

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
КОНЦЕРН БРЕСТЭНЕРГО

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



ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ
ОТРАСЛЯХ

Материалы научного семинара

Брест, 2018

УДК 620.9

ББК 72.33

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. – 124 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 2018 года. Издание адресуется преподавателям учебных заведений, студентам вузов, магистрантам, аспирантам, всем, кто интересуется проблемами энергетической безопасности.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Северянин В.С.	5
БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ — В ЯДЕРНОМ И ТЕРМОЯДЕРНОМ НАПРАВЛЕНИИ	5
Тур Э.А., Халецкий В.А.	8
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	8
Шведовский П.В., Дай Чжичэн, У Вэйдун, Чжао Сяохань, Козловский Д.С.	11
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОМЕНДУЕМЫХ КОМПЛЕКСОВ РАБОТ ПО БЕЗОПАСНОМУ ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	11
Белов С.Г., Дмухайло Е.И.	15
МАЛЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОПАСТНЫХ И СТРУЙНЫХ НАСОСОВ-АЭРАТОРОВ	15
Сальникова С.Р.	17
НЕОБХОДИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИ ГРАМОТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ В СНИЖЕНИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ	17
Акулич Т.И.	21
ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ	21
Чернюк В.П., Шляхова Е.И.	24
ХОЛОДИЛЬНАЯ КАМЕРА В ГРУНТЕ	24
Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В., Четырбок Н.П., Халецкий В.А.	26
К ВОПРОСУ О ВЫЯВЛЕНИИ ВОЗМОЖНЫХ ПРОБЛЕМ РАБОТЫ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ЖИЛЬЦОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ	26
Черноиван В.Н., Черноиван Н.В., Федорович В.В., Черноиван А.В.	28
НАВЕСНОЙ ВЕНТИЛИРУЕМЫЙ ФАСАД – ЭФФЕКТИВНОЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЕ НАРУЖНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ	28
Новосельцева А.Г., Сенчук Д.Д.	30
ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД. СВОЙСТВА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОСАДКОВ	30
Сазонов М.И., Хвисевич В.М., Веремейчик А.И., Томашев И.Г., Лазарук А.А.	33
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КУТТЕРОВ	33
Шляхова Е.И., Левчук Н.В.	38
ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ	38
Клюева Е.В.	40
МОНИТОРИНГ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ	40
Лешко Г.В., Щербач В.П., Чистова Я.А.	44
ВРЕД Wi-Fi ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА, ПРИРОДЫ И ВСЕГО ЖИВОГО	44
Янчилин П.Ф., Аллакулиев И.	47
ДВУХОСЕВАЯ СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ С КОНЦЕНТРАТОРОМ В ГЕЛИОУСТАНОВКЕ «ЛУЧ»	47
Сальникова С.Р., Сопин Ю.Ю.	51
ВРЕЗКА В ДЕЙСТВУЮЩИЙ ГАЗОПРОВОД ПОД ДАВЛЕНИЕМ БЕЗ ПРЕКРАЩЕНИЯ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ	51

Лешко Г.В., Игнатюк Т.В, Игнатюк Е.В.....	55
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ	55
Янчилин П.Ф.	56
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕЛИОУСТАНОВКИ «ЛУЧ»	56
Новосельцев В.Г., Черноиван В.Н., Черноиван Н.В., Черноиван А.В.....	59
АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ.....	59
Стрелец М.В.	62
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УПРАВЛЕНЦА.....	62
Федорук Ю.А., Силюк А.А.	66
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА (СПГ).	66
Луцевич О.С., Каратченя М.О.	68
СПОСОБЫ ОТВЕДЕНИЯ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА ИЗ ПОМЕЩЕНИЯ.....	68
Кушнерук Н.В., Сытенко В.М.	72
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДИАГОНАЛЬНОГО ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОНДИЦИОНЕРА.....	72
Силюк А.А., Федорук Ю.А.	77
ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ И ЕЕ СОЙСТВА	77
Латышевич В.А., Луцевич О.С.	80
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ МЕСТ УТЕЧЕК ПРИРОДНОГО ГАЗА	80
Антонович М.В., Олесиюк Т.С.	86
АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ КОНДИЦИОНЕРЕ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОДА	86
Дышко А.В., Климович А.В., Ястребкова В.П.....	89
ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ СО СЛОЕВЫМ ПУЛЬСИРУЮЩИМ ГОРЕНИЕМ	89
Курись А.Г., Антонович А.А.	91
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ В МНОГОЭТАЖНОМ ДОМЕ.....	91
Филюк Д.М., Иванюк Д.В.	95
УПРЕЖДАЮЩЕЕ ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ...	95
Бойко С.В., Матлашук Д.В.....	100
СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПЕЧИ-КАМИНА С ВОДЯНЫМ КОНТУРОМ.....	100
Мешик К.О.	104
УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ СТОЧНЫХ ВОД В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ	104
Бойко С.В., Киселев А.В., Матлашук Д.В.	107
ИМПУЛЬСНОЕ ДЫМОУДАЛЕНИЕ ГАЗОВ ИЗ ТГУ НА ОРГАНИЧЕСКОМ ТОПЛИВЕ	107
Жигало П.Ю., Самсоник М.В.	109
УСТАНОВКИ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ.....	109
Курись А.Г, Антонович А.А.	111
СОВРЕМЕННЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ	111
Иванов В.А.....	115
ГЕОТЕРМАЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ	115
Кузнец Д.В., Курись А.Г.	118
СТЕНОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ	118
Пархомук И.П., Трембицкая А.А., Кузнец Д.В., Филюк Д.М.	120
СРАВНЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСА WILO С ПЧТ И БЕЗ НЕГО.....	120

Северянин В.С.

БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ — В ЯДЕРНОМ И ТЕРМОЯДЕРНОМ НАПРАВЛЕНИИ

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

Энергетика — основа существования и развития современного общества. Не требует доказательства очевидный факт безусловной необходимости потребления разных видов энергии, как отдельным человеком, так и разнообразными коллективными объединениями в виде промышленности, коммунального хозяйства, обеспечения жизненных условий — от питания до военной обороны. И эта потребность со временем возрастает, требуя как количественного, так и качественного роста предоставления энергетических услуг.

Исторически энергетическое производство, основываясь на законах термодинамики, преобразовывало химическую энергию, заключённую в природных углеводородных ресурсах, в теплоту через процесс горения, которая затем через уже механическую энергию превращается в электричество. Это технологическая схема современных тепловых электростанций. Многолетнее их развитие, несмотря на некоторые неудовлетворяющие моменты (выделение физических и химических отходов, географическая ограниченность, трудности добычи и доставки топлив, а также распределение электричества и теплоты, сложности повышения КПД), опережало другие методы получения энергии (гидроэнергетика и прочие экзотические приёмы).

Но появление ядерной энергетики означало становление нового мощного источника развития человеческого общества на более высоком техническом уровне. Естественно, любое крупное мероприятие проходит этап «детских болезней», которые могут быть весьма серьёзными (для ядерной энергетики — это Тримайл-Айленд, Чернобыль, Фукусима), они описаны и обсуждены достаточно широко. Все доводы противников ядерной энергетики — и технические, и экономические, и психологические, — убедительно рассмотрены, изучены, объяснены, опровергнуты, и нет необходимости здесь всё повторять. В настоящее время ядерная энергетика стремительно развивается во всём мире, по условиям не только экономической доступности, но и в убеждении её первенства по всем показателям. Даже страны с обильными запасами традиционного углеводородного топлива, строят ядерные электростанции, при чём с планами увеличения их количества и мощности. Примером может служить ситуация с ядерной энергетикой в Российской Федерации.

Рекордом в этой отрасли считается 212 млрд. кВт·час, выработанных в 1989 г. Но тогда с российскими складывались мощности АЭС Украины, Армении, Прибалтики. Но на Украине осталась самая мощная советская Запорожская АЭС — третья по мощности в мире. Сейчас в РФ 10 ядерных станций, 35 энергоблоков (учитываются только они). В 90 гг. был «атомный спад», и к советским показателям вернулись только в 2000 г. Сейчас РФ — четвёртая в мире по ядерной мощности в энергетике. Но на треть обгоняет Китай, вдвое — Германию и Канаду, втрое — Англию. Сейчас РФ вторая в мире по количеству строящихся новых энергоблоков. Китай возводит 28, РФ — 10, Индия — 6, США — 5, Южная Корея — 5. Евросоюз «задавлен» зелёными. У России сейчас, на март 2018 г., 40% мирового рынка обогащения урана, 17% мировых поставок ядерных стержней для ядерных реакторов электростанций.

Выработка электроэнергии на существующих энергоблоках постоянно растёт. Если в 2007 г. ядерная энергетика РФ дала 158 млрд. кВт·час (это было 16% общей выработки Единой энергосистемы РФ), то в 2016 г. — 196 млрд. кВт·час (19%)! По Генеральному Плану развития энергетики РФ доля АЭС к 2030 г. должна подняться до трети, при добавочных 25 блоках (информация из российских газет).

В Республике Беларусь ядерная энергетика благодаря особому вниманию руководства, наличию квалифицированных кадров, благоприятным экономическим соотношениям, большому научному заделу — устойчиво развивается, являясь примером для других стран и объединений, общеизвестны планы, ход строительства, будущее Островецкой АЭС.

Если ядерную энергетiku можно считать освоенным вариантом технического развития человеческого общества, то термоядерная энергетика только начинает проявляться. Речь идёт о ядерной реакции синтеза ядер некоторых лёгких элементов. В настоящее время топливом для термоядерных установок являются дейтерий и тритий, это изотопы водорода (не сам водород, как обычно говорят в этом случае; то же самое надо сказать о Солнце).

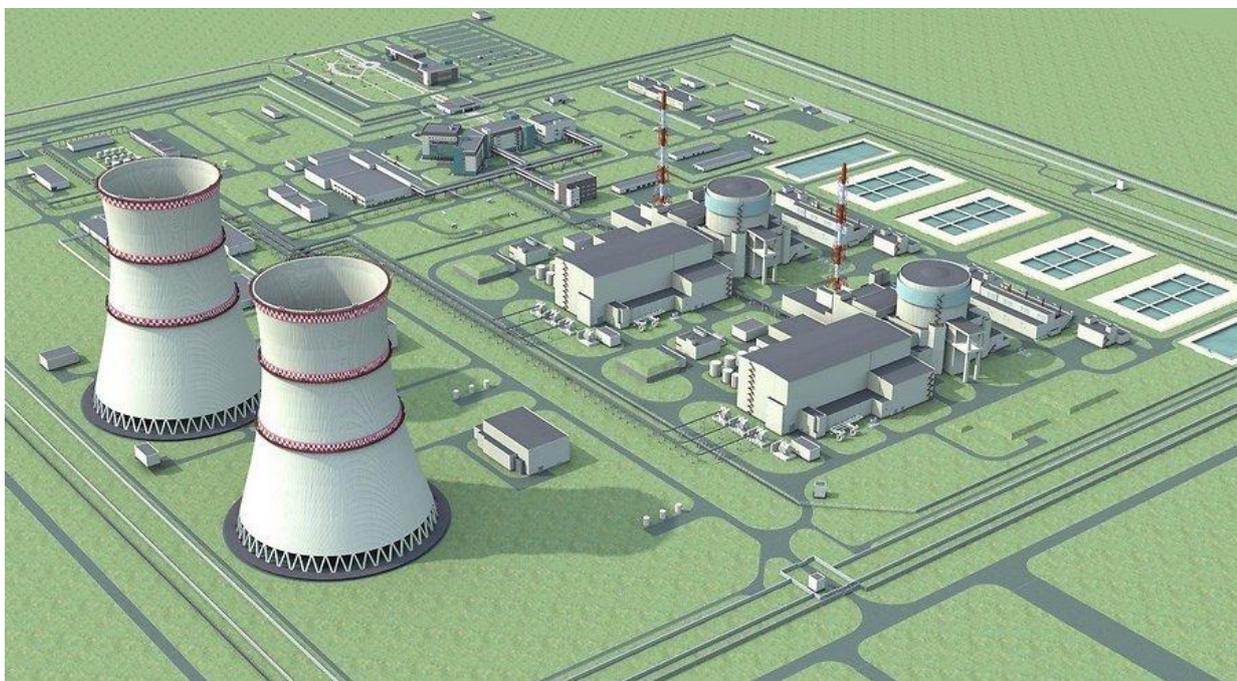


Рисунок 1. Макет Белорусской атомной электростанции.

Существует два способа возбудить термоядерную реакцию: поднять до необходимого уровня температуру (это сотни миллионов градусов) или облучить мощным потоком частиц и радиоволн.

Первый путь — это ТОКАМАК (тороидальная камера с магнитной катушкой; предложен ещё в СССР). На основании его сейчас возводится ядерный реактор промышленной мощности ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), это европейский проект будет осуществлён в 20-х годах.

Второй реализуемый путь создания термоядерных установок — использование сверхмощных лазеров, воздействующих на термоядерное топливо. Этот способ начал разрабатываться в США. Этот очень дорогой проект (4,5 млрд. долл., план на 5 лет, но занял 12 лет) в 2013г. признан для энергетики малоперспективным. Власти объяснили это тем, что проект предназначался в основном для создания лазерного оружия, требовалось получить источник антипротонов (2 нанограмма эквивалентны тонне тротила).

Существенное продвижение в этом направлении имеется в России. В городе Серове идут пусконаладочные работы на установке УФЛ-2М: стоимость её 45 млрд. руб., 10 этажей в высоту, самый мощный в мире лазер двойного назначения, воздействие на мишень потоком с энергией 2,5 мДж (в США — 1,8 мДж).

Аналоги «комплексов зажигания» усиленно строятся в Китае и Франции.

Ведутся исследования и других методов реализации термоядерной реакции:

- Стелларатор (плазма дейтерия и трития нагревается в магнитном поле мощным радиоизлучением);
- Пробкотрон (впрыскиваемые атомы разогревают плазму, зажатую магнитными пробками);
- Плазменный фокус (между электродами создаётся мощный кратковременный импульс тока);
- Мюонный катализ (динамическое и каталитическое действие мю-мезонов на ядре дейтерия и трития);
- Коллайдер (сталкивание ускоренных в магнитном поле пучков дейтерия).

Следует упомянуть совершенно благоприятный факт для термоядерной энергетики — использование в качестве топлива изотопа гелия — «гелий-3». Реакция с его ядрами позволяет создать «безнейтронную энергетику». Это означает отсутствие нейтронного загрязнения, сопровождающего все рассматриваемые выше реакции, т.е. реакторы для «гелия-3» будут проще, легче, безопаснее из-за отсутствия наведённой радиоактивности в конструкциях. Природный гелий — это «гелий-4», в земном гелии «гелия-3» очень мало, зато его относительно много на поверхности, например, Луны (в метеоритном веществе и лунных породах его доля 17-32%). Разработаны технологии, проведены расчёты: один полёт Шатла с грузом «гелий-3» от Луны на Землю обеспечит энергоснабжение США в течение года.

Таким образом, термоядерная энергетика в настоящее время находится на стадии достижения устойчивого управляемого технологического термоядерного синтеза. Ближе всего к решению этой задачи, несомненно, находится проект ИТЕР.

Все вспомогательные, вторичные схемы, оборудование, технологии (паросиловая, электротехника, управление, взаимодействие и т.д.) принципиально не отличаются от существующих, освоенных на действующих тепловых электростанциях. С вводом в действие термоядерной энергетики будут продолжены дальнейшие исследования в других энергетических направлениях.

