^3/\text{ч}$. В качестве вытяжного вентилятора был подобран ADH 355 L с максимальной производительностью $L = 10161 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В результате общая стоимость системы кондиционирования воздуха кафе составила 121690,8 Вт (без учёта транспортировочных, монтажных и наладочных работ). Помимо себестоимости, затраты системы включают расход теплоносителя в теплообменнике, электроэнергии, а также дополнительные расходы на монтаж

вертикальных вентканалов. При этом существует полезная утилизация теплоты, что в значительной степени уменьшает сроки окупаемости объекта проектирования.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – 1999. – 7 с.
2. СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.

Кухарчук Т.В., Мельник Е.И., Рабчук А.С.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В АНГЛИИ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Новосельцев В.Г. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

В данной работе мы рассмотрели особенности теплоснабжения домов жителей других стран, в частности Англии. В этой стране, как и в нашей, как и во многих других странах, существуют свои нормы, традиции и странности, которые в сочетании становятся культурным достоянием. Поработав с материалами по этой теме, мы поняли, что британцы очень экономят на отоплении и горячей воде.

В некоторых странах Европы и Азии нет центрального отопления. Примером такой страны служит Англия. Такого понятия, как центральное отопление, в этой стране просто нет. В домах и квартирах установлены бойлеры — индивидуальные газовые колонки, нагревающие воду и радиаторы. Счета за отопление и электричество приходят жителям огромные даже по английским меркам. Из-за высоких цен на газ и электроэнергию лишь обеспеченные люди могут позволить себе круглосуточно топить дома.

Чаще отопление включается вечером на несколько часов и полностью отключается на ночь в целях экономии. Бойлер можно программировать, чтобы он включался и отключался в установленное время. На бойлере установлен таймер, каждый час разбит на 4 деления по 15 минут. Ставишь будильник на 7 утра, а бойлер программируешь на 6:45, чтобы проснуться в тепле; в 8:30 идешь на работу — бойлер запрограммирован на то, чтобы отключиться.

Отопление в Британии — только несколько часов в сутки, очень экономно и невероятно экологично. Британские физиологи составили таблицу-инструкцию: выше 21 градуса — температура дискомфорта, выше 24 — температура, которая повышает риск сердечных приступов. Нижний порог комфорта — 18 градусов. От 16 до 18 — температура нормальная, риски невысоки, и такая температура поддерживается зимой в пяти миллионах домовладений Британии.

В туалетах и ванных комнатах батарей, как правило, нет — зимой температура в них не поднимается выше 10 градусов. В спальне тоже топить не будут — британцы обычно спят в пижаме под теплым одеялом. Всю ночь топить — дорого. Средняя температура в жилом помещении — 15°C, а в ванной вообще около 10°C [3].

Жители английской столицы, как и век назад ходят по дому в двух-трех свитерах, спят на грелках. Для многих англичан, и в частности лондонцев 13-14 градусов Цельсия в квартире — это нормально и привычно. Как и у нас, там есть старики, пенсионеры, которые стремятся экономить на всем. Официальная статистика подтверждает, что в Лондоне в зимнее время от переохлаждения умирают несколько пожилых людей.

На тепле стараются экономить, поэтому в системе водоснабжения также есть свои особенности: делают два крана — отдельно с горячей и холодной водой.

Почему же раковины в Англии имеют 2 крана?

- Причина № 1. Историческая

Большая часть британского жилищного фонда относится к XIX и началу XX века, что было прежде, чем появились смесители и современные клапаны. Некоторые из жилищ намного старше — одно из последствий проживания в части мира, где мало землетрясений. Когда была введена внутренняя сантехника, она начиналась с простой системы, трубы прокладывались в ванную и на кухню, и холодное водоснабжение было единственным возможным вариантом в то время. Поэтому кран был одним единственным — холодным. Это уже потом, когда появилась возможность проложить трубы для горячей воды, мудрить не стали и просто добавили еще один кран.

- Причина № 2. Соблюдение закона

Каждый дом оснащен бойлером или колонкой. Раньше резервуары, в которых нагревалась вода, делались из не очень качественного металла, который ржавел и покрывался окисью. Из-за этого вода становилась непригодной для питья. По-видимому, многих людей это не останавливало, и пришлось ввести закон, запрещающий смешивание холодной воды, пригодной для питья, и горячей, из емкости.

Кстати, расположение кранов — горячий слева, холодный справа — определили в 1965 году тоже законодательно. И это еще одна из причин, почему использование двух кранов в современной цивилизованной Англии имеет место быть: так люди с проблемами зрения всегда знают, с какой стороны — горячая, а с какой — холодная вода. Это позволяет им не обжечься. А у англичан все строго с безопасностью [2].

- Причина № 3. Следование традициям

Англичане не моют руки под проточной водой. Для начала они затыкают слив раковины пробкой, набирают воду и моют руки с мылом. После чего вынимают пробку и вытирают руки полотенцем. При этом руки они не споласкивают. По такому же принципу они моются сами и моют посуду, не ополаскивая, а сразу отправляя в сушилку.

- Причина № 4. Экономный подход

При использовании двух отдельных кранов вся вода смешивается в умывальнике в нужном количестве, и в ней моются руки. Таким образом затрачивается только использованная вода. При наличии смесителя человек открывает краны, подбирая нужную температуру, и уже потом начинает мыть руки, расходуя при этом гораздо больше воды. Такая особенность продиктована в том числе стоимостью энергоресурсов в стране.

Список использованных источников:

1. Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Теплоснабжение» на тему «Горячее водоснабжение жилого дома». – Брест, 2016 – 40 с.
2. <https://angliya.com/2019/06/26/pochemu-dva-krana>.
3. <https://bigpicture.ru/?p=569807>.

Богуцкий Д.Ю., Войтович А.А.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Ключева Е.В. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Системы персональной вентиляции обеспечивают подачу приточного воздуха непосредственно в рабочее место каждого человека или группы лиц от приточно-вытяжной установки с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха. В сравнении с системами общей вентиляции система персональной вентиляции обладает рядом значительных преимуществ.

Каждый рабочий может установить комфортные ему параметры воздуха. За счёт этого повышается эффективность труда и слаженность коллектива, прекращаются споры о необходимой температуре воздуха, скорости подачи и т.д. Значительно снижается интенсивность распространения вирусов и бактерий на рабочих местах. Следовательно, снижается заболеваемость среди рабочих. Системы персональной вентиляции обладают высоким потенциалом энергосбережения.

Параметры энергосбережения зависят от конфигурации, режима использования системы и климата. Кроме того, применение персональной вентиляции может быть энергоэффективным при возможности роста температуры в помещении выше рекомендуемого предела +30 °С. Также эффективность системы зависит от количества времени, проводимого сотрудниками на рабочих местах.

Персональные системы вентиляции позволяют снизить расход энергии на охлаждение помещения, так как в этом случае отпадает необходимость поддержания температуры в помещении на низком уровне в теплый период года. Достаточно поддерживать необходимые параметры воздуха в рабочих зонах. Кроме того снижается расход воздуха наружного воздуха. Также воздух подается при непосредственном присутствии человека на рабочем месте.

Персональные системы вентиляции состоят из воздухораспределителей, установленных на рабочих столах, над мониторами компьютеров, которые подают воздух в рабочую зону дыхания сотрудников. Этот личный воздухораспределительный прибор, несмотря на небольшие размеры, имеет достаточно сложное устройство, которое включает в себя:

- регулируемые сопла;
- диффузор, отвечающий за распределение поступающего воздуха в горизонтальном направлении (воздух, как правило, имеет температуру от 18 до 26 градусов);
- специальную заслонку, регулиующую количество подаваемого воздуха путем ее плавного открытия-закрытия;
- сетевой адаптер;
- система автоматического управления и ввода задач;
- специальный зонд для измерения интенсивности потока воздуха.

Областью применения систем персональной вентиляции являются помещения с фиксированными рабочими местами, например офисные помещения.

Теплоизбытки от компьютерного оборудования, людей, освещения, солнечной радиации делают системы кондиционирования чрезвычайно энергоемкими, а при

помощи персональной вентиляции энергопотребление в системах уменьшается, за счет создания климата в отдельных зонах.