Только ядерная и термоядерная энергетика способна решить в полном объёме технические и социальные проблемы, особенно в таких странах, как Беларусь. Ситуация с ресурсами, геополитические условия, увеличивающаяся потребность в минимальном энергетическом обеспечении указывают на правильность существующего и перспективного направления развития нашей энергетики. Никакие другие «альтернативные» (это слово с французского — «исключающее всё другое») и прочие восхваляемые энергоисточники оправданы только в редких конкретных случаях (часто к выгоде производителей). Один только пример — за счёт действия мощной ядерной энергетики резко уменьшается импорт углеводородных топлив, и главное — для «отапливаемых» стран, как Беларусь и аналогичные — широко развивается высококачественное электрическое отопление, основанное на дешёвой электроэнергии ядерной и термоядерной энергетики.

Тур Э.А., Халецкий В.А.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Брестский государственный технический университет, кафедра инженерной экологии и химии, к.т.н., доцент, зав. кафедрой ИЭиХ, старший преподаватель кафедры ИЭиХ

В настоящее время из-за явного несоответствия сложившейся дорожно-транспортной инфраструктуры реальным потребностям граждан и государства в целом приходится констатировать неудовлетворительную ситуацию в области безопасности дорожного движения. Рост парка транспортных средств в последние годы значительно опережает темпы увеличения протяженности улично-дорожной сети. Это происходит, несмотря на большой объем нового строительства и реконструкции автомобильных дорог, магистралей и улиц населенных пунктов. В этих условиях значительно возрастает роль технических средств организации дорожного движения, к которым относятся дорожные знаки, разметка, светофоры и направляющие устройства. Разметка занимает особое место среди технических средств организации дорожного движения. Основным отличием от остальных технических средств является продолжительность ее нахождения в поле зрения водителей транспортных средств. Эта особенность разметки позволяет с высокой эффективностью применять не только для регулирования транспортных потоков, но и для организации движения пешеходов.

Применение разметки в настоящее время признано одной из эффективных, энергосберегающих и ресурсосберегающих мер обеспечения безопасности дорожного движения, позволяющим в результате относительно небольших капиталовложений способствовать повышению безопасности на дорогах.

Разметочные работы на автомобильных дорогах общего пользования, автотрассах и городских улицах производят в настоящее время различными материалами. Традиционно для производства горизонтальной разметки автомобильных дорог используют эмали на основе органических растворителей. Технология их производства и нанесения на дорожное покрытие достаточно проста. Эмали дешевы, однако обладают рядом существенных недостатков, таких как низкая экологичность (наличие органических растворителей в составе композиции) и недолговечность, обусловленная низкой износостойкостью.

В связи с повреждением озоновой оболочки нашей планеты выбросы растворителей (в процессе производства эмалей и в процессе их высыхания на дорожном покрытии за счет испарения растворителей) представляют собой большую экологическую проблему. В течение последних лет в различных странах предпринимались попытки применять менее вредные растворители для производства эмалей дорожной разметки. Но такие растворители очень дороги и производство эмалей становится нерентабельным, так как возрастает их себестоимость, а срок службы остается на прежнем уровне. Дальнейшим шагом в решении данной экологической проблемы явилась разработка водно-дисперсионных красок. Их существенные недостатки: производство является непростым с технологической точки зрения, нанесение на дорожное полотно требует изготовления трубопроводов, различных деталей, вентилях, кранов разметочной техники из высококачественной нержавеющей стали [1].

В странах Западной Европы и США наряду с эмалями и красками для горизонтальной разметки автомобильных дорог широкое распространение получили термопластичные материалы (далее – термопластики). Их основное преимущество состоит в том, что физико-механические свойства и технология нанесения позволяют увеличить толщину наносимого слоя термопластика до 2–6 мм. Следовательно, функциональная долговечность дорожной разметки (срок службы) увеличивается в 3–4 раза. Функциональная долговечность определяется периодом времени, в течение которого дорожная разметка отвечает существующим нормам и на любом контрольном участке протяженностью 50 м разрушение разметки не превышает 50 % её площади. При этом разрушение или износ дорожной разметки не должны влиять на восприятие водителем необходимой информации по организации дорожного движения (во избежание аварийных ситуаций) [2].

Термопластик — терморазмягчаемый лакокрасочный материал, который производят в виде сыпучей смеси компонентов, в состав которой: входят полимерное термопластичное связующее в виде таблеток или гранул, минеральные наполнители и пигменты, комплекс функциональных добавок (пластификаторы, стабилизаторы, адгезивы). Технология производства термопластиков является энергосберегающей, так как не требует высокотехнологичного оборудования и большого потребления электроэнергии. В качестве связующего в различных рецептурах чаще всего используют нефтеполимерные и алкидно-акриловые смолы и некоторые другие термопластичные сополимеры. Термопластики предназначены для горизонтальной разметки осевых, разделительных и краевых линий, пешеходных переходов, перекрестков, остановочных, поперечных, направляющих, радиальных и граничных линий, мест парковки, спуска или подъема на трассах и участках автомобильных дорог с высоким потоком транспортных средств.

В последние годы новым научным направлением является исследование возможности применения в рецептурах термопластиков различных сложных эфиров в качестве связующего. Авторами разработан и испытан в лабораторных и натуральных условиях термопластичный материал на основе пентаэритритового сложного эфира канифоли с температурой стеклования $53 \pm 1^\circ\text{C}$, температурой размягчения $100\text{--}106^\circ\text{C}$.

В качестве минеральных наполнителей применяли смесь кварцевых песков различного гранулометрического состава, карбонат кальция (молотый мрамор) со средним размером частиц 40 мкм, доломит со средним размером частиц 10 мкм. Пигментом служил диоксид титана рутильной формы с маслоёмкостью 13-18 г/100 г, произведенный хлоридным методом [3].

В качестве стабилизатора использовали сополимер этилена и винилацетата с температурой стеклования 84°C , в качестве пластификатора – сополимер изобутилена и α -бутена и масло минеральное – продукт переработки высококипящих нефтяных фракций (жидкая смесь парафиновых, нафтеновых, ароматических, нафтено-ароматических углеводородов). Для повышения адгезии к асфальтобетону в рецептуру ввели функциональную добавку - линейный блок-сополимер стирола и изопрена с содержанием стирола 15%. Для достижения эффекта световозвращения и дополнительного армирования толстослойного разметочного покрытия в рецептуру включили световозвращающие стеклошарики с адгезионной обработкой и гранулометрическим составом 125-600, 125-850, 100-400 или 425-850 мкм.

Оптимизированная рецептура термопластичного разметочного материала белого цвета приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимизированная рецептура термопластичного материала

№	Наименование компонента	Содержание компонента, масс. %
1	Пентаэритритовый сложный эфир канифоли	13,5
2	Смесь кварцевых песков	26,5
3	Кальция карбонат	8,3
4	Доломит	18,0
5	Диоксид титана	10,0
6	Сополимер этилена и винилацетата	1,0
7	Сополимер изобутилена и α -бутена	2,8
8	Масло минеральное	1,7
9	Блок-сополимер стирола и изопрена	2,0
10	Световозвращающие стеклошарики	16,2

Лабораторные испытания термопластичного материала проводили стандартными методами [4]. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Проведенные лабораторные исследования показывают, что толстослойное лакокрасочное покрытие, образованное застывшим термопластиком сочетает в себе твердость, износостойкость, эластичность, морозостойкость, стойкость к воздействию воды и водного раствора хлорида натрия, устойчивость к воздействию переменных температур, высокую адгезию к асфальтобетонному и цементобетонному дорожному полотну.

Термопластик рекомендуется комплектовать стеклошариками фракции от 400–800 мкм до 800–2000 мкм. Согласно проведенным исследованиям, рабочая температура расплава термопластика находится в пределах $(190-200)\pm 5^\circ\text{C}$, перегрев материала не допускается. В процессе работы с термопластиками необходимо особое внимание уделять разметочной технике, безупречной работе термометров, контролирующей температуру в котлах, чтобы не перегреть материал, а также культуре производства. Расход термопластиков рассчитывают согласно ГНПА Республики Беларусь в зависимости от толщины слоя (в $\text{г}/\text{м}^2$) и от ширины разметочной линии (в $\text{кг}/\text{км}$). Оптимальный расход термопластика зависит от состояния поверхности дорожного полотна, наличия поверхностной обработки и толщины наносимого слоя термопластика.

Таблица 2 – Результаты испытаний.

Наименование показателя	Величина показателя
1. Массовая доля нелетучих веществ, %	99
2. Температура размягчения по «КИШ», $^\circ\text{C}$	100
3. Время отверждения при $t^\circ (20\pm 2)^\circ\text{C}$ до степени 5, мин	12
4. Коэффициент диффузного отражения (коэффициент яркости, белизна) белого покрытия, %	85
5. Эластичность покрытия при изгибе, мм	16
6. Стойкость покрытия к статическому воздействию воды и 3%-ного водного раствора хлорида натрия, ч	Более 100
7. Условная светостойкость (изменение коэффициента диффузного отражения) при облучении 168 ч, %	1,8
8. Адгезия к асфальтобетону, МПа, не менее: - до замораживания - оттаивания - после 10 циклов замораживания - оттаивания	0,53 0,42
9. Адгезия к цементобетону, МПа	0,9
10. Водонасыщение, % по объему	0,31

Технология нанесения термопластиков очень экономична и удобна. Стоимость разметочных работ термопластиками в пересчете на общие затраты (с учетом долговечности материала) примерно на 20–25% ниже традиционных материалов. Прогнозируемая функциональная долговечность горизонтальной дорожной разметки, выполненной термопластиками, составляет не менее 3-х лет (для красок и эмалей этот показатель равен 6 месяцев).

Таким образом, термопластичные материалы в полной мере могут служить качественной экологически и экономически полноценной альтернативой эмалям и краскам, которые в настоящее время в основном применяются для горизонтальной разметки автомобильных дорог.

Список использованных источников:

1. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
2. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
3. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. - М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.
4. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. - 272 с.

Шведовский П.В., Дай Чжичэн, У Вэйдун, Чжао Сяохань, Козловский Д.С.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОМЕНДУЕМЫХ КОМПЛЕКСОВ РАБОТ ПО БЕЗОПАСНОМУ ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Брестский государственный технический университет, кафедра геотехники и транспортных коммуникаций

Образующиеся на автомобильных дорогах снежно-ледяные отложения приводят к снижению скорости движения автомобилей в 2-2,5 раза, производительности транспортных средств на 30-40% и увеличению себестоимости перевозок на 25-30%. Опасность движения при гололеде, по сравнению с сухим покрытием, увеличивается примерно в 10 раз, а при снежном накате — в 3-4 раза. Зимняя скользкость является причиной возникновения от 5 до 30% дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в зависимости от длительности зимнего периода и района их проложения [1, стр. 89].

Общепризнан эффективным профилактический способ обработки покрытия автомобильных дорог твердыми и, в большей степени, жидкими хлоридами с целью предотвращения зимней скользкости на проезжей части при расходе хлоридов 5-15 г/м². Однако этот способ эффективен только при наличии систем предупреждения о неблагоприятных погодных явлениях.

Для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах практически во всех странах применяют чистые хлориды в твердом или жидком виде, без добавления

песка и других фрикционных материалов. Максимально допустимые нормы распределения в большинстве стран приняты равными 40-50 г/м², минимальные — 5-10 г/м². Практические нормы распределения составляют 10-20 г/м². Для россыпи твердых и розлива жидких противогололедных материалов используют автомобили с изменяемой нормой распределения [2, стр. 36].

Во многих странах перспективным материалом для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах считается и влажная соль, получаемая путем смачивания хлорида натрия раствором хлористого кальция. К ее основным преимуществам относится уменьшение нормы расхода на 30-40% с получением такого же эффекта за счет ускорения процесса плавления льда и удерживания кристаллов соли на покрытии. При этом дефицит химических материалов может быть успешно устранен применением местных материалов, в частности, жидких хлоридов в виде рассолов природного или искусственного происхождения [2, стр. 84].

Однако зимнее содержание дорог с использованием химических противогололедных материалов приводит к дополнительному загрязнению придорожных территорий (почвы, грунтовых и поверхностных вод) и является причиной коррозии дорожного покрытия, коммуникаций, транспортных средств, обстановки дороги. Разрушительное действие солей растянуто во времени, однако, оно более чем очевидно.

Поэтому выбор оптимальных средств борьбы с гололедными явлениями должен рассматриваться не только с технико-экономических позиций, но и с экологической точки зрения [3, стр. 42; 4, стр. 83].

Как показывает практика экономический эффект от снижения загрязнения придорожных территорий формируется за счет уменьшения ущерба, наносимого окружающей среде. Он складывается из экономического эффекта от сокращения расхода соли, уменьшения загрязнения придорожной полосы хлоридами, снижения выбросов автомобилями за счет увеличения скорости движения транспортных средств при ликвидации скользкости или сокращении времени нахождения покрытия в условиях зимней скользкости [5, стр. 16].

Экономический эффект от сокращения расхода соли определяется по зависимости:

$$\mathcal{E}_{\text{NaCl}} = C_{\text{NaCl}} \Delta Q, \quad (1)$$

где C_{NaCl} – отпускная цена на 1 т соли;

ΔQ – сокращение расхода соли.

Экономический эффект, получаемый при профилактической обработке покрытия, с учетом краткосрочных специализированных прогнозов, на 100 км дороги, приведен ниже [6, стр. 26].

Категория дороги	Экономический эффект, тыс. у.е.
I	13,2 - 16,5
II	7,1 - 9,7
III	6,4 - 8,6
IV - V	5,6 - 7,5

Ущерб от загрязнения окружающей среды хлоридами определяется по зависимости:

$$Y_i = \gamma \sigma f_i m_i A_x, \quad (2)$$

где γ – коэффициент, переводящий балльную оценку в стоимостную;

σ – коэффициент, оценивающий состав реципиентов, на которые воздействует вредное вещество;

f_i – безразмерный коэффициент, оценивающий рассеивание примесей;

m_i – общее количество выбросов i -го вещества;

A_x – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества.

Величина экологического ущерба от загрязнения окружающей среды хлоридами при зимнем содержании дорог различных категорий представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Ущерб от загрязнения окружающей среды хлоридами

Схема организации работ	Ущерб от загрязнения окружающей среды для дорог различных категорий, у.е./100 км			
	I (16,5м)	II (9,0 м)	III (8,0 м)	IV - V (7,0 м)
1 (с учетом температуры воздуха и количества выпавших осадков)	141,9	77,5	68,8	60,2
2 (с учетом прогноза минимальной температуры)	130,0	70,6	63,0	55,1
3 (на базе специализированных дорожных прогнозов)	94,9	51,8	46,0	40,2

Экономический эффект за счет уменьшения загрязнения окружающей среды противогололедными солями определяется зависимостью:

$$Э_{OC} = \gamma \sigma f_i (m_1 - m_2) A_x, \quad (3)$$

где m_1 , m_2 – общее количество хлоридов соответственно до и после внедрения профилактических мероприятий.

Экономический эффект, полученный при переходе на профилактическую обработку покрытия, по данным краткосрочных специализированных прогнозов, на 100 км дорог, приведен ниже.

Категория дороги	Экономический эффект, тыс. у.е
I	35,1 - 47,1
II	18,9 - 25,7
III	17,1 - 22,9
IV - V	14,9 - 18,1

Для оценки эффективности осуществляемых мероприятий по зимнему содержанию дорог может быть определена величина экономического ущерба от выбросов автомобилей. Однако существующая методика учитывает только коэффициенты влияния уровня технического состояния автомобилей и среднего возраста парка. При этом коэффициент влияния погодных-климатических условий принимается равным единице. Для учета изменения уровней выбросов при наличии скользкости на покрытии, необходимо учитывать изменения уровня выбросов при различном состоянии дорожного покрытия, что и определяет расчетную зависимость ущерба в виде:

$$U_i = \gamma \sigma f_i M_i K_{im}, \quad (4)$$

где M_i – общее количество выбросов i -го вещества, т/ч;

$$M_i = \sum_{j=1}^n A_j m_{ij}; \quad (5)$$

A_j – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества;

m_{ij} – масса i -го вещества, выбрасываемая j -м типом двигателя внутреннего сгорания;

n – количество типов автомобилей;

K_{im} – коэффициент, учитывающий изменение уровня выбросов i -го вещества при m -м состоянии покрытия.

Экономический эффект может быть посчитан путем сопоставления ущерба для скользкого покрытия ($Y_i^{ск}$) с ущербом для покрытия без зимней скользкости ($Y_i^{чист}$), что позволяет оценить различные схемы организации работ при зимнем содержании [7, стр. 102]:

$$\mathcal{E}_i = Y_i^{ск} - Y_i^{чист}. \quad (6)$$

Расчет экономического эффекта при сокращении скользкости на покрытии на 1 ч приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Определение экономического эффекта от снижения выбросов автомобилей за счет ликвидации скользкости на покрытии

Вид устраняемой скользкости	Экономический эффект, у.е., при интенсивности движения, авт./ч				
	500	400	300	200	100
	Выбросы CO				
Рыхлый снег (снежный накат)	10,1	8,1	6,1	4,0	2,0
Стекловидный лед	28,7	23,0	17,2	11,5	5,7
	Выбросы NO ₂				
Снежный накат	215,6	172,5	129,4	86,2	43,1
Рыхлый снег	253,8	203,0	152,3	101,5	50,8
Стекловидный лед	472,7	378,2	283,6	189,1	94,5

Расчеты показали, что для типового участка автомобильной дороги Республики Беларусь и Северного Китая, при среднесуточной интенсивности движения зимой 5636 авт./сут (428 авт./ч), экономический эффект от ликвидации одного случая образования скользкости на 1 км дороги составляют:

$\mathcal{E}_r = 430,0$ у.е. — для стекловидного льда; $\mathcal{E}_{сн} = 221,8$ у.е. — для снежного наката; $\mathcal{E}_{рс} = 117,4$ у.е. — для рыхлого снега.

Все это характеризует высокую эффективность комплекса профилактических мероприятий по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах, I – IV категорий.

Список использованных источников:

1. Васильев, А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. / А.П. Васильев // - М.: Транспорт, 1976. - 224 с.
2. Методы зимнего содержания дорог в Финляндии: Пер. с англ. Е.А. Алексеевой/ Под ред. Е.Н. Баринаова, М.П. Костельова.// - С.-Пб.: Дор. учеб.-инж. центр, 1995. - 66 с.
3. Якубовский, Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. / Ю. Якубовский // Пер. с польск. - М.: Транспорт, 1979. -198 с.
4. Малов, Р.В. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. / Р.В. Малов // - М., 1982. - 200 с.
5. Згиборз, И.П. Расчет ущерба от загрязнения природной среды / И.П. Згиборз // Автомоб. дороги. - 1985. - № 10. - С. 16-17.
6. Александрова, А.Г. Охрана окружающей среды (по материалам XIX Всемирного дорожного конгресса) / А.Г. Александрова // Автомоб. дороги. - 1992. - № 5-6. - С. 25-27.
7. Hahn, S., Bauer, A. Erfahrungen mit Feuchtsalz zur Glattebekapfung auf Autobahn in Reinland-Platz. / S. Hahn, A. Bauer // Strasse undAutobahn, 1981.H 2 – s. 15-24.

Белов С.Г., Дмухайло Е.И.

МАЛЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОПАСТНЫХ И СТРУЙНЫХ НАСОСОВ-АЭРАТОРОВ

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

Развитие технологических процессов на современном этапе предусматривает необходимость более рационального использования водных ресурсов и повышения эффективности очистных сооружений и установок. При этом осуществление модернизации, реконструкции и проектирования новых очистных сооружений за счет технического перевооружения сооружений по очистке производственных и бытовых сточных вод — одна из наиболее сложных инженерных задач природоохранной деятельности [1, 2].

С точки зрения экологии наиболее важны аэробные процессы, используемые для очистки сточных вод и стабилизации осадков. Аэробные микроорганизмы в биофильтрах, аэротенках, в отличие от анаэробных — в септиках, метантенках — размножаются благодаря использованию ими растворенного в сточных водах кислорода воздуха и, таким образом, осуществляют быстрое биологическое окисление содержащихся в стоках белков, жиров, углеводов, других органических и сложных неорганических веществ. Интенсивная аэрация создает благоприятные условия развития аэробных микроорганизмов, нарабатывая в аэротенках активный ил. Этот процесс сопровождается разрушением, изменением и разложением твердых фракций с последующим окислением продуктов их распада [3]. Благодаря аэрации и образованию при ее воздействии активного ила, очистные сооружения функционируют как биологический реактор, минерализующий как твердые, так и жидкие органические отходы, переводя их в безопасные органические и минеральные соединения.

Температура, достаточная для естественного образования и жизнедеятельности активного ила 14–22 °С. Процесс переработки жидких канализационных отходов в аэробных условиях протекает по сравнению с септиками и метантенками в десятки и сотни раз быстрее, без образования вредных газов и выделения неприятных запахов.

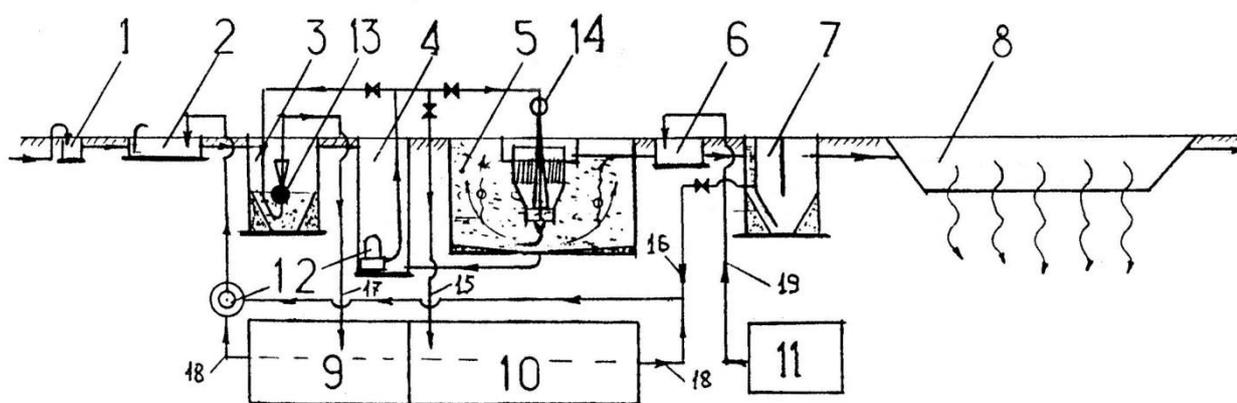
Так как аэробные процессы не позволяют развиваться патогенным (болезнетворным) микроорганизмам, которые по своей природе относятся к классу анаэробов, такие установки, по действующим санитарным нормам, могут монтироваться внутри зданий. Вода на выходе из биореакторов не вызывает загнивания дренажных устройств, а также, с дополнительными опциями, позволяет использовать очищенные воды для полива растений и любых технологических нужд, направлять очищенные стоки в дождевую канализацию, водоток, естественные и искусственные водоемы рыбохозяйственного назначения.

Кафедрой ВВиОВР УО БрГТУ предлагается технологическая схема очистных сооружений и аппаратурное оформление процесса очистки сточных вод: струйные аэраторы сточных вод, тонкослойные трубчатые отстойники и т.д. (рис. 1).

Полная биологическая очистка сточных вод осуществляется в комбинированных сооружениях аэротенках-отстойниках без предварительного отстаивания в режиме «полного окисления», или продленной аэрации с минимальным объемом избыточной биомассы активного ила не требующей дополнительной обработки. Аэротенки-отстойники могут быть выполнены в виде цилиндрических

емкостей с глубиной до 5–6 м с плоским дном из металла, монолитного и сборного железобетона, оснащаются струйными аэраторами и тонкослойными трубчатыми отстойниками.

Очистные сооружения оборудуются современными высоконадежными погружными насосами для перемешивания и насыщения кислородом иловой смеси и сточными водам, транспортирования осадков, дренажных вод и опорожнения сооружений. Особенно актуально применение лопастных погружных струйных насосов-аэраторов в предлагаемой технологии очистки сточных вод основанной на введении периодического отстаивания иловой смеси непосредственно в зоне аэрации в режиме циклической нагрузки на активный ил, что интенсифицирует процесс очистки за счет повышения дозы активного ила. Периодичность работы системы струйной аэрации составляет около 60 минут при продолжительности отстаивания 45 минут. Этот легко регулируемый технологический прием с использованием погружных и струйных насосов позволяет дополнительно снизить энергозатраты на 25–30 % [3].



- 1 – приемная камера; 2 – решетки; 3 – песколовки; 4 – распределительная камера; 5 – аэротенки-отстойники; 6 – смеситель; 7 – контактные резервуары;
 8 – поля фильтрации; 9, 10 – песковые и иловые площадки; 11 – установка обеззараживания; 12 – погружные насосы; 13 – гидроэлеваторы; 14 – эжекторы;
 15 – избыточный ил; 16 – осадок; 17 – пескопульпа; 18 – дренажные воды;
 19 – раствор гидрохлорида

Рис. 1 – Технологическая схема очистных сооружений

Согласно технологической схеме работы очистных сооружений (см. рис. 1), сточные воды после процеживания и отстаивания на песколовках поступают в аэротенки-отстойники, где перемешиваются с активным илом и насыщаются кислородом воздуха посредством поверхностно-погружных вертикальных струйных аэраторов, снабженных в нижней части вращающимися реактивными распределителями газожидкостной смеси (цикл аэрации). После отключения насоса (цикл отстаивания) осветленная жидкость направляется на обеззараживание в смесительно-контактные резервуары, куда, в случае необходимости, подается раствор гипохлорита или озона. Далее жидкость поступает на сооружения доочистки, площадки (колодцы) фильтрации, или биофильтры. Избыточный активный ил и осадок из контактных резервуаров периодически удаляется погружным насосом для обезвоживания на иловые площадки. Выделенный в песколовках минеральный осадок гидроэлеватором удаляется на песковые площадки. Дренажные воды с песковых и иловых площадок подаются в начало очистных сооружений.

Предлагаемая технологическая схема очистки сточных вод проста в устройстве, высоконадежна, энергоэффективна и обеспечивает полную очистку

сточных вод с возможностью повторного использования и может быть рекомендована при концентрациях взвешенных веществ и БПК до 300 мг/л при производительности 5–5000 м³/сут.

Список использованных источников:

1. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / под ред. В.Н. Самохина // Лихачев, Н.И.; Ларин, И.И., и др. – М.: Стройиздат – 1981 г.;
2. Экологическая биотехнология / под ред. Форстер К.Ф., Вейз Д.А.Дж. – Л.: Химия – 1990 г.
3. Воронов В.Ю., Казаков В.Д., Толстой М.Ю. – Струйная аэрация ассоциация строительных ВУЗов, 2007

Сальникова С.Р.

НЕОБХОДИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИ ГРАМОТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ В СНИЖЕНИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

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

Энергетический кризис помог понять, насколько ограничены ресурсы нашей планеты. Возникла необходимость экономить и снижать энергопотребление любыми способами.

Первое, что стали делать в этом направлении — это тепловая реабилитация старых и утепление фасадов вновь строящихся зданий. Но такие действия имеют и недостатки. Дома были герметизированы настолько, что полностью прекратилась утечка воздуха через стены, окна и двери. Однако такая изоляция не сопровождалась улучшением вентиляционных систем, что привело к значительному ухудшению микроклимата помещений, а, следовательно, к проблемам со здоровьем у множества людей. Несвежий воздух и сырость стали серьезнейшими проблемами и в новостройках, и в старых зданиях.

Никто не против экономии энергии, но сегодня все должны понимать, без каких функций можно обойтись, а без каких — нет.

Без вентиляции обойтись нельзя!

Вместе с этим уже вполне популярно использование инженерно-технических средств и мероприятий (солнечные коллекторы и батареи, тепловые насосы, рекуперация тепла, навесные стеклянные витражи и др.).

Однако в нашей республике перед проектировщиками не ставится задача существенного сокращения энергетических затрат за счет архитектурно-планировочных решений. Организуя пространственную среду дома, района, города, можно сэкономить не меньше, чем все перечисленные технические мероприятия.

Солнце — единственный источник энергии на Земле — позволило накопить огромные ресурсы минерального сырья, ископаемого топлива (процесс фотосинтеза). XXI век должен стать веком новых технологий в строительстве. В процесс создания новостроек необходимо вовлекать интеллектуальный потенциал человечества, включая не только архитекторов и инженеров, но и экологов, физиков, математиков.

Ценность вновь созданных сооружений станет значительно выше, если будут применены средства, позволяющие улучшить и их эксплуатационные показатели. Идеальными станут сооружения, постройки, обеспечивающие высокий комфорт проживания без значительных энергетических затрат, то есть без сжигания природных невозобновляемых ресурсов (угля, торфа, нефтепродуктов).

Создание проекта энергосберегающего здания должно решаться по-разному в каждом конкретном регионе и даже в одном городе. Заимствовать зарубежный опыт надо осмотрительно: что хорошо в Германии или Италии, то не всегда целесообразно в Беларуси. Не секрет, что при проектировании и монтаже многих объектов энергосберегающие технологии не применялись в виду дороговизны соответствующего оборудования. Однако, рост цены на газ, как основной энергоноситель делает проблему энергосбережения более актуальной. Существуют некоторые стандартные технические решения, которые при сравнительно небольших материальных затратах способны привести к экономии затрат на энергоносители в холодный период года. При сегодняшних ценах на газ окупаемость таких решений 1-3 года.

Доступные технические решения при проектировании и строительстве зданий и сооружений:

- Автоматизация системы отопления, позволяющая при использовании дежурных режимов сократить энергопотребление на отопление на 30%.
- Установка радиаторных термостатов, сокращающих подачу излишнего тепла от отопительного прибора в периоды тепlopоступлений от солнечной радиации, людей, электробытовых приборов, исключая перегрев помещения, обеспечивая в нем комфортную температуру воздуха.



Рис.1. Радиаторный термостат

- Установка теплоотражающих экранов за радиаторами повышает температуру воздуха в помещении на 1-2 °С.
- Применение датчиков постоянной освещенности K2010 уменьшает потребление электроэнергии примерно на 25%. Уровень естественного солнечного света распределяется неравномерно — чем ближе к окну, тем более интенсивно освещение солнечным светом и наоборот. Необходимость включения электроосвещения приводит к излишней освещенности и необоснованному расходованию электроэнергии. Датчик способен поддерживать заданный уровень освещенности, автоматически уменьшая или

увеличивая световой поток группы светильников в зависимости от уровня солнечного света, проникающего через окна. В светлое время суток светильники, расположенные ближе к окнам, будут работать с меньшей яркостью.