До появления персональной вентиляции было доказано, что невозможно создать в помещении такие условия, которые бы удовлетворили 95% находящимся в нём людей. Персональная вентиляция требует больших первоначальных затрат по сравнению с традиционными системами вентиляции ввиду большего количества воздухораспределителей, регулирующих устройств (датчик присутствия людей, датчики расхода воздуха и др.), более протяженной сети воздуховодов. В то же время за счет снижения расхода наружного воздуха уменьшается типоразмер приточной и вытяжной установки, требуется подвод меньшей мощности электрической энергии, что ведет к сокращению капитальных затрат. Ввиду значительного снижения энергопотребления система является экономически выгодной.

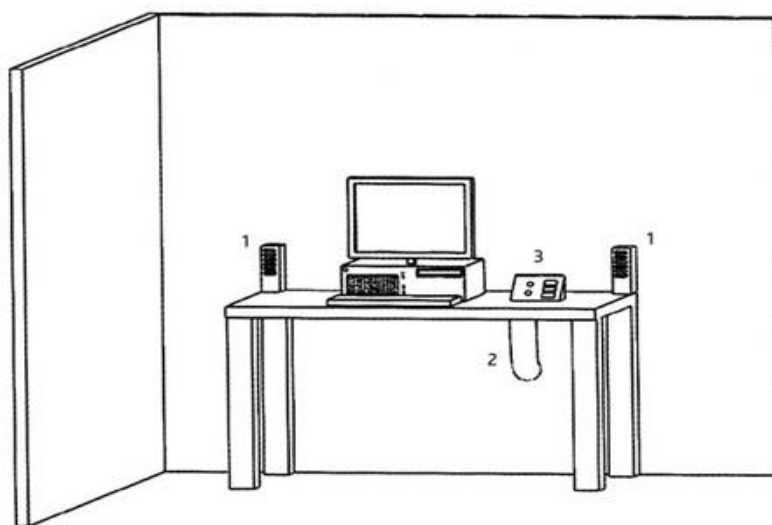


Рисунок 1 — Система персональной вентиляции:

1 – распределительный диффузор; 2 – канал подачи воздуха персональной вентиляции; 3 – панель управления

Как правило, системы персональной вентиляции мало где используются. Основными факторами, сдерживающими применение данных систем, является:

- отсутствие информации о системах персональной вентиляции у потенциальных заказчиков, в том числе девелоперов и застройщиков офисных зданий;
- отсутствие опыта в проектировании систем персональной вентиляции у подавляющего большинства проектировщиков.

Персональную вентиляцию, включая систему контроля параметров микроклимата на рабочем месте, можно отнести к классу наиболее перспективных энергосберегающих систем кондиционирования микроклимата административных и офисных зданий.

Список использованных источников:

1. Персональная вентиляция: комфорт и энергосбережения [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4927.
2. Персональная вентиляция. Время перейти от теории к практике! [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6440.

Гришкевич М.Ю., Батунова А.В.

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Ключева Е.В, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Тепловой насос — это устройство, обеспечивающее отопление зимой, охлаждение летом и производство горячей воды круглый год. Тепловые насосы относятся к категории энергосберегающего оборудования, используемые для извлечения энергии тепла окружающей среды. Он преобразовывает ее в высокотемпературную энергию для передачи теплоносителю в контуре отопительной системы. Другими словами, тепловой насос — это система, с помощью которой можно переносить тепло от менее нагретого тела к более нагретому.

Идеальный термодинамический цикл с передачей тепла от нагретого тела к холодному и работе, совершаемой при этом, описал французский инженер-физик Карно. В тепловых же насосах применен принцип «холодильника наоборот». Тепло принимается тепловым насосом в теплообменнике-испарителе и передается хладагенту — веществу с низкой температурой кипения. Хладагент, получив определенное количество теплоты, испаряется в газообразном состоянии и поступает в компрессор. Компрессор сжимает его до высокого давления, повышая тем самым температуру. Далее газообразный хладагент поступает в следующий теплообменник — конденсатор. В нем происходит передача теплоты высокого потенциала теплоносителю системы отопления и горячего водоснабжения. После конденсатора хладагент проходит через редукционный клапан, где давление и температура снижаются до первоначальных параметров перед теплообменником-испарителем. Цикл замыкается и повторяется снова.

Теплонасосная установка состоит из теплового насоса и системы, обеспечивающей подвод тепла от низкопотенциального источника, подачу нагретой в тепловом насосе среды потребителю и ее возврат к тепловому насосу. В теплонасосную установку могут входить несколько тепловых насосов.

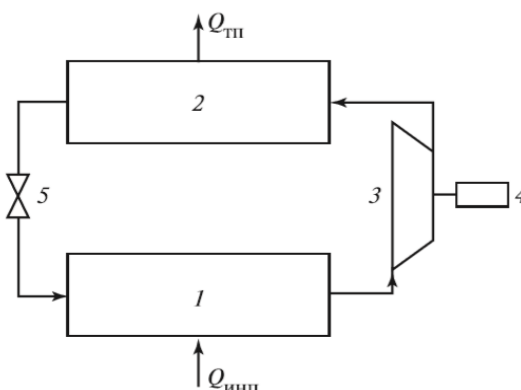


Рис. 1 – Принципиальная схема теплового насоса
1 – испаритель; 2 – конденсатор; 3 – компрессор;
4 – электродвигатель; 5 – дроссельный клапан

Основной характеристикой теплового насоса является коэффициент преобразования μ — отношение отдаваемой теплоты к затраченной энергии. Если μ

больше единицы и будет тем выше, чем меньше значение энергии, потребляемой компрессором. По виду передачи энергии тепловые насосы бывают двух типов:

- Компрессионные. Основные элементы установки — это компрессор, конденсатор, расширитель и испаритель. Используется цикл сжатия-расширения теплоносителя с выделением тепла. Этот тип тепловых насосов прост, высокоэффективен и наиболее популярен.
- Абсорбционные. Это теплонасосы нового поколения, использующие в качестве рабочего тела пару абсорбент-хладон. Применение абсорбента повышает эффективность работы теплового насоса.

По источнику тепла выделяют тепловые насосы:

- Геотермальные. Тепловая энергия берется из грунта или воды.
- Воздушные. Тепло извлекается из атмосферы.
- Использующие вторичное тепло. В качестве источника тепла используются воздух, вода, канализационные стоки.

По виду теплоносителя входного/выходного контура:

- Тепловые насосы «воздух-воздух». Этот вид тепловых насосов забирает тепло у более холодного воздуха, еще больше понижая его температуру, и отдает его в отапливаемое помещение.

- Тепловые насосы «вода-вода». Используется тепло грунтовых вод, которое передается воде для отопления и горячего водоснабжения.

- Тепловые насосы «вода-воздух». Используются зонды или скважины для воды и воздушная система отопления.

- Тепловые насосы «воздух-вода». Атмосферное тепло используется для водяного отопления.

- Тепловые насосы «грунт-вода». Трубы прокладываются под землей, и по ним циркулирует вода, забирающая тепло из грунта.

- Тепловые насосы «лед-вода». Для нагревания воды в системе отопления и горячего водоснабжения используется тепловая энергия, которая высвобождается при получении льда. Замораживание 100-200 л воды способно обеспечить обогрев среднего дома в течение часа.

Система отопления с установкой теплового насоса может оказаться более целесообразной по ряду причин:

- Рассматривая централизованное теплоснабжение, отметим явные недостатки: зимой это неконтролируемая жара, забитые радиаторы, частые аварии теплосетей. При желании устанавливаются кондиционеры, но коммунальные платежи с каждым годом растут.

- При возрастающих тарифах на газ, содержание газового котла становится неэкономично и дорого.

- Тепловой насос потребляет меньше электроэнергии, чем электрический котел. И при сравнении со строительными затратами на подведение газа, система с тепловым насосом для дома может оказаться экономичнее.

Согласно Постановлению Совета Министров №985 от 29 декабря 2018 года, в Республике Беларусь введен специальный субсидируемый тариф на электроэнергию, расходуемую на нужды отопления и горячего водоснабжения жилых домов и с 1 января 2020 года в нашей стране вступили в действие новые тарифы на энергоносители для населения. При наличии отдельного прибора индивидуального учета расхода электрической энергии и отсутствии централизованного тепло- и газоснабжения дома, электроэнергия, потребляемая электрическим котлом или

тепловым насосом, может оплачиваться по самому низкому тарифу – 0,0335 руб./кВт*ч (см. пункт 4 Приложения №2 к Постановлению №985). Это в 4 раза ниже прежнего дифференцированного тарифа и в 6 раз ниже величины, обеспечивающей полное возмещение экономически обоснованных затрат. Это говорит о том, что при использовании такого тарифа тепловой насос становится очень экономичным в эксплуатации современным источником тепла для жилых зданий.