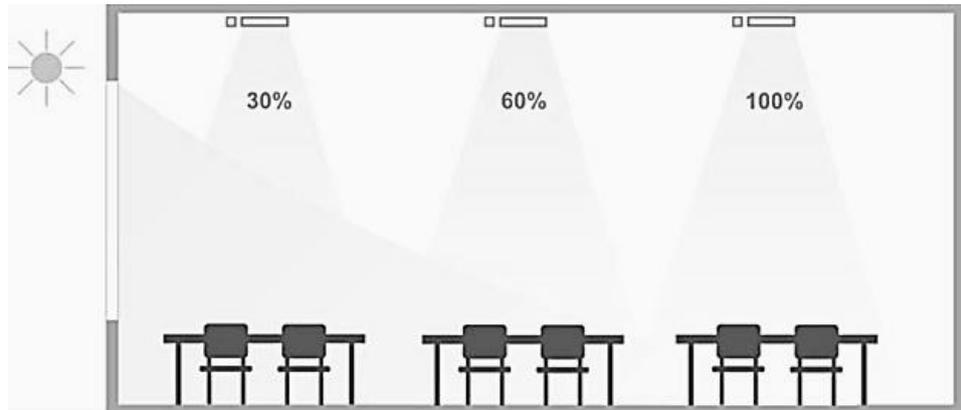


Рис.2. Регулирование освещенности помещения с помощью датчиков K2010

- Разработка и применение децентрализованной индивидуальной приточно-вытяжной системы с утилизацией теплоты. Эта система обладает следующими преимуществами: постоянное вентилирование всего внутреннего пространства; относительная влажность воздуха в помещении не превышает 45%; благодаря двукратной фильтрации обеспечен подвод чистого воздуха; экономия теплоты за счет утилизации доходит до 20%.

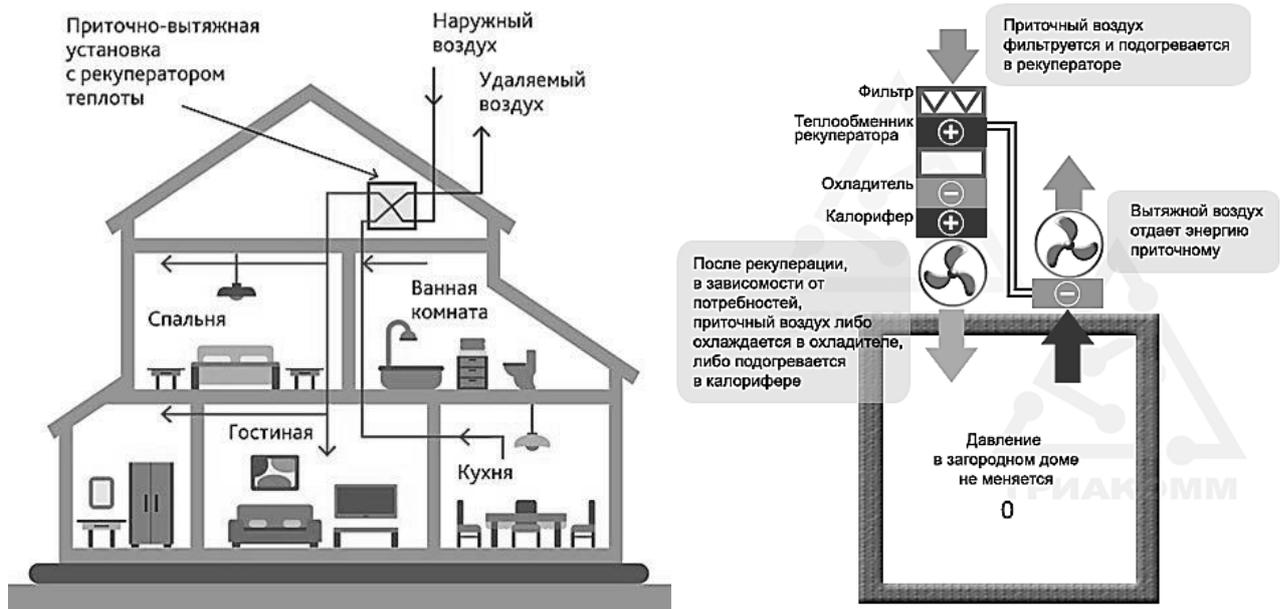


Рис.3. Индивидуальная приточно-вытяжная система вентиляции с утилизацией теплоты

- Применение рекуперативных теплообменников в системах централизованной и децентрализованной вентиляции позволяет сократить энергопотребление для подогрева приточного воздуха на 20-30%.
- Регулирование расхода воздуха в соответствии с потребностью — «вентиляция по потребности».

Правильно спроектированная вентиляционная установка не потребляет много электроэнергии. Напротив, в зданиях с принудительной вентиляцией при эксплуатации общее потребление электроэнергии сокращается по сравнению со

зданиями, оборудованными вентиляцией на естественной тяге. В вентиляционных системах, основанных на использовании естественной тяги, теплый воздух выходит через воздуховоды, а приточный наружный воздух попадает внутрь за счет естественной конвекции. В отличие от систем с принудительной вентиляцией для работы такой системы не требуется электроэнергия.

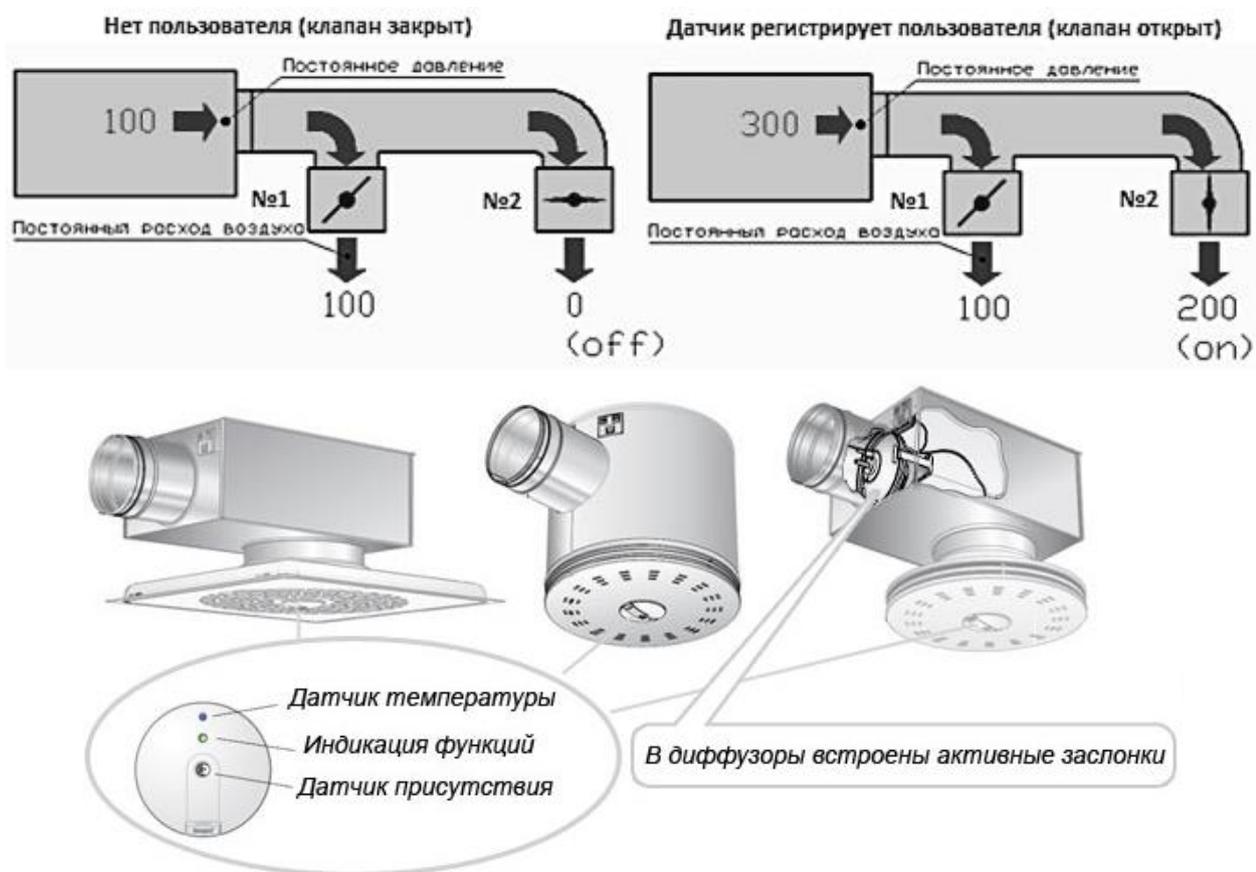


Рис.4. Вентиляция по потребности

Тем не менее, естественная вентиляция является причиной лишнего расхода электроэнергии. Так как вместе с удаляемым воздухом из помещения уходит тепло. Поэтому вместо того, чтобы отапливать здание, отапливаем окрестности.

Наиболее высокой энергетической эффективностью обладают системы с принудительной приточно-вытяжной вентиляцией и утилизацией тепла. В таких системах тепло удаляемого воздуха используется для нагрева приточного воздуха.

Очень важно, чтобы в помещение поступало столько воздуха, сколько необходимо. Таким образом, для того чтобы система работала исправно и при этом была экономичной необходимо, чтобы расход воздуха регулировался в соответствии с потребностью.

Следует отметить, что каждый объект индивидуален и технические решения, позволяющие экономить энергоресурсы для каждого объекта, индивидуальны также. Точные технико-экономические показатели (стоимость, срок окупаемости и т.д.) могут быть определены только после исследования объекта.

Заключение

Модернизация существующих систем с целью снижения энергопотребления — сложная техническая задача. Возможности решений ограничены бюджетом (сроком окупаемости), отсутствием места для размещения дополнительного оборудования, сложностью монтажа в условиях эксплуатируемого объекта и т.д. В данных условиях

особо возрастает роль технически грамотного проектирования как единственного инструмента минимизации затрат.

Методика подготовки архитекторов и инженеров должна существенно измениться. Архитектура в техническом аспекте развивается по восходящей, используя новые технологии и материалы. Чтобы приблизиться к новым представлениям и понятиям необходимо осознанное желание отбросить прежние стили и мнимые ценности. Проектировщик не в состоянии кардинально изменить ситуацию, но, принимая решение, он обязан каждый раз ставить вопросы, сознательно беря ответственность на себя.

Список использованных источников:

1. Соболевский А.А. «Энергосбережение – высшая математика архитектуры». Источник: Портал Энерго.
2. Поздеев В.В. «Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования».
3. С. И. Прижижецкий «Опыт проектирования и эксплуатации современных систем естественной вентиляции», МНИИТЭП, Россия. По материалам Форума, Heat Vent Moscow 2003.
4. Бодруг Н.С. «Энергосбережение в школах». Амурский государственный университет, Благовещенск.
5. LÖWEX Trycksaker AB, Växjö, 2004.

Акулич Т.И.

ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

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

В настоящее время энергосбережение является одной из приоритетных задач развития инженерных систем и сооружений, что связано с дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами. Одним из мероприятий для достижения экономии энергоресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве является повышение эффективности работы действующих энергетических мощностей на основе использования инновационных и энергоэффективных технологий с поэтапным выводом из эксплуатации устаревшего оборудования.

Одним из крупных потребителем электроэнергии в сфере ВКХ является система коммунального водоснабжения и водоотведения, в частности, очистка сточных вод. Главная причина повышенного расхода электроэнергии на очистку городских сточных вод — применение морально и физически устаревшего оборудования и технологий. Поэтому комплексное решение данных вопросов является актуальной задачей.

В настоящее время на большинстве канализационных очистных сооружениях Республики Беларусь очистка городских сточных вод осуществляется по классической схеме. Первый этап – это механическая очистка от нерастворенных грубодисперсных примесей. Второй этап – очистка от растворенных органических

загрязнений, как правило, биологическим методом в аэротенках с последующим осветлением во вторичных отстойниках. После обеззараживания сточные воды сбрасываются в водный объект.

Согласно литературным данным и опыту эксплуатации очистных сооружений типичное распределение энергопотребления для сооружений с аэротенками показано на рисунке 1. Как видно из данного рисунка основное потребление электроэнергии связано с аэрацией сточной воды в аэротенках – 67% , а в некоторых случаях может достигать 80% от общего потребления электроэнергии [1].

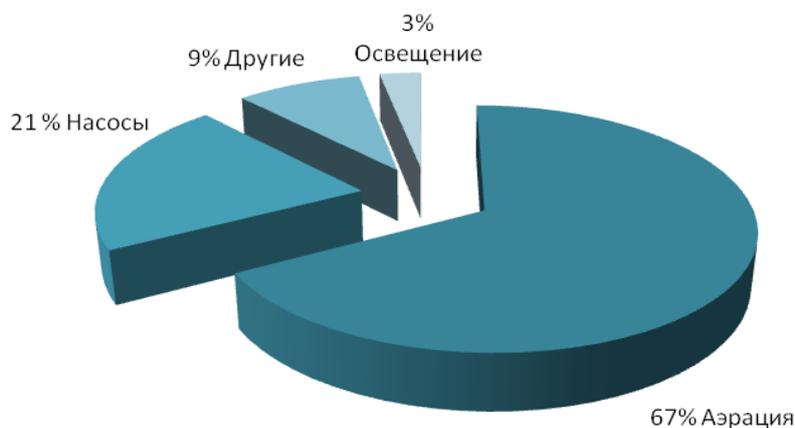


Рис. 1 – Типичное распределение энергопотребления на канализационных очистных сооружениях

Подача воздуха в аэротенки, являясь самым энергозатратным процессом, в тоже время является одним из главных при биологической очистке. Благодаря системе аэрации активный ил обеспечивается кислородом и поддерживается во взвешенном состоянии, сточная вода и кислород равномерно распределяются во всем объеме аэротенка. При биологической очистки сточных вод наибольшее распространение получила пневматическая система аэрации, которая заключается в подаче воздуха с помощью компрессора и распределении его в очищаемой жидкости посредством аэраторов.

Одним из распространенных и доступных мероприятий по сокращению энергопотребления является замена аэрационных систем. Применение мелкопузырчатых аэраторов предпочтительнее, так как более мелкие пузырьки обеспечивают перенос большего количества кислорода. Однако, мелкопузырчатые диффузоры подвержены кольматации (забиванию). Из имеющихся типов мелкопузырчатых аэраторов, мембранных, полимерных, керамических и фильтросных, наиболее перспективными являются мембранные элементы, которые практически не подвержены биообрастанию. Также аэрационные системы на базе мембранных аэраторов обладают наилучшей способностью к управлению, поскольку способны противостоять переменным нагрузкам (суточным, сезонным). Данные аэраторы в значительно меньшей степени кальматируются при регулярном изменении нагрузки по воздуху от 2 до 4 раз.

Следующим фактором, влияющим на энергосбережение, является схема раскладки аэрационных элементов по днищу аэротенка. В настоящее время применяются следующие схемы: а) пристенная схема монтажа, т.е. продольное одностороннее расположение аэраторов; б) равномерное расположение аэраторов по днищу; в) промежуточная схема монтажа с покрытием 10-75 % площади днища. Для достижения энергосберегающего эффекта раскладка аэрационных систем должна выполняться по принципу 100%-ного покрытия днища аэротенка.

Высокая энергоемкость пневматической системы аэрации, применяемой в традиционных коридорных аэротенках, связана с тем, что воздух затрачивается не только на аэрацию смеси, но и на обеспечение механического перемешивания жидкости и избежание осаждения ила. Наиболее доступным и целесообразным с точки зрения затрат путем повышения энергоэффективности данной системы является совместное использование аэрационных систем и мешалок. На мешалки возлагается функция механического перемещения воды и рассеивания (растворения) воздуха в воде. Воздух при этом подается через системы аэраторов в количестве достаточном только для насыщения воды кислородом. В результате снижается энергоемкость всей системы в целом благодаря снижению расхода воздуха, подаваемого в такие комбинированные аэрационные системы.

Одним из путей снижения энергопотребления на очистных сооружениях является применение регулируемых воздуходувок, при помощи которых можно снизить расход энергии за счет регулирования мощности воздуходувки в зависимости от реальной загруженности очистных сооружений. При этом данное оборудование должно иметь широкий диапазон управления подачей воздуха и сохранять высокий КПД при изменении подачи. Из различных видов управляемых воздуходувок – одноступенчатые центробежные управляемые, сверхскоростные с воздушными или магнитными подшипниками, многоступенчатые, роторные – приведенным выше условиям удовлетворяют одноступенчатые центробежные управляемые редукторные воздухонагнетатели. Управление ими осуществляется поворотом лопаток на входе и выходе по датчикам кислорода в аэротенке и температуре воздуха на всасывании [2]. На Брестских канализационных очистных сооружениях ранее эксплуатировались 2 турбовоздуходувки мощностью 400 кВт при фактической производительности 31000 м³/час воздуха. В 2008 году они были заменены на 2 новых одноступенчатых турбокомпрессора HV-TURBO мощностью 355 кВт при фактической производительности 34000 м³/час воздуха. Суммарное годовое потребление электроэнергии при этом снизилось с 7 711 200 кВт до 6 134 400 кВт.

Управление воздуходувками тесно связано с внедрением АСУ аэрацией стоков. Автоматизацию подачи воздуха в аэротенк следует осуществлять по концентрации растворенного кислорода, измеряемой кислородомерами, располагаемыми в индикаторных точках. Также следует предусмотреть систему учета расхода воздуха на каждом аэротенке. В целом, внедрение автоматизации оптимизирует процесс и сокращает трудовые ресурсы.

Кроме применения технических и оптимизационных решений, энергосбережения можно достигнуть путем внедрения на очистных сооружениях процессов глубокого удаления биогенных элементов. При одновременной реализации схем нитри- денитрификации и биологического удаления фосфора с точки зрения энергосбережения важна стадия денитрификации. В зависимости от продолжительности денитрификации можно восстановить до 63% кислорода, потраченного на нитрификацию. При внедрении такой технологии можно получить двойной эффект: экологический (достижение ПДК по азоту аммонийному) и экономический (энергосберегающий эффект).

Таким образом, реализовывая на очистных сооружениях весь комплекс мероприятий (высокоэффективные системы аэрации, управляемые воздуходувки, внедрение АСУ ТП, реализация процесса глубокого удаления азота и т.д.) можно осуществить процесс очистки с максимальным энергосбережением и обеспечением стабильно высокого качества очистки.

Список использованных источников:

1. Lawrence J. Pakenas, P.E. Energy efficiency in municipal wastewater treatment plants. Technology assessment. New York state, Energy research and development authority. (2012) – 24 pp.
2. Березин, С.Е. Управление воздухоудувками - действенная мера энергосбережения в инфраструктуре водоотведения / С.Е. Березин. Водоснабжение и санитарная техника – 2012. – № 3. – С. 55 - 58.

Чернюк В.П., Шляхова Е.И.

ХОЛОДИЛЬНАЯ КАМЕРА В ГРУНТЕ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства

Морозильные и холодильные камеры весьма нужны, полезны и распространены в быту и промышленности для хранения скоропортящихся пищевых продуктов, лекарственных средств и других материалы на краткосрочный и длительный период времени. Все они достаточно разнообразны по конструкции, исполнению, дорогостоящие в изготовлении и эксплуатации, постоянно требуют потребления электрической энергии для работы. Частичной заменой им могут быть ледники, погреба и другие земляные сооружения в грунте, но и они являются недостаточно эффективными и холоднопроизводительными.

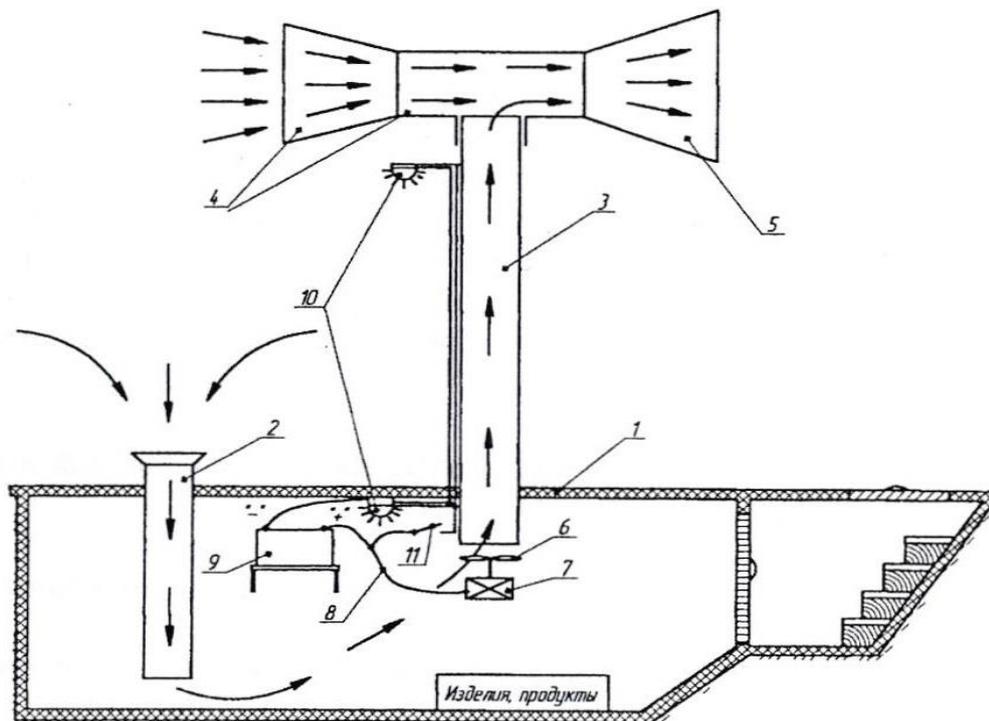
В этой связи в БрГТУ на кафедре ТСП разработано несколько типов холодильных камер в грунте, достаточно эффективных, дешевых и холодопроизводительных, не зависящих от источников энергоснабжения и подвода электроэнергии, более того, вырабатывающих свою электроэнергию для внутреннего потребления, например, освещения, что не реализовано ни в одном из известных технических решений холодильных камер.

Разработки защищены патентами РБ на полезные модели № 5630, 7597 [1,2] и др. В их изготовлении были заинтересованы сторонние производители и индивидуальные предприниматели, техническая сущность разработок изложена в [3].

Последняя, наиболее совершенная и производительная холодильная камера показана на рис. 1. Она не только потребляет электроэнергию вообще, но и вырабатывает ее для внутренних целей.

Камера в грунте содержит теплоизолированное помещение 1 (с входом в виде приемка, дверями, лестницей, системой внутреннего и внешнего освещения, охлаждаемыми продуктами, изделиями, материалами). Вход в камеру, лестница и двери показаны на рис. 1 слева. Теплоизолированное помещение 1 оборудовано протяжно-вытяжной вентиляцией холодным наружным воздухом через патрубок с воронкой 2 и вытяжную трубу 3 воздухозаборника 4 с флюгером 5. Низ подающей 2 и вытяжной 3 труб расположен внутри помещения 1, а верх – снаружи за пределами камеры над поверхностью грунта. Электроосвещение помещения 1 (внутреннее и наружное) состоит из ветродвигателя в виде ветряной вертушки 6 и электрогенератора 7, смонтированных внизу вытяжной трубы 3, с подсоединенными к нему электрокабелем 8 аккумулятором 9, осветительными приборами-электрическими лампочками 10 через выключатель 11.

Холодильная камера может работать на полную мощность только зимой (при отрицательных температурах наружного воздуха) в режимах естественной циркуляции холодного наружного воздуха (при снятых воздухозаборнике 4 и флюгере 5) и принудительной (при одетых на вытяжную трубу 3 воздухозаборнике 4 и флюгеле 5).



1 – теплоизолированное помещение; 2 – патрубок с воронкой (подающая труба); 3 – вытяжная труба; 4 – воздухозаборник; 5 – флюгер; 6 – ветряная вертушка (ветродвигатель); 7 – электрогенератор; 8 – электрический кабель; 9 – аккумулятор; 10 – осветительные приборы (электрические лампочки); 11 – выключатель.

Рис. 1. Холодильная камера в разрезе.

В режиме естественной циркуляции холодного наружного воздуха (при нулевых и небольших скоростях ветра) холодный воздух через патрубок с воронкой 2 попадает в помещение 1, охлаждая его, и далее через вытяжную трубу 3 выходит на поверхность, а по пути за счет естественной тяги вращает ветряную вертушку 6, вырабатывая в электрогенераторе 7 электрический ток для внутреннего и наружного освещения помещения 1 лампочками 10 и зарядки аккумулятора 9 по электрическому кабелю 8 через выключатель 11.

В режиме принудительной циркуляции холодильная камера работает аналогично, но усиливается охлаждение внутреннего пространства помещения 1 и вращение ветряной вертушки 6, что увеличивает выработку электрической энергии в электрогенераторе 7 за счет усиления тяги в вытяжной трубе 3 посредством эжекции воздуха из нее воздухозаборником 4 с флюгером 5. Заметим, что конструкции воздухозаборников 4 и флюгеров 5 могут быть самыми разнообразными (чашечными, тарельчатыми, лопастными и т.д.), но принцип работы их всех одинаков – установка воздухозаборника против ветра и вращение флюгера.

Таким образом, эжекция воздуха и вытяжной трубы 3 за счет воздухозаборника 4 и флюгера 5, монтируемых над вытяжной трубой 3, позволяет увеличивать как холодопроизводительность камеры, так и мощность электрогенератора 7 и электроосвещения.

Холодильная камера может работать в режимах естественной и принудительной циркуляции холодного воздуха только в зимний период года, а электроосвещение – всегда. Летом воздухозаборник с флюгером могут оставаться на вытяжной трубе для выработки электрического тока или сниматься с нее для предотвращения растепающего воздействия теплого воздуха в помещении (вытяжная труба и патрубок с воронкой на этот период закрывается пробкой или паклей). В это время холодильная камера может работать аналогично обычным погребам и ледникам за счет накопленного и аккумулированного холода в грунте зимой.

Предлагаемая холодильная камера проста в изготовлении (строительстве, возведении), дешевле известных, холодопроизводительна, энергоэффективна и экономна.

Список использованных источников:

1. Патент РБ на полезную модель № 5630 «Холодильная камера» Авт. Пойта П.С., Чернюк В.П., Семенюк С.М., Семенюк О.С. МПК (2006) – E 02 D29/00. Заявл. – 02.03.2009. Оpubл. – 30.10.2009.
2. Патент РБ на полезную модель № 7597 «Холодильная камера» Авт. Чернюк В.П., Пойта П.С., Подзельвер А.Ю., Семенов И.Н. МПК (2006) – E 04 H 7/00. Заявл. – 28.01.2011. Оpubл. – 30.10.2011.
3. Чернюк В.П., Ивасюк В.П. Производство свайных работ в особых условиях // Германия, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. - 195 с.

Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В., Четырбок Н.П., Халецкий В.А.

К ВОПРОСУ О ВЫЯВЛЕНИИ ВОЗМОЖНЫХ ПРОБЛЕМ РАБОТЫ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ЖИЛЬЦОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ

Брестский государственный технический университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, кафедра управления, экономики и финансов, кафедра инженерной экологии и химии

В Брестской области в последние годы построено достаточно много энергоэффективных домов, из них четыре энергоэффективных жилых дома с механической системой вентиляции с утилизаторами теплоты. Весьма актуальным является исследование эксплуатационного энергопотребления в таких домах и сравнение его с проектными данными, анализ работы инженерных систем.[1]

Для выявления возможных проблем работы систем отопления и вентиляции, дефектов строительных конструкций энергоэффективных домов важным является опрос и анкетирование жильцов. Подготовленная для этого база включает вопросы, позволяющие на основании наблюдений постоянно проживающих в квартирах людей найти возможные дефекты строительных конструкций и инженерных систем, а также проанализировать характер использования жильцами систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Опрос и анкетирование будут проведены в зимнее время при изучении работы инженерных систем. Анкетирование проводится анонимно – без указания фамилий и номеров квартир.

При анкетировании жильцам характерных энергоэффективных жилых домов (характерными приняты те дома, в которых применена традиционная для жилых зданий система вентиляции – вытяжная вентиляция с естественным побуждением по схеме: приток в жилые комнаты, вытяжка через кухни и санузлы) будут предложены следующие вопросы:

1. Сколько человек проживает в Вашей квартире?
2. В Вашей квартире есть помещения с двумя наружными стенами?
3. Являетесь ли Вы собственником квартиры?
4. Комфортно ли Вам проживать в Вашем доме?
5. Есть ли дефекты наружных строительных конструкций (стен, окон) в Вашей квартире? Какие?
6. Промерзают ли в Вашей квартире стены и конденсируется ли на них влага?
7. Устраивает ли Вас качество воздуха в помещениях квартиры?
8. Имеется ли в квартире в течение отопительного сезона повышенная влажность?
9. Вносили ли Вы изменения в систему вентиляции квартиры?
10. Вносили ли Вы изменения в систему отопления квартиры?
11. Объясняли ли Вам как эксплуатировать систему отопления при заселении в квартиру?
12. Пользуетесь ли Вы дополнительными электрическими обогревателями в межсезонье или включаете систему отопления (осенью и весной)?
13. Пользуетесь ли Вы дополнительными электрическими обогревателями в отопительный период?
14. Довольны ли Вы работой Вашей системы отопления? Если нет, то почему?
15. Регулируете ли Вы теплоотдачу термоголовками, установленными перед отопительными приборами Вашей системы отопления?
16. Устанавливаете ли Вы термоголовками, находящимися перед отопительными приборами Вашей системы отопления, пониженную температуру воздуха в квартире (в целях экономии), если долго отсутствуете?
17. Бывает ли, что в Вашей квартире надолго никого не остается (например, все работают, учатся и др.)?
18. Члены Вашей семьи принимают чаще ванну или моются под душем? Как часто?
19. Сколько ориентировочно киловатт•часов электроэнергии Ваша квартира потребляет в месяц (зимой, осенью или весной, летом)?
20. Сколько ориентировочно кубометров газа Ваша квартира потребляет в месяц (зимой, осенью или весной, летом)?
21. Сколько ориентировочно кубометров холодной воды Ваша квартира потребляет в месяц (зимой, осенью или весной, летом)?
22. Стараетесь ли Вы уложиться в льготный норматив по холодной воде?
23. Стараетесь ли Вы экономить электроэнергию (установили энергосберегающие лампочки, рационально пользуетесь светом и т.д.)?
24. Когда ориентировочно Вы начинаете отопительный сезон?
25. Довольны ли вы работой котла на горячее водоснабжение Вашей квартиры? Если нет, то почему?
26. Какие проблемы, дефекты, не затронутые в анкете имеются в Вашей квартире, в доме?

При анкетировании жильцам энергоэффективных домов с приточно-вытяжной вентиляцией с утилизацией тепла уходящего воздуха будут предложены дополнительно следующие вопросы:

1. Используете ли Вы систему принудительной вентиляции зимой? Как часто? Если нет, то почему?
2. Используете ли Вы систему принудительной вентиляции весной и осенью? Как часто? Если нет, то почему?
3. Используете ли Вы систему принудительной вентиляции летом? Как часто? Если нет, то почему?
4. Считаете ли Вы эффективным решением применение системы принудительной вентиляции?
5. Объясняли ли Вам как эксплуатировать систему вентиляции при заселении в квартиру?

Опыт аналогичного анкетирования, проводимого авторами с 2015 года, показывает важность проведения данного мероприятия для исследования эксплуатационного энергопотребления и анализа отношения населения к системам, применяемым в энергоэффективных жилых домах.

Список использованных источников:

1. Выбор энергоэффективных жилых домов для проведения мониторинга работы инженерных систем. В.Г. Новосельцев, Н.П.Четырбок, Д.В.Новосельцева // Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: материалы научного семинара, Брест, 21 марта 2017 г. – Брест: РУПЭ «Брестэнерго», 2017. – С. 16–19.

Черноиван В.Н., Черноиван Н.В., Федорович В.В., Черноиван А.В.