Говоря об экономичности, нельзя не упомянуть об энергоэффективных зданиях. Это здания с пониженным потреблением энергии на отопление и не только. Один из таких домов построен в г.Гродно. Многоэтажный жилой дом генерирует «зеленую» электроэнергию солнечными панелями общей мощностью 75 кВт и оснащен автономной системой отопления на основе тепловых насосов. Ширина здания и его фундамент позволяют установить тепловые насосы, источником низкопотенциального тепла для которых служат погруженные в грунт сваи с контурами, также отбор тепла производится от городского канализационного коллектора, расположенного вблизи от дома. Теплонасосные установки обеспечивают теплом систему отопления и горячего водоснабжения. На крыше нового многоквартирного дома установлена солнечная станция мощностью 25 кВт. На фасаде здания размещены панели еще на 50 кВт. Отопление в доме обеспечивают тепловые насосы, которые забирают тепло у 32 фундаментных свай, а система вентиляции оборудована рекуператорами. Предполагается, что солнечные панели также будут возмещать часть потребляемой тепловыми насосами электроэнергии. Несмотря на то, что система тепловых насосов рассчитана на полную автономность отопления, дом все же подключен к центральному отоплению – как к резервному. Дом получил «зеленый сертификат» — эко-ярлык, указывающий на экологическое качество и рациональное использование природных энергетических ресурсов.

Тепловой насос перспективный вид отопительного оборудования в применении и развитии в ближайшем будущем потому что:

- Использование альтернативных источников тепловой энергии для отопления дома – общепринятый приоритет во всех европейских странах.
- Платишь за 1 кВт электроэнергии, а получаешь на отопление и горячее водоснабжение, благодаря инновационным технологиям, 4-5 кВт тепла. Самые экономные затраты на отопление и горячее водоснабжение.
- Наилучшая интеграция в другие системы отопления (в построенных домах). Максимальная тепловая нагрузка падает на тепловой насос, а газовый или твердотопливный котел, остается в резерве.
- Три функции в одном агрегате: отопление, охлаждение и нагрев бытовой воды. Как опция — нагрев воды для бассейна.
- Современные интеллектуальные методы управления и программирования режимов работы теплового насоса. Производство тепла/холода и горячей воды в строгой зависимости от величины нагрузки, и не больше.

Список использованных источников:

1. <https://www.kp.ru/guide/teplovye-nasosy.html> – Тепловые насосы для дома.
2. <https://metallurgist.pro/teplonasosnye-sistemy-teplosnabzheniya/>–Теплонасосные системы теплоснабжения.
3. <https://ventbazar.ua/blog/otoplenie-chastnogo-doma-teplovym-nasosom.html>– Отопление частного дома тепловым насосом.
4. https://elektrovesti.net/56537_v-belarusi-postroili-mnogoetazhku-s-solnechnymi-panelyami-na-fasade-i-avtonomnym-otopleniem_– Энергоэффективный дом.

Ковальчук А.В.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В ОБЩЕСТВЕННОМ ЗДАНИИ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Теплопоступления — надхождение в помещение тепла от разных источников. Расчет теплопоступлений это неотъемлемая часть разработки систем кондиционирования здания. Этот подсчет очень важен и от него зависит: будет ли микроклимат в комнате комфортным для человека.

Наиболее распространёнными видами теплопоступлений в помещение являются теплопоступления от людей, источников искусственного освещения, солнечной радиации.

Теплопоступления от людей поступают в окружающую среду в виде явной и скрытой теплоты. Явное тепло отдаётся окружающей среде в результате конвективного и лучистого теплообмена. Скрытое тепло — представляет теплосодержание водяных паров, испаряющихся с поверхности тела и лёгких человека. Полное количество, выделяемой человеком теплоты зависит, в основном, от степени тяжести выполняемой работы и в меньшей мере от температуры помещения и теплозащитных свойств одежды. С повышением интенсивности работы и температуры окружающего воздуха увеличивается доля тепла, передаваемого в виде скрытого тепла испарения. При температуре воздуха 34°C всё тепло, выработанное организмом, отдаётся путём испарения. Вне зависимости от вида деятельности общее количество выделяемой телом тепловой энергии:

- при низких температурах окружающей среды выше, чем при высоких температурах;
- при низких температурах окружающей среды значение явного (ощутимого) тепла значительно выше показателей скрытого тепла, и наоборот, при высоких температурах преобладает выделение скрытого тепла;
- при температурах, соответствующих комфортному состоянию ($22 \pm 2^\circ\text{C}$), при сидячем роде занятий, общее количество выделяемого тепла распределяется приблизительно в следующей пропорции: 60 - 65% явного тепла и 40 - 35% скрытого тепла.

С повышением физических нагрузок начинает преобладать выделение скрытого тепла.

Теплопоступления от людей складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят от степени тяжести выполняемой людьми работы и температуры воздуха в помещении. Количество явного тепла оценивается как:

$$Q_{\text{я}} = \sum_{\text{qя}} \cdot n, \text{ Вт};$$

Количество полного тепла:

$$Q_{\text{п}} = \sum_{\text{qp}} \cdot n, \text{ Вт},$$

где: n — количество людей, $q_{\text{я}}$ и $q_{\text{п}}$ — соответственно количество тепла, выделяемое мужчиной при определенной температуре воздуха в помещении

Теплопоступления от искусственного освещения. Принято считать, что вся электрическая энергия, затрачиваемая на освещение, полностью переходит в теплоту. Величины освещённости на уровне рабочих мест и электрической мощности

освещения определяются видом работ, выполняемых в помещении. Теплопоступления от источников искусственного освещения $Q_{осв}$, Вт, могут быть определены по величине нормируемой освещенности помещения и площади пола:

$$Q_{осв} = E F q_{осв} \eta_{осв},$$

где E — нормативная освещенность, лк (для зрительных залов 200 лк при использовании люминесцентных светильников и 100 лк при использовании ламп накаливания);

F — площадь пола помещения, м²;

$q_{осв}$ — удельные тепловыделения от светильников, Вт/(лк м²) (от 0,05 до 0,15 для люминесцентных светильников и от 0,13 до 0,25 для ламп накаливания);

$\eta_{осв}$ — доля тепловой энергии, попадающей в помещение (если светильники установлены непосредственно в помещении, то $\eta_{осв} = 1$, а если вне помещения, то $\eta_{осв} = 0,85$ для ламп накаливания и $\eta_{осв} = 0,55$ для люминесцентных светильников).

Теплопоступления от солнечной радиации. Избыточная теплота солнечного излучения немедленно поглощается средой помещения и, если речь идет о магазинах с большими застекленными витринами, зрелищных помещениях и пр., значительно увеличивает тепловую нагрузку. Действительно, в зависимости от типа стекла почти до 90% тепла солнечного излучения передается в помещение, а остальная часть отражается. В большинстве случаев тепловая нагрузка от солнечного излучения в общественных и административных зданиях может составлять до 50% в общем балансе теплопоступления. Обычно максимальная тепловая нагрузка достигается при максимальном уровне излучения. Солнечное излучение состоит из двух компонентов: прямой составляющей и рассеянной. Интенсивность солнечного излучения зависит от широты местности и варьируется в зависимости от времени года и времени суток.

Поступление тепла от солнечной радиации зависит от рода и структуры материала наружных ограждений, состояния и цвета их поверхности, угла, под которым солнечные лучи падают на поверхность, ориентации поверхности по странам света и др.

Наибольшее поступление тепла от солнечной радиации происходит через остекленные наружные поверхности: окна, фонари.

Теплопоступления от солнечной радиации через окна, называемые в СНиП термином "лучепрозрачные проемы", определяются только для теплого периода в том случае, если в расчетном помещении имеются окна или прозрачные застекленные двери. Расчет теплопоступлений от солнечной радиации через вертикальные проемы $Q_{ср}$, Вт, выполняется для конкретного часа суток по формуле

$$Q_{ср} = \sum (q_{np} K_{1np} + q_p K_{1p}) F K_2 K_{отн} K_{сз} K_{ак}$$

где q_{np} , q_p — прямая и рассеянная солнечная радиация через стандартный оконный проем данной ориентации в расчетный час суток, Вт/м², определяются по таблицам в справочной, учебной и нормативной литературе;

K_{1np} , K_{1p} — поправочные коэффициенты, учитывающие загрязнение атмосферы и затенение проема переплетами для облучаемого солнцем проема и не облучаемого;

K_2 — поправочный коэффициент, учитывающий загрязнение стекла;

$K_{отн}$ — поправочный коэффициент относительного проникания солнечной радиации через проем, отличающийся от стандартного (учитывает толщину и количество стекол и наличие солнцезащитных устройств);

$K_{ак}$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние аккумуляции тепла внутренними ограждениями.