НАВЕСНОЙ ВЕНТИЛИРУЕМЫЙ ФАСАД – ЭФФЕКТИВНОЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЕ НАРУЖНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства

Введение в 2009 году новых значений требуемого сопротивления теплопередаче наружных стен, превышающих на 60% ранее установленные, инициировало активизацию работ по поиску эффективных конструктивных решений, позволяющих обеспечить требуемые теплотехнические характеристики фасадов.

Анализ эксплуатационных характеристик конструктивных решений утепленных наружных стен зданий и сооружений, позволяет сделать вывод, что на сегодня основное предпочтение отдается навесному вентилируемому фасаду обладающему: высокими тепло- и звукоизоляционными характеристиками, долговечностью, высокой технологичностью, ремонтпригодностью в случае частичного повреждения.

Родиной навесных фасадных систем в их современном виде является Германия. Начиная с 1950-х годов, там проводились научные исследования, были разработаны конструктивные элементы и технология монтажа вентилируемого фасада.

На сегодня, навесные вентилируемые фасадные системы получили широкое применение в Республике Беларусь при возведении новых зданий и сооружений. Следует отметить, что комплектующие, из которых монтируются вентилируемые фасадные системы в Республике Беларусь, поставляются, как правило, из России. На начало 2017 года на рынке России функционируют около 70 производителей систем вентилируемых фасадов, сертифицированных Минстроем.

В Республике Беларусь в основном отдают предпочтение конструкции вентилируемый фасад «РУСЭКСП» компании «Атлас Москва» (рис. 1). В этой конструкции применяются телескопические кронштейны, позволяющие изменять длину кронштейна от 0 до 110 мм и вынести облицовку на 450 мм от утепляемой стены. Это позволяет при утеплении фасадов зданий, в которых кирпичная кладка выполнена с существенными отклонениями от вертикали, обходиться одним типоразмером кронштейнов. Конструкция кронштейна позволяет менять угол его установки относительно вертикальной направляющей. Подвижность кляммера для крепления облицовочных плит относительно направляющей, не требует строго выдерживать расстояние между осями направляющих, что значительно снижает требования к точности установки кронштейнов и, соответственно, уменьшает трудоемкость монтажа.

Технологический процесс по устройству вентилируемых систем утепления включает в себя следующие подготовительные операции:

- установка строительных лесов;
- демонтаж с фасада всех элементов, ограничивающих доступ к утепляемым поверхностям стен.

Основной технологический процесс, состоит из следующих операций:

- разметка мест установки опорных столиков-кронштейнов;
- установка опорных элементов (кронштейнов) в проектное положение;
- закрепление плит теплоизоляции к поверхности стены;
- установка гидроветрозащитной мембраны и монтаж вертикальных направляющих;
- крепление облицовки к вертикальным направляющим.

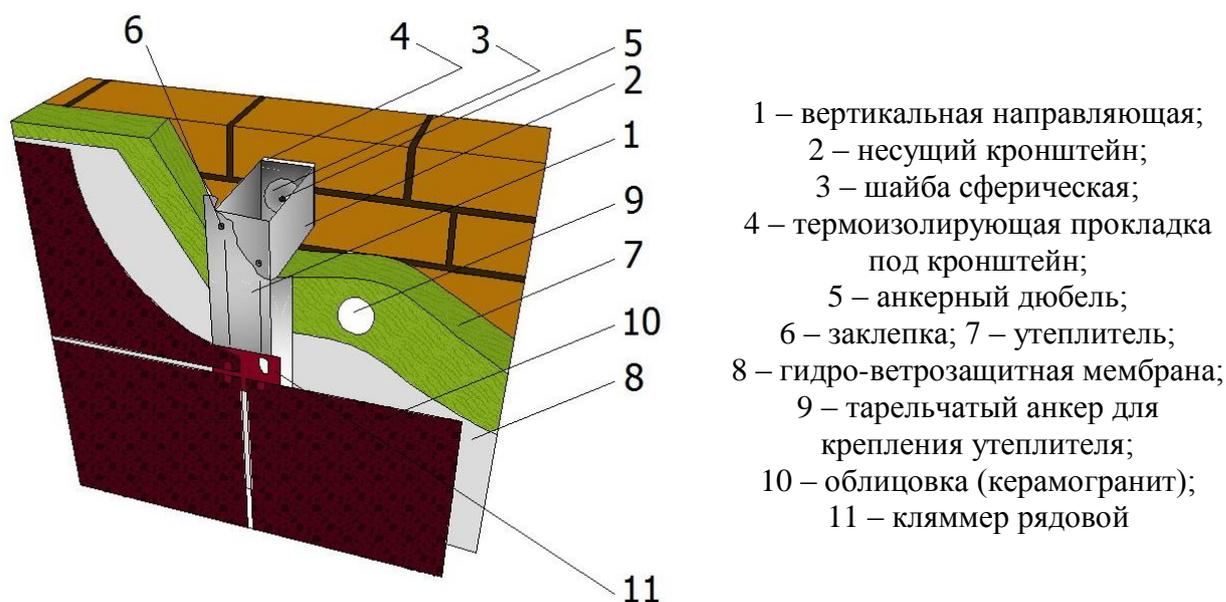


Рисунок 1 – Конструктивное решение вентилируемого фасада «РУСЭКСП»

Разметка мест установки опорных элементов (кронштейнов) выполняется с использованием оптических лазерных приборов. При выполнении разметки мест их установки на фасад несмываемой краской выносят точку крепления опорного элемента (центр отверстия под анкер). Опорные элементы (столики-кронштейны) устанавливаются в проектное положение и крепятся к стене винтовыми анкерами с полной затяжкой или дюбелями MBRK-STB (L=100 мм). Сверление отверстий выполняют по разметке электродрелью или перфоратором. Для предотвращения появления «мостиков холода» под кронштейны устанавливают термоизолирующие прокладки.

После установки опорных элементов (кронштейнов) приступают к установке плит утеплителя. Плиты утеплителя крепятся к стеновому ограждению посредством тарельчатых анкеров или гибких связей. После установки теплоизоляционных плит приступают к монтажу вертикальных направляющих. Монтаж вертикальных направляющих ведется одновременно с креплением гидроветрозащитной мембраны к теплоизоляционным плитам. Крепятся вертикальные направляющие к кронштейнам нержавеющими заклепками. По завершению работ по монтажу вертикальных направляющих приступают к закреплению элементов облицовки фасада. Облицовка фасадов крепится к вертикальным направляющим в соответствии с проектом. Вид крепления выбирается в зависимости от применяемой облицовки. Облицовка из плит керамогранита и натурального камня крепится с помощью рядовых кляммеров. Облицовка из металлокасет и кассет из АКП выполняется с помощью салазок и других крепежных элементов.

Список использованных источников:

1. Немова Д.В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно – строительный журнал. – №5. – 2010.
2. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий. – Правительство Москвы: Москомархитектура, 2002.

Новосельцева А.Г., Сенчук Д.Д.

ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД. СВОЙСТВА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОСАДКОВ

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

Основным источником централизованного водоснабжения сельских и городских поселений республики являются подземные воды, имеющие практически повсеместно повышенное содержание железа, что не позволяет использовать их без очистки, как для хозяйственно-питьевых, так и для технических целей. Железо в природных водах может находиться в виде двух- и трехвалентных ионов, коллоидов органического и неорганического происхождения, таких как $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeS , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, комплексных соединений с гуматами и фульвокислотами, а также в виде тонкодисперсной взвеси [1].

Наличие в воде большого количества железа придает ей неприятный привкус, буроватую окраску, приводит к заболеванию печени (гемосидерит). Образующиеся в

воде при ее контакте с воздухом хлопья гидрата окиси забивают водозаборную арматуру, вызывают зарастание труб и др. При повышенном содержании железа природная вода должна подвергаться специальной обработке, т.е. обезжелезиванию.[2].

Выбор метода обезжелезивания и его технологических параметров является сложной технико-экономической задачей и зависит от химических свойств и обрабатываемых объемов воды. Для удаления железа из природных вод в зависимости от его формы, образующегося количества и буферным свойствам исходной воды, на станциях обезжелезивания используются реагентные и безреагентные методы. В основе безреагентных методов обезжелезивания лежат: предварительная аэрация с целью удаления свободной углекислоты и сероводорода, повышение рН, обогащение кислородом воздуха, последующее образование гидроксида железа или автокаталитической пленки, на поверхности которой происходит адсорбция двухвалентного железа, его окисление, а затем извлечение из воды при осаждении или фильтровании [1, 3, 4].

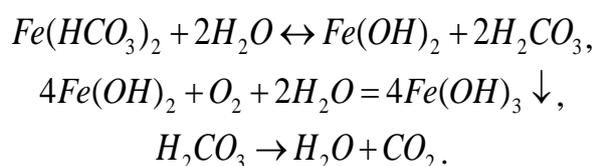
К безреагентным методам относятся:

1. упрощенная аэрация (и фильтрование);
2. глубокая аэрация (с последующим отстаиванием и фильтрованием);
3. «сухая» фильтрация;
4. фильтрование на каркасных фильтрах;
5. электрокоагуляция;
6. двойная аэрация, обработка в слое взвешенного осадка и фильтрование;
7. фильтрование в подземных условиях с предварительной подачей в пласт окисленной воды;
8. аэрация и двухступенное фильтрование [1].

Реагентные методы основаны на реагентом окислении железа (II) или катионном обмене. Учитывая что реагентным методом обезжелезивают, как правило, поверхностные воды, необходимо отметить, что использование реагентов одновременно решает задачу осветления и обесцвечивания воды [4, 5].

К реагентным относятся следующие методы: 1. упрощенная аэрация, окисление, фильтрование; 2. напорная флотация с известкованием и последующим фильтрованием; 3. известкование, отстаивание в тонкослойном отстойнике и фильтрование; 4. аэрация, окисление, известкование, коагулирование, флокулирование с последующим отстаиванием или обработкой в слое взвешенного осадка и фильтрованием; 5. фильтрование через модифицированную загрузку; 6. катионирование [1].

Обезжелезивание подземных вод чаще всего осуществляется аэрированием с последующим фильтрованием. При аэрации двухвалентное железо переводится в трехвалентное, которое легко гидролизуется с образованием малорастворимой и выпадающей в осадок гидроокиси железа. Сначала наблюдается гидролиз находящихся в воде гидрокарбонатов железа $Fe(HCO_3)_2$ с образованием гидроксида железа (II) $Fe(OH)_2$, который затем легко окисляется до гидроксида железа (III) $Fe(OH)_3$:



Иногда для обезжелезивания подземных вод применяются и другие, менее распространенные приемы, но во всех случаях основным компонентом

образующегося при этом осадка является гидроксид железа (III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Содержание железа в исходной воде колеблется в значительных пределах и составляет приблизительно от 2 до 15 мг/л [6].

В Республике Беларусь наиболее распространенным методом обезжелезивания воды является фильтрование через зернистую загрузку с предварительной глубокой либо упрощенной аэрацией. Регенерация фильтров осуществляется водовоздушной либо водяной промывкой. Доля воды, расходуемой для промывки, достаточно велика и, в зависимости от качества исходной воды и типа фильтра, может достигать от 2 % до 10 % от общего расхода очищаемой воды. Промывные воды, образующиеся в процессе регенерации, характеризуются высоким содержанием железа, концентрация которого колеблется от 100 мг/л до 300 мг/л.

В настоящее время высококонцентрированные железосодержащие промывные воды сбрасываются в канализацию либо в прилегающие водоемы или на рельеф местности, что приводит к нерациональному использованию высококачественной подземной воды и загрязнению окружающей среды соединениями железа [7].

Источником образования осадка на станциях обезжелезивания является промывные воды фильтров. Основным компонентом осадка, образующегося при осветлении промывных вод, является трехвалентное железо в форме хлопьевидного гидроксида железа. Гравитационное осветление промывных вод в основном завершается в течение 1,5-2 ч. Остаточная концентрация железа в осветленной воде составляет 25-35 мг/л. Дальнейшее снижение остаточной концентрации резко замедляется. Общее количество осадка, образующегося после двухчасового отстаивания, достигает 0,5-1 % объема промывных вод при его влажности 96,5-97,5 %.

Гранулометрический состав осадков железосодержащих вод характеризуется большим содержанием мелких фракций с размером основной массы частиц 0,002 мм. Осадок имеет однородную структуру, образуемую мелкими аморфными хлопьями гидроксида. При длительном хранении осадка гидроксид железа подвергается старению и переходит из аморфного состояния в кристаллическое. Хлопья осадка при этом укрупняются, что приводит к увеличению пористости осадка и улучшению его водоотдающей способности [6].

Основным приемом обработки осадков железосодержащих подземных вод в настоящее время является их обезвоживание на иловых площадках. Так же хорошая водоотдающая способность железосодержащих осадков дает возможность использования для их обезвоживания механических аппаратов, таких как вакуум-фильтр и фильтр-пресс [6, 8].

Одной из проблем связанных с образованием железосодержащих осадков является его утилизация (сброс в окружающую среду, реки, каналы, складки рельефа и др.), что приводит к накоплению неорганического шлама и загрязнению окружающей среды. Ликвидация осадков станций обезжелезивания связана с определенными трудностями технического и организационного характера. В практике очистки природных вод известны различные способы утилизации осадков, дающие определенный экономический эффект, например, использование осадка для создания жаростойкого покрытия при изготовлении поддонов и изложниц или в качестве добавок при выпуске портландцемента. Возможно также использование таких осадков при производстве строительных материалов, например, керамзита. Использование железосодержащих осадков в качестве опудривателя гранул керамзита позволяет повысить качество последнего и увеличить его выпуск при том же расходе сырья взамен дорогостоящих высокоогнеупорных опудривателей

(глинозема). Гидроокисный осадок водопроводных станций можно применять при изготовлении шпатлевок и мастик, заменяя им мел или меловую пасту. [9, 10].

Перспективным методом утилизации осадков станций обезжелезивания является получение из него конечного продукта в виде коагулянта.

Список использованных источников:

1. Николадзе, Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г.И.Николадзе. – Москва: Стройиздат, 1978. – 161 с.
2. Гуринович, А.Д. Питьевое водоснабжение из подземных источников: проблемы и решения / А.Д. Гуринович. – Мн.: ТЕХНОПРИНТ, 2001. – 305 с.
3. Николадзе, Г.И. Технология очистки природных вод / Г.И. Николадзе: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк. 1987. – 497 с.
4. Кульский, Л.А. Технология очистки природных вод / Л.А.Кульский, П.П.Строкач.- 2-е изд., перераб. и доп. - Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1986. - 352 с.
5. Хаммер, М. Технология обработки природных и сточных вод / М.Хаммер. – Москва: Стройиздат, 1979. – 400 с.
6. Любарский, В.М. Осадки природных вод и методы их обработки / В.М.Любарский. – Москва: Стройиздат, 1980. – 129 с.
7. Науменко, Л.Е. Технология очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов: диссертация кандидата технических наук: 05.23.04 / Науменко Л.Е. – Брест, 2009. – 190 с.
8. Любарский, В.М. Механическое обезвоживание осадков природных вод / В.М. Любарский, А.И. Федоров, С.Д. Беляева, О.Г. Бабуров // Водоснабжение и санитарная техника. – №4. – 1992. – с.19-21.
9. Шевченко, Л.Я. Утилизация осадков водопроводных станций / Л.Я. Шевченко // Водоснабжение и санитарная техника. – №4. – 1985. – с. 21
10. Белескова, Е.А. Об утилизации осадков, образующихся при обезжелезивании подземных вод / Е.А. Белескова, В.И. Айзенберг // Водные ресурсы. – 1979. – №5. – с. 190.

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

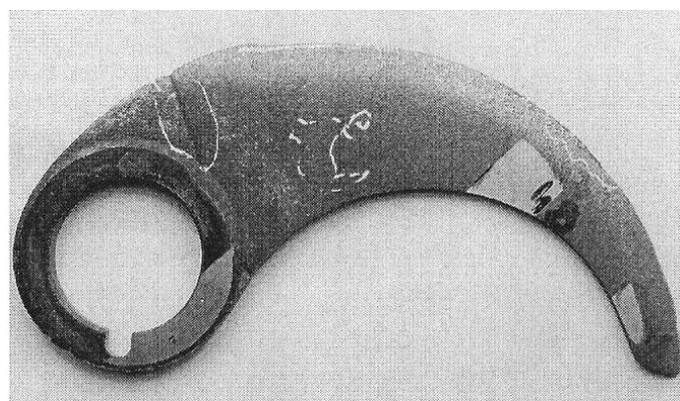
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КУТТЕРОВ

Брестский государственный технический университет, кафедра прикладной механики

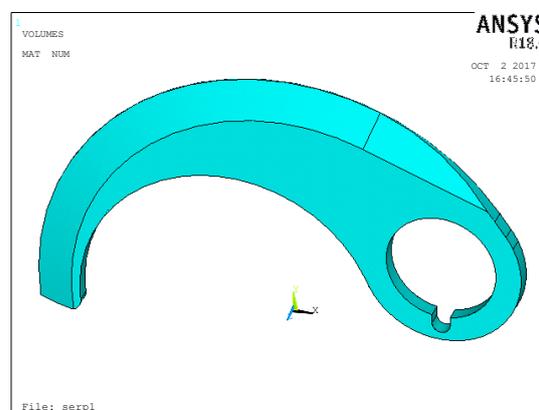
В пищевой промышленности для измельчения продуктов широко используются универсальные установки — куттеры. Производительность и ресурс этих установок определяется техническим состоянием измельчителей (ножей), вращающихся с высокими угловыми скоростями и работающих при больших нагрузках. Работа посвящена исследованию температурных полей и термонапряжений, возникающих в измельчителях, подвергнутых поверхностной плазменной закалке движущимся источником нагрева, а также исследованию их износостойкости.

Методика проведения исследований

Измельчители, используемые при измельчении пищевых продуктов на универсальных установках, изготовлены из хромистой жаропрочной нержавеющей стали 14X17H2 (ГОСТ 5632–2014) и упрочнялись объемной закалкой. В процессе эксплуатации ножи подвергались кавитационному, механическому и коррозионному изнашиванию и имели короткий срок эксплуатации (рисунок 1, а).



а)



б)

Рисунок 1 – Вид упрочненного объемной закалкой измельчителя после эксплуатации (а) и его конечно-элементная модель (б).

Нож толщиной 8 мм имеет серповидную форму. В результате объемной закалки твердость детали достигала величины 42–48 HRC. В установке используются два ножа, которые установлены в горизонтальном положении на вращающемся валу емкости, в которую загружаются куски сырья общей массой $m = 70$ кг. Заточенная под углом 21° кромка детали обращена вниз. В емкость подается пар с температурой $T = 150^\circ\text{C}$, после размельчения и расплавления сырья часть его остается под поверхностью детали. Ведущий вал вращается с высокой скоростью, совершая $n = 740\text{--}1480$ об/мин. Один цикл нагружения при стационарном режиме $t = 7$ мин; а с учетом времени перезагрузки установки за сутки деталь нагружается 25...40 раз. Долговечность измельчителей не превышала трех месяцев, поэтому разрушение материала является малоцикловым, что свидетельствует о наличии высокоинтенсивных нагрузок. Визуальные обследования показали ряд типичных дефектов — поверхностная коррозия металла, затупление, растрескивание и выламывание режущей кромки, разрушение полотна детали, отламывание кусков в периферийной зоне.

Для определения оптимальных режимов процесса поверхностного плазменного азотирования (ППА) проведено исследование температурных полей, напряжений и деформаций, выполненное с применением конечно-элементного комплекса ANSYS [1]. В ходе проведения вычислительного эксперимента разработана трехмерная модель ножа, приведенная на рисунке 1, б. При решении температурной задачи в ANSYS использовался восьмиузловой термический элемент SOLID70. Модель разбивалась на 53572 конечных элемента. В соответствии со скоростью движения плазменной струи к узлам дискретной модели пошагово последовательно прикладывалась температурная нагрузка в виде конвекции от плазменной струи к детали на всех поверхностях модели. Во избежание оплавления максимальная температура на поверхности ножа должна быть на 3...5 % меньше температуры плавления стали ($\approx 1400^\circ\text{C}$) [2]. Согласно [2, 3], тепловой поток плазменной струи распределяется по ширине зоны нагрева по закону, близкому к кривой вероятности

Гаусса. Исходя из этого на нагреваемой поверхности коэффициент конвекции задавался различным по ширине зоны нагрева, соответствующим нормальному распределению. Функции температуры и коэффициента конвекции задавались в следующем виде:

$$T(x, y, t) = \frac{T_0}{10^{-3} \left[\left(R \cdot \cos\left(\frac{v}{R}t - 0,122\right) + x \right)^2 + \left(R \cdot \sin\left(\frac{v}{R}t - 0,122\right) - y \right)^2 \right] + 1} + T_H,$$

$$k(x, y, t) = \frac{k_0}{10^{-3} \left[\left(R \cdot \cos\left(\frac{v}{R}t - 0,122\right) + x \right)^2 + \left(R \cdot \sin\left(\frac{v}{R}t - 0,122\right) - y \right)^2 \right] + 1},$$

где $T_0 = 6000 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура в центре плазменной струи, $R = 0,13 \text{ м}$ – радиус кривизны траектории движения плазменной струи, определяемый из геометрии режущей кромки ножа, v – скорость движения источника нагрева, $T_H = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура окружающей среды, $k_0 = 7000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – коэффициент конвекции в центре плазменной струи. Удельная теплоемкость стали принималась зависящей от температуры и при температурах $0 \dots 1300 \text{ }^\circ\text{C}$ находилась в интервале $c_{ст} = 400 \dots 600 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ [4]. Время движения определялось в зависимости от перемещения дуги по режущей кромке при скорости движения плазмотрона $v = 10 \text{ мм}/\text{с}$. Некоторые характеристики материала приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Некоторые характеристики материала измельчителя

Материал	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(К·м)	Модуль упругости E , Па	Коэффициент Пуассона ν	Удельная теплоемкость c , Дж/(кг·К)
Сталь 14X17H2	50	$2 \cdot 10^{11}$	0,28	400...600

После каждого шага нагружения проводился расчет температурных полей, результаты которого записывались в LS-файлы. В результате проведения расчета определены поля температур в различные моменты времени. На рисунке 2 приведено распределение температурных полей на верхней и нижней поверхностях ножа при $v=10 \text{ мм}/\text{с}$.

При решении задачи термоупругости нож «закреплялся» по нижней торцевой поверхности для ограничения перемещения в направлении, перпендикулярном поверхности ножа, и по поверхности шпоночного паза для ограничения перемещения в направлении, параллельном его поверхности. На рисунке 3 представлено распределение эквивалентных напряжений и суммарных перемещений на рабочей зоне измельчителя в различные моменты времени при скорости движения пятна нагрева $v = 10 \text{ мм}/\text{с}$.

Для осуществления процесса поверхностного плазменного азотирования в комплексе с установкой был разработан специальный манипулятор, при помощи которого осуществляется перемещение детали относительно плазменной дуги с заданной скоростью (частота вращения стола манипулятора может регулироваться в пределах $0,5-180 \text{ об}/\text{мин}$). Упрочняемая деталь располагалась на столике манипулятора горизонтально. Осуществлен процесс ППА измельчителей пищевого сырья путем нанесения дорожек с шагом $1,5 \text{ мм}$ на поверхности детали. По результатам экспериментов определены оптимальные параметры процесса ППЗ: скорость движения точки нагрева $v = 10 \text{ мм}/\text{с}$, расход аргона $Q_{Ar} = 1,2 \text{ л}/\text{мин}$, расход азота $Q_{N_2} = 3,6 \text{ л}/\text{мин}$, ток дуги $I = 28 \text{ А}$.

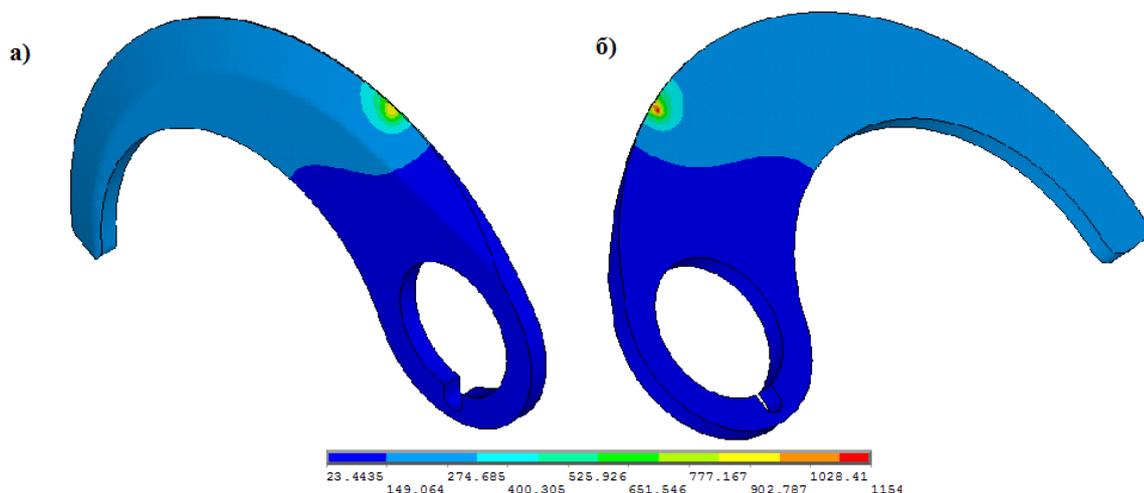


Рисунок 2 – Распределение температурных полей на верхней (а) и нижней (б) поверхностях ножа.

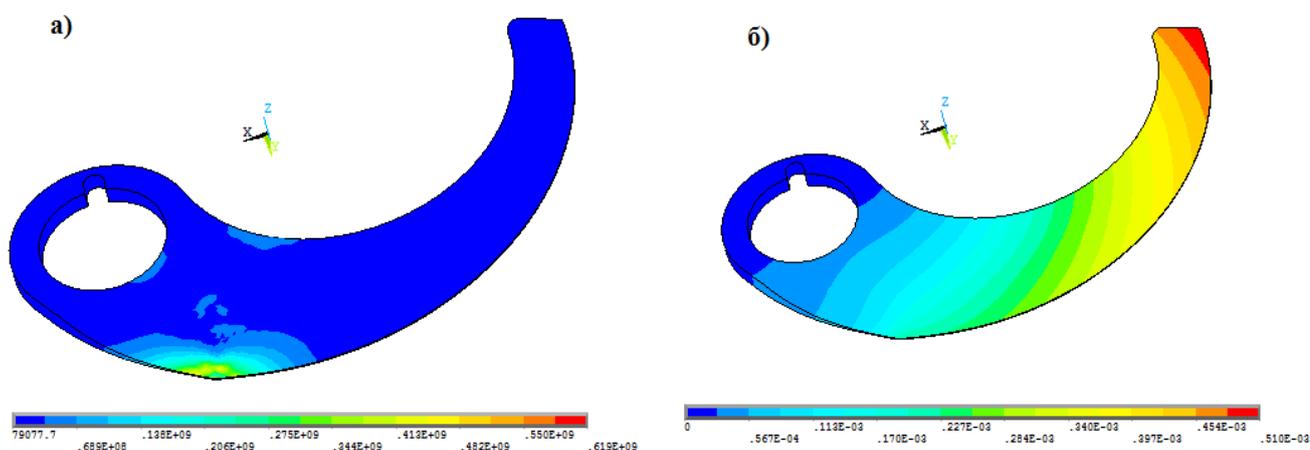
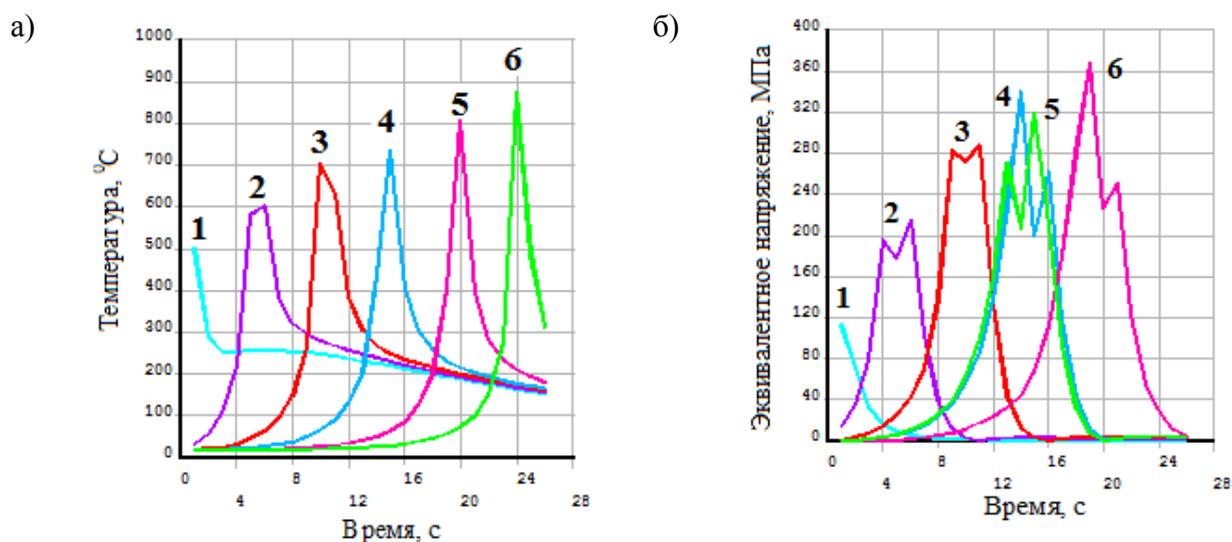


Рисунок 3 – Типичное поле эквивалентных напряжений по Мизесу (а) и суммарных перемещений (б) для момента времени $t = 26$ с.



1 – сечение А, 2 – сечение В, 3 – сечение С, 4 – сечение D,
5 – сечение Е, 6 – сечение F

Рисунок 4 – Зависимость температуры (а) и эквивалентных напряжений (б) на режущей кромке от времени в различных сечениях (рисунок 5).

На рисунке 4 приведены типичные распределения температуры и эквивалентных напряжений (по Мизесу) на режущей кромке в различных сечениях (рис. 3) от времени.

По результатам исследований износостойкости измельчителей построены графики относительного износа их элементов в сечениях А–F (рисунок 5) после упрочнения объемной закалкой и плазменным поверхностным азотированием (рисунок 6).

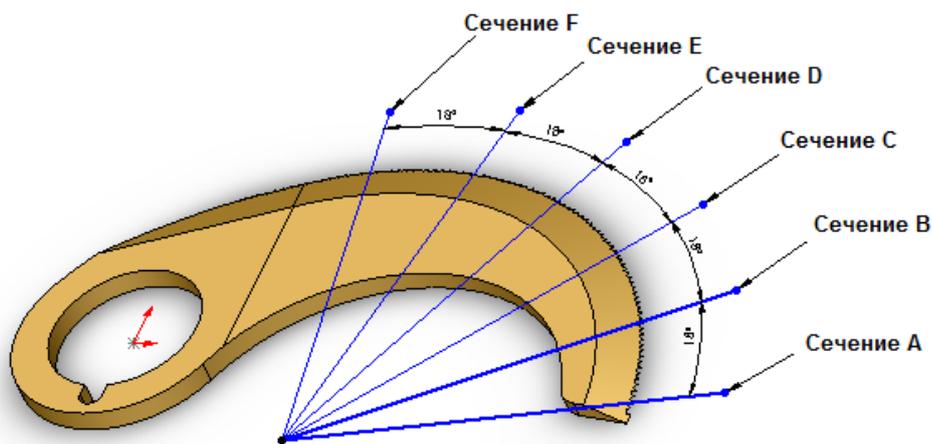


Рисунок 5 – Расположение сечений на рабочей зоне измельчителя.