Значения всех входящих в формулу параметров выбираются из нормативной литературы для расчетного часа суток и заданной ориентации ограждений. За

расчетный час следует принимать такой час в период работы предприятия, когда имеют место максимальные значения теплоступлений от солнечной радиации.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – 1999. – 7 с.
2. СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.

Крук А.В., Петручик М.М.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИТОКА ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Ключева Е.В. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Обычно вентиляция квартир осуществляется по следующей схеме. Отработанный воздух удаляется из кухонь и санитарных помещений вследствие перепада давления, вызванного разностью температур внутри помещения и снаружи. Приточный воздух поступает неорганизованно через неплотности наружных ограждений (в основном, оконного заполнения). Но высокая герметичность современных окон сделала практически неработоспособными системы естественной вентиляции. В квартирах ухудшилась комфортность проживания. Наблюдаются высокая влажность и низкое качество воздуха. Попытки организовать проветривание путем открытия форточек в герметичных окнах не позволяют обеспечивать требуемый микроклимат помещений и значительно снижают эффективность использования теплоты, затраты которой на подогрев приточного воздуха в современной квартире зачастую превышают потери теплоты через наружные ограждения. Необходимость обеспечения регулируемого воздухообмена в зданиях с современными ограждающими конструкциями и применения соответствующих технических решений в настоящее время не вызывают сомнений.

Причины понятны. Если 15-20 лет назад на стадии начала массового применения в строительстве светопрозрачных конструкций из ПВХ, клееной древесины, алюминия вопросы обеспечения организованного притока воздуха либо игнорировались вообще, либо возлагались на оконные компании, то в настоящее время осознание взаимосвязи процессов воздухораспределения в зданиях с воздухопроницаемостью ограждающих конструкций, влажностным и температурным режимом помещений, обусловило обязательность применения специальных устройств с регулируемым притоком воздуха уже на стадии проектирования

Как следствие, появилось большое количество предложений «вентиляционных» клапанов с расходом воздуха 3-7 м³/ч, «внутрипрофильной вентиляции», «самовентиляции», «микропроветривания» и т.п., вплоть до «вырезания» уплотнительных прокладок оконных блоков или применения специальных оконных ручек (с отверстиями), через которые может поступать воздух в вентилируемые помещения. Для обеспечения регулируемого притока воздуха в жилых зданиях необходимо решить ряд вопросов, связанных с выбором

характеристик приточных устройств, оценкой их показателей, размещением, влиянием на температурный режим прилегающих конструкций применительно к жилым многоквартирным зданиям.

Один из основных вопросов: какой воздухообмен нужен в помещениях и какой расход воздуха должны обеспечивать приточные устройства?

Есть своды правил СНБ 4.02.01-03, которые прописывают требования к воздухообмену помещений. В частности, для жилых зданий не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека или (при общей площади квартиры менее 20 м^2 на человека) из расчета $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилой площади.

Величина расчетного воздухообмена квартиры должна приниматься по наибольшей величине из результатов расчета нормируемого воздухообмена по потребностям проживающих людей или суммарного требуемого воздухообмена кухни и санузлов. Например, для трехкомнатной квартиры величина требуемого воздухообмена по суммарному воздухообмену кухни и санузлов может составлять $\approx 140 \text{ м}^3/\text{ч}$, хотя при проектном заселении 3 человек достаточно расхода приточного воздуха $90 \text{ м}^3/\text{ч}$. И, соответственно, расход воздуха через приточные клапаны должен обеспечивать расчетный воздухообмен $140 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Понятно, что расчетный воздухообмен не нужен в квартире постоянно. Например, при отсутствии или уменьшении количества проживающих воздухообмен может (и должен) уменьшаться. Именно на этом подходе и базируются основные положения энергосбережения в системах вентиляции «по потребности».

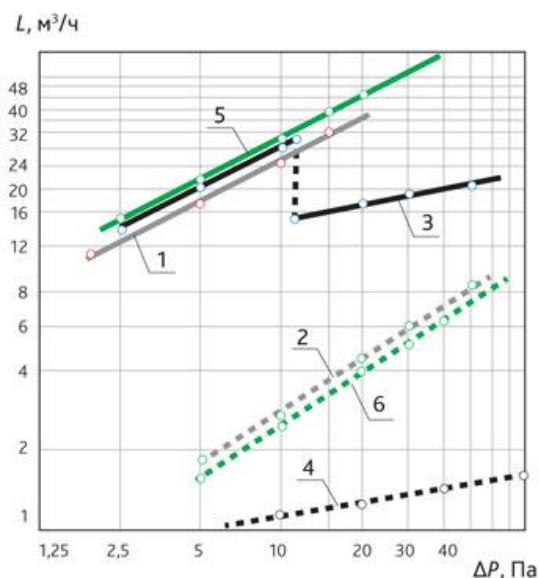


Рисунок 1 – Характеристики некоторых приточных вентиляционных устройств (по результатам испытаний): 1 – оконный клапан ЕММ 3-30; 2 – то же в закрытом состоянии; 3 – стеновой клапан СВК В-75; 4 – то же в закрытом состоянии; 5 – стеновой клапан КИВ-125; 6 – то же в закрытом состоянии.

Еще один важный аспект: при каких перепадах давлений должен быть обеспечен расчетный приток воздуха. Перепад давлений зависит от конструктивного решения системы вентиляции, высоты каналов, наличия вытяжных вентиляторов, кухонных вытяжек, ветровых давлений и др. Соответственно, для аэродинамического расчета при проектировании системы вентиляции нужны не дискретные значения расходов при каких-то фиксированных перепадах давлений, а зависимость «расход воздуха – перепад давлений». В качестве примера на рис. 1 представлены подобные результаты испытаний некоторых приточных клапанов.

В настоящее время можно выделить несколько направлений решения задачи обеспечения регулируемого притока воздуха в жилых зданиях:

- применение различного рода проветривателей с периодическим открыванием створок оконных блоков — от простейших с ручным регулированием до автоматизированных с управлением процессами «открывания-закрывания» по таймерам или датчикам;
- применение приточных устройств с регулируемым (ручным или автоматическим) открыванием для децентрализованного притока в системах вентиляции с естественным или механическим удалением воздуха (в том числе гибридных систем вентиляции);
- применение механических систем вентиляции с децентрализованным или централизованным механическим притоком воздуха, рекуперацией тепла удаляемого воздуха и т. п.

В свою очередь, приточные устройства могут подразделяться:

- по месту расположения (оконные, стеновые),
- по способу установки (врезаемые в строительные конструкции или использующие межпрофильное пространство оконных блоков),
- по регулированию (с ручным или автоматическим регулированием),
- по способности гасить ветровые воздействия и др.

Список использованных источников:

1. https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6929
2. СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. — Минск, 2004.
3. Сальникова С.Р. Необходимость технически грамотного проектирования систем вентиляции в снижении энергопотребления //Материалы научного семинара «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях», Брест, 21 марта 2018г.- Брест: РУПЭ «БРЕСТЭНЕРГО», 2018.-С.17-21

Лемешевский Е.Ю., Дубяга М.В.

ВЕНТИЛЯЦИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ. ВИДЫ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Клюева Е.В. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Вентиляция общественных зданий — раздел вентиляции, объединяющий методические приемы, схемные и конструктивные решения и методы расчета, характерные для общественных и жилых зданий различных типов. Специфические особенности общественных зданий — многоэтажность, большая протяженность поэтажных коридоров, наличие вертикальных связей между этажами (лестничные клетки, лифтовые шахты), большая разнородность помещений по видам вредных выделений, требования к внутреннему климату, режимам работы.

От чистоты воздуха в закрытом пространстве зависит не только уровень комфорта, но и самочувствие людей, которые пребывают в нем постоянно. Если

квартиру или дом человек может оборудовать согласно своим личным предпочтениям, то в общественном здании вопрос вентиляции целиком передан в ведение застройщика и управляющей компании.

Воздухораспределители являются важнейшими элементами систем вентиляции в общественных зданиях — это элементы системы вентиляции, кондиционирования или отопления, через которые воздух перемещается из одного места в другое. Например, из приточного воздуховода поступает в помещение или из вытяжного — направляется наружу. Основное назначение воздухораспределителей — это равномерная подача воздуха в обслуживаемое помещение. По функциональным особенностям и по конструктивному исполнению воздухораспределители и устройства подачи и удаления воздуха весьма разнообразны. Основными являются: решетки, диффузоры, воздухораспределители и сопло. Классификация и разновидность вентиляционных решеток является одной из самых обширных. Вентиляционные решетки по функциональному назначению можно условно разделить на приточные и вытяжные. Это зависит от того, в каком направлении относительно вентилируемого участка через решетку проходит поток воздуха. В зависимости от места установки на: наружные и внутренние. Наружные решетки устанавливаются, как правило, на фасадах и наружных стенах зданий и бывают накладными и с монтажной рамкой. Внутренние решетки предназначены для установки внутри помещений и подразделяются на: потолочные, настенные, напольные.

В зависимости от конструкции различают: накладные решетки, решетки с монтажной рамкой, решетки регулируемые и решетки нерегулируемые. По необходимости, решетки могут быть изготовлены с КРВ (клапан расхода воздуха) и без КРВ. Помимо декоративных функций, диффузоры служат для равномерного рассеивания воздушного потока по помещению, а также для индивидуальной регулировки воздушного потока, направляемого из воздухораспределительной сети в каждое помещение. Диффузоры делятся на дисковые и многодиффузорные. Главной деталью дискового диффузора является плоский диск, который между собой и корпусом воздухораспределителя оставляет кольцевую щель, через которую проходит коническая струя воздуха. Главным элементом многодиффузорного устройства является ряд конусов с увеличивающимися диаметрами.

Существует большое количество диффузоров в зависимости от их конструктивных особенностей — вытяжные, приточные, универсальные, регулируемые, нерегулируемые, круглые, квадратные, прямоугольные, пластмассовые и металлические. Многодиффузорные и дисковые устройства имеют специальные регуляторы для контроля расхода воздуха, и показателей струй.

Воздухораспределители способны удалять воздух из помещения как из рабочей зоны так и из верхней зоны помещения. Их разделяют на перфорированные и щелевые воздухораспределители. В основном перфорированные воздухораспределители получили распространение в помещениях с низкими потолками, в общественных зданиях.

Применение различной перфорации и форм воздухораспределителей позволяет решить практически любую задачу. Устройства для создания плоских струй называют щелевыми воздухораспределителями. Они имеют существенное преимущество перед решетками — при одинаковой площади выпуска воздуха, щелевые воздухораспределители формируют струю с большой дальностью. Воздухораспределители такого типа бывают следующих видов — вытяжные, приточные, нерегулируемые, регулируемые, стальные, алюминиевые и даже пластмассовые. Эти устройства монтируются на стенах, потолках и на полу. Щелевые

воздухораспределители оптимальны для спортивных сооружений, бассейнов, ресторанов, офисов, вокзалов, выставочных залов, гостиниц, торговых центров и т.д.

Сопловые воздухораспределители (сопло) — устройства, через которые воздух из приточного воздуховода поступает в помещения, — являются одной из важнейших составных частей систем кондиционирования. Они обеспечивают охлажденной или нагретой воздушной струе наиболее высокую скорость истечения и необходимую дальность. По конструктивному исполнению они могут быть весьма разнообразными: щелевые, перфорированные, с очисткой воздуха.

Объединив несколько сопел в блок, можно «растягивать» воздушные коридоры на необходимые расстояния, увеличивая КПД воздушного потока и подавая охлажденный или нагретый воздух в самые дальние «уголки» зданий с большим количеством помещений и внушительной высотой потолков.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. — 1999. — 7 с.
2. СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. — Минск, 2004.
3. Сальникова С.Р. Текстильные воздуховоды ресурсосберегающая технология в вентиляции// Материалы научного семинара «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях», Брест, 21 марта 2017г. — Брест : РУПЭ «БРЕСТЭНЕРГО», 2017. — С. 28–32.
4. Сальникова С.Р. Необходимость технически грамотного проектировании систем вентиляции в снижении энергопотребления// Материалы научного семинара «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях», Брест, 21 марта 2018г. — Брест : РУПЭ «БРЕСТЭНЕРГО», 2018. — С. 17–21.

Огиевич Н.В., Степанюк А.В.

НОВИНКИ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Ключева Е.В., м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Приток свежего воздуха с улицы должен быть постоянным. Организовать его можно либо через форточку и микропроветривание, либо через приточные устройства. В старых деревянных оконных рамах приток осуществлялся через щели или «неплотность притвора». Никаких проблем с вентиляцией не возникало, потому что был приток, была вытяжка и все отлично работало. Такие конструкции массово использовались в прошлом, сейчас им на смену пришли ПВХ окна. Они герметичны, но в закрытом положении не создаётся приток воздуха, следовательно, система вентиляции не работает. Решением, как создать приток воздуха при закрытом окне является установка приточного клапана.

Из-за нарушения воздухообмена возникают в основном две группы проблем:

1. повышенная влажность, из-за чего возникает плесень, конденсат, потеют окна;

2. ухудшение качество воздуха внутри помещения, повышается уровень углекислого газа и т.д.

Современные приточные клапаны, разрабатываемые ведущими производителями, создают в помещении естественную приточную вентиляцию, позволяющую окончательно решить проблему плесени, духоты и конденсата на окнах. Приточные клапаны выпускают различной производительности и различного варианта монтажа, в едином дизайне.

Преимущества:

- Устанавливаются на любом этапе строительства
- Совместимы со всеми вентиляционными системами
- Монтаж занимает 40 минут
- Работают в температурном диапазоне от -50 до +80°C
- Не требуют специального обслуживания
- Работают без электричества

Примерами новинок элементов систем вентиляции может служить линия продукции Norvind. Клапан Norvind монтируется в стену на высоте 2-2,2м (для удобства регулировки) от пола. Воздушный поток с улицы по каналу в стене затягивается в помещение. Встроенный в клапан фильтр очищает воздух и защищает от шума, пыли и насекомых.

Клапан Norvind pro состоит из корпуса (из АБС-пластика) и воздуховода. Внутри его находятся два материала, которые осуществляют утепление и шумоподавление в трубе. Решётка также выполнена из АБС-пластика. Параметры клапана: диаметр – D90, пропускная способность – 32 м³/ч, шум – 35 дБА. Клапан имеет минимально возможный диаметр для обеспечения нормативного воздухообмена.

Приточный вентиляционный клапан Norvind optima может устанавливаться в стену в двух вариантах на выбор:

1. Над радиатором отопления с направлением движения воздуха вниз: уличный воздух будет нагреваться от батареи.

2. Рядом с окном на высоте 2-2,2м от пола с направлением движения воздуха вверх, где поступающий уличный воздух смешивается под потолком с теплым в комнате.

Характеристики клапана Norvind optima — диаметр 65 мм, пропускная способность 13 м³/ч, шумоподавление – 36 дБА. Имеет утепление воздуховода. Производитель гарантирует минимальную температуру до -50°C. Если температура опустится ниже, то возможен конденсат. При установке над радиатором допустимая температура –30°C. Шумоизоляция данных клапанов выше, чем шумоизоляция окон. Следовательно, они не добавляют шумов в помещении. При изменении ветровых воздействий можно вручную регулировать объём поступающего воздуха в клапана. Во всей линейке Norvind воздуховод не гладкий. Поэтому свиста в воздуховоде не возникает.

Приточный клапан Norvind classic устанавливается над радиатором отопления с направлением движения воздуха вдоль радиатора: уличный воздух будет нагреваться от батареи. Имеет параметры: диаметр – D75, пропускная способность – 16 м³ в час, шум-36 дБА.

Клапан Norvind city устанавливается при монтаже окна без вмешательства в его конструкцию, при этом не требуется сверление стены. За счет разницы в давлении воздушный поток с улицы по воздуховодам затягивается в помещение.

Преимущества использования клапана Norvind city:

- Устанавливаются при монтаже окна
- Совместимы со всеми вентиляционными системами
- Работают в температурном диапазоне от -50° до +80° градусов
- Монтаж занимает 10 минут
- Не требуют специального обслуживания
- Работают без электричества

Новый оригинальный воздуховод. Данный воздуховод сделан из листового пластика (ПЭТ плёнки), который скручивается в тубус и проклеивается вдоль по внешнему периметру клеящей лентой. Внутри воздуховода изначально заложен шумоизоляционный и теплоизоляционный материал. Диаметр изменяется от 64 до 67 мм. Благодаря подвижности внутренних слоёв воздуховод можно вставлять в отверстия разного диаметра. Возможные изменения диаметров в связи с износом коронки либо погрешности в пределах 3 мм данный воздуховод может компенсировать. Таким образом, облегчается монтаж устройства.

Список использованных источников:

1. Новинки систем естественной приточной вентиляции для жилых помещений [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://webinar.abok.ru/webinar/home_ventilation/. – Дата доступа: 28.11.2019.
2. К. В. Тихомиров. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. – М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.
3. Хрусталёв Б. М. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. проф. Б. М. Хрусталёва – М.: Издательство АСВ, 2007. – 784 с.

Зинович Я.С.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ

Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Новосельцев В.Г. к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Электрическое отопление — вид отопления, при котором обогрев помещений и поддержание в них заданной температуры обеспечиваются электрическими отопительными приборами, преобразующими электрическую энергию в тепловую. Наиболее распространены отопительные приборы, нагревательным элементом которых служит проводник с большим электрическим сопротивлением: открытый, непосредственно соприкасающийся с нагреваемым воздухом (например, в электрокаминах и рефлекторах), или закрытый, помещённый внутри электронагревателя обычно трубчатого типа и передающий тепло на поверхность отопительного прибора (радиатора) через циркулирующий в нём теплоноситель (например, жидкое масло). Приборы с закрытым нагревательным элементом исключают возможность ожогов и пригорания пыли.

В современном строительстве находят применение отопительные приборы, в которых электрический ток нагревает теплоаккумулирующий материал; последний в свою очередь отдаёт тепло отапливаемому помещению. Такие приборы обычно

потребляют электроэнергию в те часы суток, когда уменьшается её расход на другие нужды. В качестве теплоаккумуляционных отопительных приборов используют так же строительные конструкции (например, железобетонные панели перекрытий), прокладывая в них электронагревательные кабели. В некоторых случаях для электрического отопления применяют изделия из токопроводящей резины, токопроводящие обои и т. п.

Существенное преимущество электрического отопления перед другими видами отопления — простота и надёжность автоматического регулирования температуры, что позволяет более экономно расходовать электроэнергию.

История создания электрического отопления. Системы отопления существовали на протяжении тысячелетий от греческих стационарных центральных очагов с 2500 г. до н.э. до систем централизованного отопления древнеримской эпохи гипocausta. Однако электрическое отопление — относительно современное изобретение, которое стало бесценным активом любого дома зимой. Электрический нагреватель, который вы знаете и используете, имеет уникальную историю происхождения более века.

В 1879 году Томас Эдисон изобрел электрическую лампочку, которая привела к созданию первой портативной электрической отопительной системы, изготовленной из удлиненных стеклянных колб для вывода тепла и произведенной General Electric. Эти устройства были элементарными в дизайне, но проложили путь к более сложным вариациям.

В 1905 году Альберт Марш обнаружил хромель — сплав, созданный из никеля и хрома, который в то время был в 300 раз прочнее других нагревательных элементов и позволял изготавливать долговечные провода с высоким сопротивлением, которые можно было бы использовать в качестве безопасного нагревательного элемента. Многие считают это истинным рождением электрического отопления.

После этого растущий потребительский спрос помог проложить путь к широкому распространению систем электрического отопления, что увеличило спрос со стороны производителей. В течение следующих 50 лет барные нагреватели стали самой популярной формой электрического отопления для домашнего использования благодаря их простоте и портативности. Барные нагреватели состояли из спиральных проводов, которые при использовании светились ярко-оранжевым и излучали тепло. С точки зрения электробезопасности, эти ранние барные нагреватели были кошмаром, так как неадекватный дизайн привел к многочисленным ожогам. Кроме того, могут легко вспыхнуть пожары, если опрокинуть эти обогреватели или покрыть их тканями. Электрические нагреватели были массово произведены с 1960-х годов для решения проблемы снижения потребления электроэнергии по вечерам. Нагреватели накапливали тепловую энергию в течение ночи, нагревая керамический кирпич, который затем использовался для обогрева дома в течение дня. Это обеспечило людям энергетически эффективный и экономичный способ поддерживать отопление в своих домах.

Быстро перейдя к более современным вариантам электрического нагревателя, цифровой бум позволил производить «более умные» и более портативные нагреватели, многие из которых со светодиодными экранами или клавиатурами. Функциональные возможности, такие как таймеры или связь Bluetooth, превратили электрическое отопление в системы, с которыми мы более знакомы сегодня. В настоящее время электрические обогреватели имеют гораздо больше возможностей для настройки, что позволяет повысить энергоэффективность.

Сегодня существует огромный выбор приборов электрического отопления, доступные варианты:

- **Электрические котлы.** Здесь главную роль играет теплоноситель, а сам узел построен на конвективной функции. Электрические котлы применяются для обогрева домов и квартир. К плюсам относится безопасность применения, высокий КПД и удобство эксплуатации. Из недостатков — сложность конструкции, нуждающейся в профессиональном монтаже, а также проблемы с ремонтом в случае выхода оборудования из строя. Важно отметить высокое потребление энергии и стоимость электричества. Дополнительные минусы аппаратов для отопления — ограничения по мощности и прочие трудности.

- **Электрические конвекторы** (воздушное отопление). Такие системы электрического отопления активно применяются в торговых точках и офисах с малой площадью. Оборудование быстро нагревает помещение, но из-за небольшой мощности для применения в квартире или доме потребуется несколько устройств. В виде основного типа отопления не применяется из-за низкой эффективности. В процессе работы формируются сквозняки и области с плохим обогревом. Главное преимущество — небольшие затраты на электричество и легкость в обслуживании.

- **Электрические тёплые полы.** Могут быть обычные и инфракрасные. Такие системы отопления применяются в виде дополнительного отопления. Они обеспечивают подогрев полового покрытия, и гарантируют комфорт. Применение электрических теплых полов в виде единственной системы неактуально. Для обогрева помещения температура поверхности должна быть очень высокой, поэтому ходить по такому покрытию босыми ногами будет не комфортно. Кроме того, «львиная доля» тепла уходит вниз, что снижает КПД.

- **Инфракрасные обогреватели.** При правильном применении электрическое отопление этого типа можно использовать в виде основного источника обогрева. Конструкции различаются по исполнению и применяются для крепления на потолке, стенах или половом покрытии. Из плюсов — легкость монтажа и обслуживания, а их недостатков — действие в определенной области и неравномерность прогрева помещения.

- **Электрические приборы.** К ним относятся: тепловые вентиляторы, масляные вентиляторы, теплопушки. Такие устройства играют вспомогательную функцию и не используются в виде основного источника обогрева. С их помощью легко натопить небольшое помещение. Обеспечить отопление всего дома или квартиры не получится. Недостатки — неспособность работать автоматически, пересушка воздуха и другие проблемы.

- **Комбинированные котлы.** Работают на разных видах топлива. В семи из десяти обогревателей, реализуемых на рынке, предусмотрены электрические нагревательные элементы. Выделяется два типа — стандартные и универсальные. Комбинированные котлы активно применяются в загородных домах, где отсутствует газоснабжение или имеют место перебои с поставкой электрической энергии. К особенностям относится возможность подключения группы контуров, экономичность, отсутствие сбоев в работе отопительной системы, возможность программирования и модернизации. Комбинированные котлы бывают на газе и электроэнергии, дровах и газ, дровах и электричестве. Также выделяются многотопливные установки.

Список использованных источников:

1. СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
2. Современные системы отопления / В. И. Назарова. – М.: РИПОЛ классик, 2011. – 320 с.: ил. – (Энциклопедия строительства).

Гришкевич М.Ю., Батунова А.В.

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Если в замкнутом контуре имеются участки с подводом и отводом тепла, то в нем возникает естественное давление, обусловленное разностью плотностей холодной и горячей воды:

$$\Delta P_c = hg(\rho_o - \rho_r), \text{ Па, где}$$

h – расстояние между центрами охлаждения и нагрева воды, м;

g – ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$);

ρ_o – плотность охлажденной воды, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_r – плотность горячей воды, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Естественное давление вызывает циркуляцию воды в контуре. При движении воды в контуре возникает гидравлическое сопротивление, которое складывается из сопротивления на трение по длине трубопроводов и в местных сопротивлениях:

$$\sum P_e = R = \Delta P_T + \Delta P_M$$
$$R = \sum \left(\frac{\lambda W^2}{d} \rho l \right) + \sum \left(\xi \frac{W^2}{2} \rho \right), \text{ где}$$

λ – коэффициент гидравлического трения, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$;

d – диаметр, м;

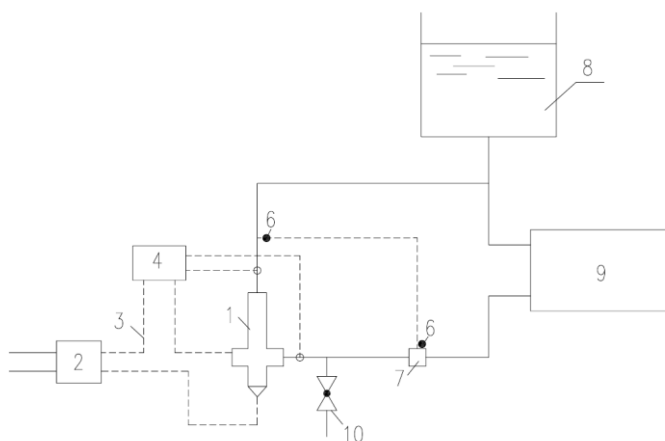
l – длина участка, м;

ξ – коэффициент местного сопротивления;

ρ – плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$;

W – скорость течения воды, м/с.

Это сопротивление преодолевается естественным давлением, т.е. для данного контура естественная циркуляция обуславливается степенью нагрева и охлаждения его участка и высотой контура.



1 – электродный котел; 2 – электросчетчик; 3 – электрический провод; 4 – блок терморегулирования; 5 – датчик температуры в составе блока терморегулирования; 6 – датчик температуры в составе блока теплосчетчика; 7 – измерительный блок ультразвукового теплосчетчика со встроенным счетчиком воды; 8 – расширительный бак; 9 – отопительный прибор; 10 – спускной шаровой кран.

Рисунок 1. Схема установки

Результаты измерений занесём в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерений.

Время, мин	Блок управления		Бл. теплосчетчика				Параметры		
	тп °С	то °С	G, м³/ч	Q, кВт	тп °С	то °С	ρп, кг/м³	ρо, кг/м³	ΔP, Па
0	19	19	0	0	19	19	1,208904	1,208904	0
0,5	21	18	0,005	0,1	24	19	1,188552	1,208904	0,41328
1	24	18	0,018	0,1	24	19	1,188552	1,208904	0,41328
1,5	44	18	0,028	0,2	24	19	1,188552	1,208904	0,41328
2	45	18	0,031	0,8	40	19	1,127796	1,208904	1,647048
2,5	42	18	0,003	0,7	40	19	1,127796	1,208904	1,647048
3	42	18	0,028	1	52	19	1,086154	1,208904	2,492653
3,5	42	18	0,028	1	52	19	1,086154	1,208904	2,492653
4	43	18	0,029	1	49	19	1,096273	1,208904	2,28716
4,5	43	18	0,028	1	49	19	1,096273	1,208904	2,28716
5	43	18	0,028	1	50	19	1,092879	1,208904	2,356082
5,5	44	18	0,027	1	50	19	1,092879	1,208904	2,356082
6	44	18	0,027	1	51	19	1,089506	1,208904	2,424578
6,5	44	18	0,028	1	51	19	1,089506	1,208904	2,424578
7	45	18	0,027	1	51	19	1,089506	1,208904	2,424578
7,5	45	18	0,028	1	51	19	1,089506	1,208904	2,424578
8	45	18	0,027	1	52	19	1,086154	1,208904	2,492653
8,5	46	18	0,027	1	52	19	1,086154	1,208904	2,492653
9	46	18	0,027	1	53	20	1,082822	1,204778	2,476525
9,5	46	19	0,027	1	53	20	1,082822	1,204778	2,476525
10	46	19	0,027	1	53	20	1,082822	1,204778	2,476525
10,5	47	19	0,026	1	53	20	1,082822	1,204778	2,476525
11	47	19	0,026	1	54	21	1,079511	1,20068	2,460554
11,5	48	19	0,027	1	54	21	1,079511	1,20068	2,460554
12	48	20	0,027	1	55	22	1,07622	1,19661	2,444737
12,5	49	20	0,027	1	55	22	1,07622	1,19661	2,444737
13	48	20	0,028	1	56	23	1,072948	1,192568	2,429072
13,5	49	21	0,027	1,1	56	23	1,072948	1,192568	2,429072
14	49	21	0,028	1	58	27	1,066465	1,176667	2,237827
14,5	50	22	0,029	1,1	59	26	1,063253	1,180602	2,382971
15	50	23	0,029	1,1	59	26	1,063253	1,180602	2,382971
15,5	51	23	0,029	1,1	59	26	1,063253	1,180602	2,382971
16	51	24	0,03	1,1	60	28	1,06006	1,172757	2,288513
16,5	52	24	0,031	1,1	60	28	1,06006	1,172757	2,288513
17	53	25	0,03	1,1	61	29	1,056886	1,168874	2,274106
17,5	53	26	0,03	1,1	61	29	1,056886	1,168874	2,274106
18	54	26	0,032	1,2	63	31	1,050595	1,161184	2,245697
18,5	54	27	0,031	1,1	63	31	1,050595	1,161184	2,245697
19	55	28	0,033	1,2	64	32	1,047478	1,157377	2,231692
19,5	56	28	0,033	1,2	64	32	1,047478	1,157377	2,231692
20	56	29	0,034	1,2	65	34	1,044379	1,149837	2,141513
20,5	57	30	0,034	1,2	65	34	1,044379	1,149837	2,141513
21	58	30	0,034	1,2	67	35	1,038235	1,146104	2,190455
21,5	58	31	0,035	1,2	67	35	1,038235	1,146104	2,190455
22	59	31	0,036	1,3	68	36	1,035191	1,142395	2,176964
22,5	60	32	0,035	1,3	68	36	1,035191	1,142395	2,176964
23	60	32	0,035	1,3	69	37	1,032164	1,13871	2,163596
23,5	60	32	0,035	1,4	69	37	1,032164	1,13871	2,163596
24	61	33	0,035	1,3	70	38	1,029155	1,135048	2,150352
24,5	62	33	0,036	1,3	70	38	1,029155	1,135048	2,150352
25	62	34	0,036	1,3	72	39	1,023188	1,13141	2,197629
25,5	63	34	0,037	1,3	72	39	1,023188	1,13141	2,197629
26	63	34	0,036	1,4	73	39	1,020231	1,13141	2,257679
26,5	63	35	0,036	1,4	73	39	1,020231	1,13141	2,257679
27	64	35	0,037	1,4	74	40	1,017291	1,127796	2,243981
27,5	64	36	0,036	1,4	74	40	1,017291	1,127796	2,243981
28	65	36	0,036	1,4	74	41	1,017291	1,124204	2,171045
28,5	65	36	0,037	1,4	75	41	1,014368	1,124204	2,230407
29	66	37	0,036	1,4	76	42	1,011461	1,120635	2,216956
29,5	66	37	0,037	1,5	76	42	1,011461	1,120635	2,216956
30	67	38	0,037	1,4	77	43	1,008571	1,117089	2,203626

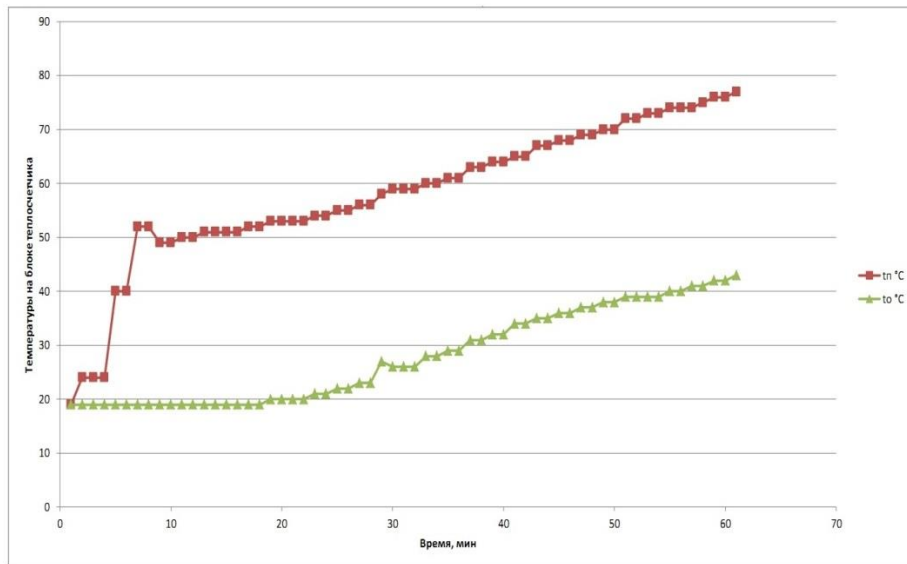


Рисунок 4. График зависимости времени от температуры на блоке теплосчетчика

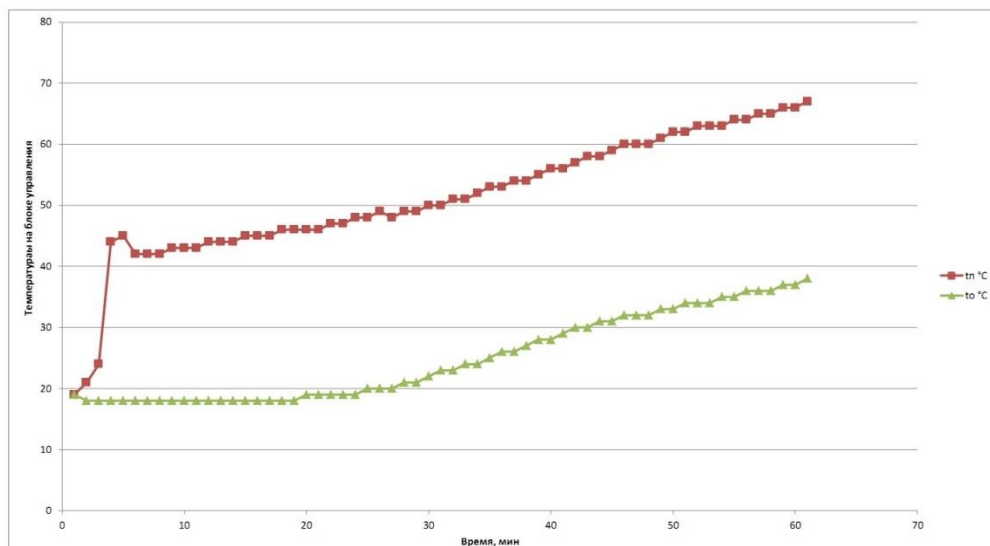


Рисунок 5. График зависимости времени от температуры на блоке управления

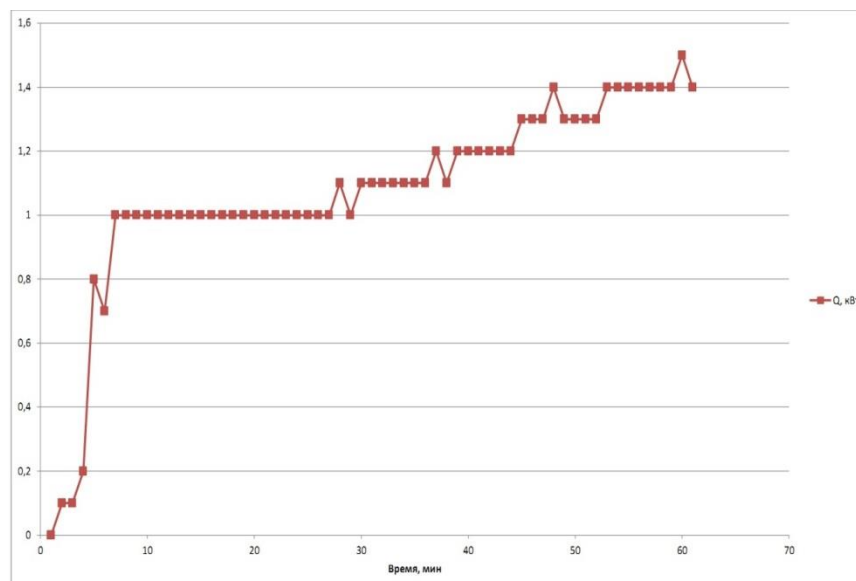


Рисунок 6. График зависимости времени от мощности на блоке управления

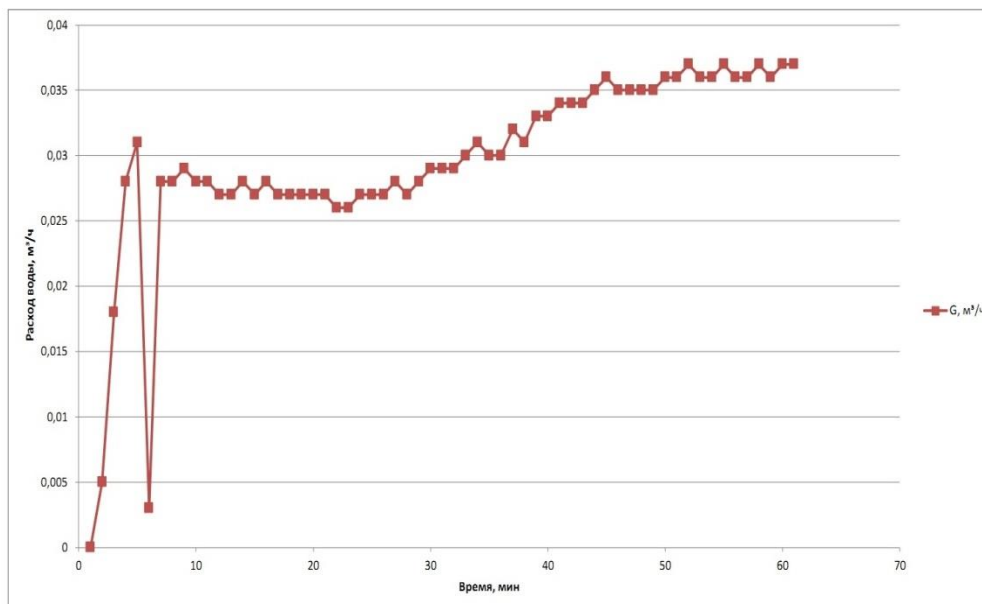


Рисунок 7. График зависимости времени от расхода воды

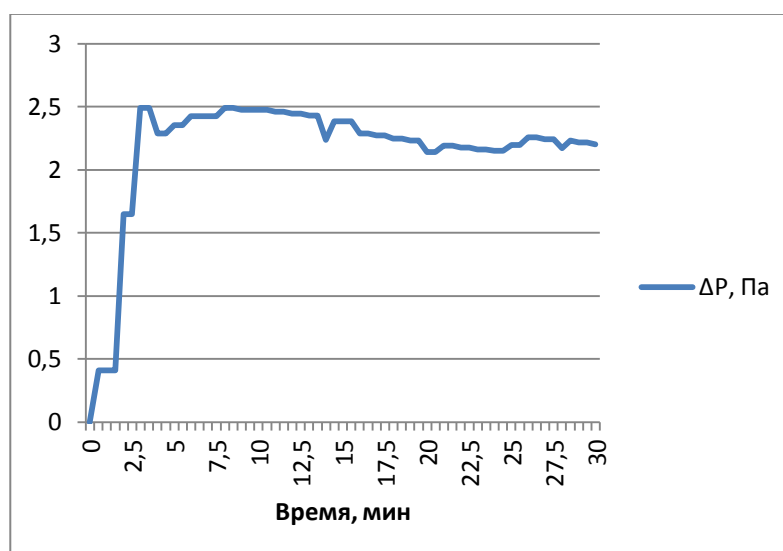


Рисунок 9. График зависимости времени от потерь давления

В ходе научного исследования работы катодного котла выявили, что при увеличении времени проведения опыта увеличивается перепад давления, что объясняется повышением температуры подаваемой воды.

Список использованных источников:

1. Паспорт электродного котла.
2. Игнатюк Е.В. Ковальчук А.В. Статистическое давление в системе отопления / Сборник материалов научного семинара “Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях”. 21 марта 2019. – Брест: БрГТУ, 2019. – С. 133-135.

Научное издание

Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 21 марта 2020 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: РУПЭ «Брестэнерго», 2020. – 147 с.

Редакторы: В.С. Северянин, В.Г. Новосельцев.

Технический редактор: П.Ф. Янчилин.

Компьютерная вёрстка: П.Ф. Янчилин.

Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Тираж 100 экз.

Издатель и полиграфическое исполнение

Брестское республиканское унитарное предприятие электроэнергетики
«Брестэнерго»

224030, Брест, ул. Воровского, 13/1