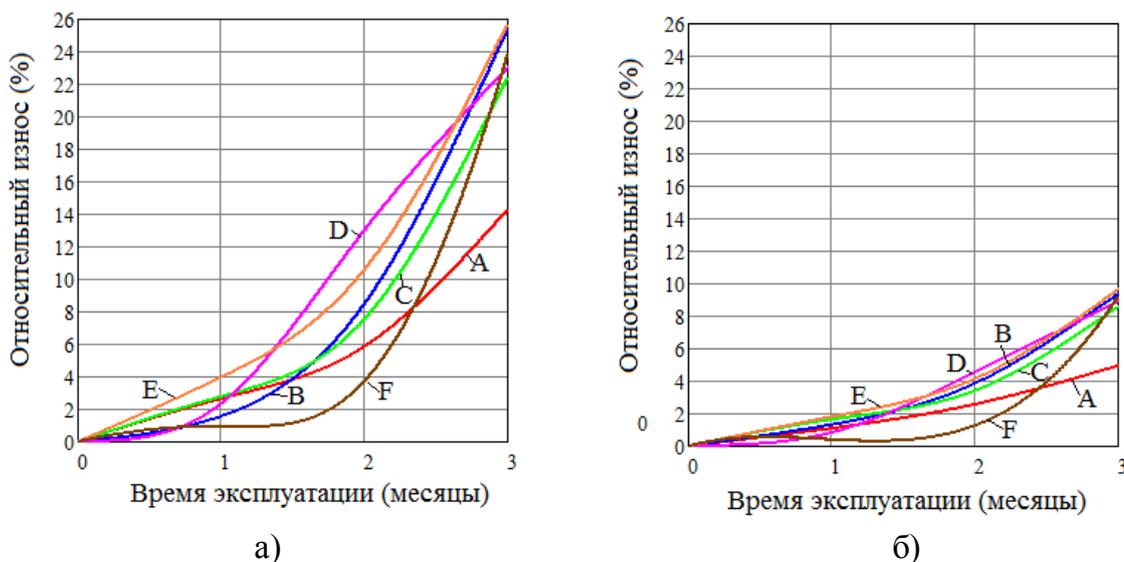


Рисунок 6 – Графики относительного износа измельчителей из стали 14X17H2, упрочненных: а) объемной закалкой; б) плазменного поверхностного азотирования.

Анализируя полученные зависимости, можно заключить, что износостойкость измельчителей, упрочненных путем объемной закалки и ППА, более чем в 2 раза выше, чем лишь после объемной закалки.

Заключение

Осуществлен процесс поверхностного плазменного азотирования измельчителей пищевого сырья из стали 14X17H2 нанесением дорожек с шагом 1,5 мм на поверхность детали. Необходимая скорость движения источника и траектория плазменной струи автоматически выполнялась манипулятором. Определены оптимальные параметры процесса ППА: скорость движения источника

$v = 10$ мм/с, расход аргона $Q_{Ar} = 1,2$ л/мин, расход азота $Q_{N_2} = 3,6$ л/мин, ток дуги $I = 28$ А. Выполненные исследования упрочненных ППЗ измельчителей на износостойкость показали значительное увеличение их долговечности, а срок эксплуатации увеличен в 2,3 раза. Исследовано НДС измельчителя в процессе поверхностной плазменной закалке с помощью разработанной механико-математической ANSYS-модели, учитывающей распределение температуры по диаметру зоны нагрева и зависимость характеристик материала от температуры, что позволило уточнить параметры ППА и обеспечить прочность и жесткость деталей без снижения их материалоемкости.

Список использованных источников:

1. Чигарев, А.В. ANSYS для инженеров / А.В. Чигарев, А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк. М.: Машиностроение. – 2004. – 510 с.
2. Балановский, А.Е. Плазменное поверхностное упрочнение металлов / А.Е. Балановский. – Иркутск: ИрГТУ, 2006. – 180 с.
3. Сазонов, М.И. Исследование НДС при локальной закалке рабочей зоны пробивного инструмента с интенсивным теплоотводом / М.И. Сазонов, А.И. Веремейчик, В.М. Хвисевич, В.В. Гарбачевский, Д.Л. Цыганов // Фундаментальные и прикладные проблемы физики : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-техн. конф., Саранск, 16–18 ноября 2015 г. – Саранск : Мордовск. гос. пед. инт-т, 2015. – С. 40–46.
4. Таблицы физических величин. Справочник. / Под ред. И.К. Кикоина. – М.: Атомиздат, 1976. – 1008 с.

Шляхова Е.И., Левчук Н.В.

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства, кафедра инженерной экологии и химии

Долговечность и надежность — это главные понятия, характеризующие способность строительного материала к противостоянию внешним агрессивным факторам техносферы. В то же время долговечность — это способность сохранять свои эксплуатационные свойства до предельного состояния с необходимыми перерывами на ремонт. Ее измеряют обычно сроком службы без потери эксплуатационных качеств в конкретных климатических условиях и режиме эксплуатации [1].

При увеличении срока службы акцент делается на решение основных, глобальных экологических проблем — ресурсосбережение и предотвращение загрязнения окружающей среды при строительстве. Таким образом, приоритетными являются задачи не только эстетические и инженерные, но и эколого-материаловедческие, позволяющие обеспечить выбор долговечных, экологически безопасных строительных материалов и их использование при проектировании экологически комфортных зданий.

Основными причинами деструкции пористых строительных материалов, в том числе природного и искусственного камня, являются частые осадки и сезонные

изменения температуры, вызывающие интенсивный приток влаги и растворенных в ней солей.

Постоянный приток агрессивных веществ от кислот, до солей, образующихся в результате реакций оксидов серы и углерода Ca^{2+} , приводит к быстрому и интенсивному разрушению бетонов и силикатных материалов, как на поверхности, так и внутри. Разрушающий потенциал постоянно повышается за счет солей кристаллизующихся и образующихся под поверхностью. При воздействии влаги растворимые соли переходят в жидкую фазу и мигрируют по капиллярам в пористую структуру камня. При высыхании они вновь сосредотачиваются под поверхностью, приводя к ускоряющемуся разрушению поверхности материала. Диоксид углерода, реагируя с водой, образует угольную кислоту, которая с атмосферными осадками проникает в строительный материал, прежде всего поровую структуру.

В пористом бетоне при наличии остаточной CaO и образовавшейся в результате гидратации силикатов кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, создаются условия для карбонизации.

Благодаря реакции карбонизации (взаимодействия гидроксида кальция и диоксида углерода из воздуха) уменьшается щелочность, т.е. значение рН. В свою очередь, снижение рН ниже 8,5 приводит к начальной стадии процессов коррозии.

Карбонизации пористых строительных материалов соответствуют следующие стадии:

- 1) Диоксид углерода проникает путем диффузии в тонкие капиллярные поры в поверхностной области;
- 2) Растворение диоксида углерода внутри капиллярной системы;
- 3) Реакция нейтрализации между кислотой и щелочными компонентами.

Образовавшийся известняк в связи с высокой удельной поверхностью, быстро превращается в легкорастворимое соединение гидрокарбонат кальция. Такая реакция зависит от температуры и является обратимой. Вследствие этого на внешней стороне постоянно происходят процессы растворения и повторной кристаллизации карбоната кальция. Водорастворимый гидрокарбонат кальция мигрирует по капиллярам в другие области структуры материала. Повышение температуры способствует кристаллизации [2].

Вследствие поверхностной диффузии транспорт влаги в поверхностных капиллярах изнутри наружу уменьшается, при последующем увеличении общей влажности вследствие действия капиллярных сил возможен обратный ход.

Пористые пространства, наполненные растворами солей, разрываются кристаллизующимися солями.

Создание общих новых композиционных материалов, способствующих повышению надежности и долговечности строительных материалов, благодаря использованию добавок, в том числе различных фибр, участвующих в хемосорбционных процессах, позволяет снизить водопоглощение и пористость искусственного камня.

Особое место среди армирующих добавок в бетоны занимает базальтовая фибра, технология введения которой, а также ее количественное содержание в бетонных композициях, влияние на формирование структуры и свойства цементных растворов и бетонов вызывает как интерес, так и противоречие [3].

Введение базальтовой фибры способствует уменьшению, как капиллярных пор, так и порового пространства в целом. В результате чего улучшаются и теплоизоляционные свойства, как силикатных материалов, так и портландцементных бетонов. Применение базальтовой фибры, помимо улучшения прочностных свойств

искусственного камня, значительно снижает стоимость строительного материала, так как позволяет получить его без использования дорогостоящих пластифицирующих добавок.

Кроме того, базальтовое волокно обладает уникальной химической стойкостью в растворах щелочей. Это способствует широкому применению базальтовой фибры для армирования бетонных конструкций, асфальтобетонных покрытий дорог, наливных полов, где воздействие влаги, растворов солей и щелочных бетонных сред приводит к коррозии металлической арматуры. Замена металлической арматуры базальтовым волокном значительно удешевляет себестоимость строительных блоков, панелей, перекрытий, кроме того, производство химически стойких труб, защитных покрытий, негорючих композиционных материалов создает условия для долговременной эксплуатации хозяйственных объектов и сооружений, с применением этих материалов.

Список использованных источников:

1. Строительное материаловедение : учеб. пособие / под общ. ред. В.А. Невского. – Изд. 3-е, доп. и перераб. Ростов н/Д : Феникс, 2010. – 588 с.
2. Фрессель Франк / Ремонт влажных и поврежденных солями строительных сооружений – М.: ООО «Медиа», 2006. – 320 с.
3. Н. В. Левчук, Е. И. Шляхова Физико-химические и технологические аспекты применения базальтовой фибры // Вестник Брест. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 1: Строительство и архитектура. – С. 135–138.

Клюева Е.В.

МОНИТОРИНГ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

*Брестский государственный технический университет, ассистент кафедры
теплогазоснабжения и вентиляции*

На протяжении четырех лет на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции проводится анкетирование студентов выпускного курса на предмет удовлетворенности по результатам изучения теплоэнергетических дисциплин. Обработка результатов анкетирования, а также сравнение с ответами разных лет позволили проанализировать эффективность методов преподавания и восприятие дисциплин студентами через обратную связь. Анкетирование проводится в конце пятого курса перед преддипломной практикой, когда остаются позади полные переживания и ответственности дни сдачи государственных экзаменов. Таким образом, студенты более откровенны и не боятся давать негативные ответы и пояснения. Это имеет большую ценность для преподавателей кафедры, так как дает возможность обратить внимание на определенные недоработки в преподавании дисциплин и внести коррективы с учетом мнения студентов.

Первый вопрос «Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?» настраивает респондентов на тематику анкеты. Результаты отражены на диаграмме 1.

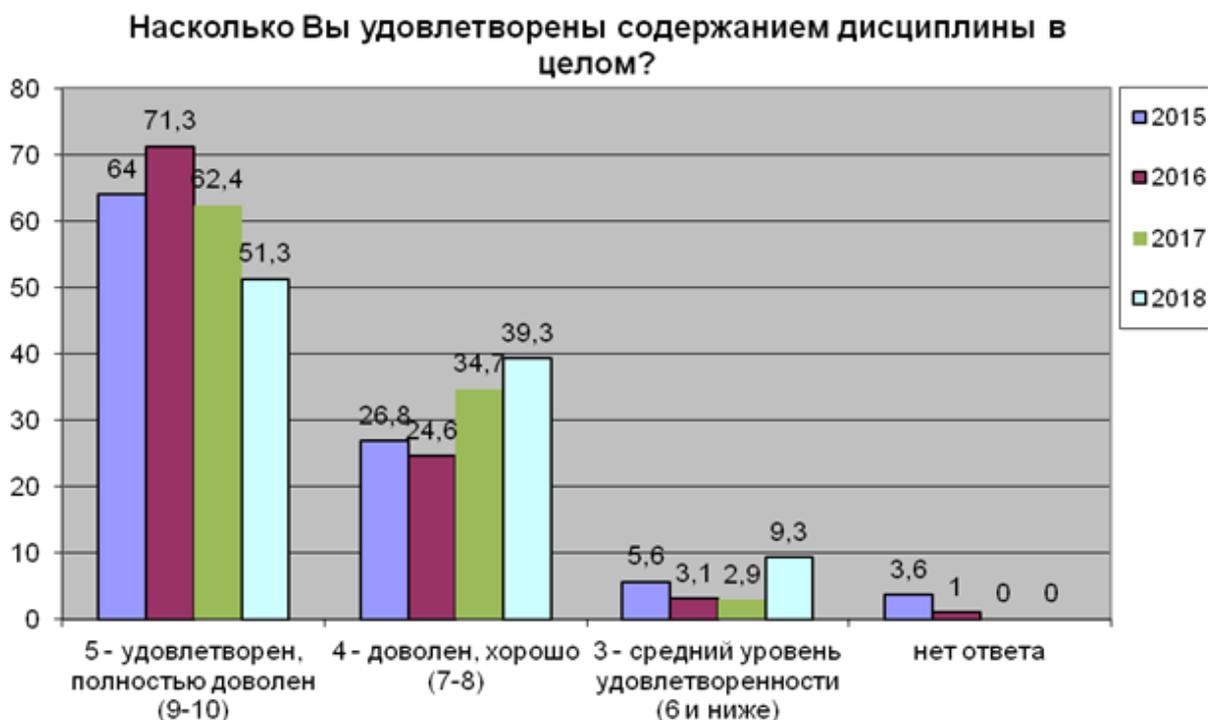


Диаграмма 1.

Общий стиль преподавания было предложено оценить по следующим критериям: доходчивая форма изложения, темп лекции, последовательность изложения материала. Полученные ответы (табл.1) показали, что по всем критериям наблюдается высокий уровень удовлетворенности. Индивидуальная (по каждой дисциплине отдельно) корректировка стиля преподавания должна производиться с учетом не только особенности и компетенции преподавателя, но и изменения контингента студентов, их готовности и способности работать в заданном темпе.

Таблица 1.

Насколько Вы удовлетворены общим стилем преподавания, в том числе:	% от общего числа опрошиваемых			
	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год
а) доходчивой формой изложения				
5 – доходчиво (9-10)	75,2	75,9	61,2	62,7
4 – не очень доходчиво (7-8)	20,4	19,0	34,1	29,3
3 – ниже среднего (6 и ниже)	0,4	1,0	4,7	8,0
нет ответа	4,0	4,1	0,0	0,0
б) темпом лекции				
5 – достаточный	86,0	74,4	68,2	48,0
4 – небольшая неудовлетворенность разной степени	8,0	19,5	28,8	38,0
3 – удовлетворенность ниже среднего	1,6	2,6	2,9	10,7
нет ответа	6,0	3,6	0,0	0,0
в) последовательностью изложения материала				
5 – высокий уровень удовлетворенности (9-10)	88,4	83,1	67,1	62,0
4 – выше среднего (8-7)	5,6	14,9	24,7	30,7
3 – ниже среднего (6 и ниже)	0,0	0,0	5,3	7,3
нет ответа	6,0	3,4	0,0	0,0

На вопрос «Обращает ли внимание лектор на аудиторию и ее отклик при чтении лекции?» были получены следующие ответы:

Таблица 2.

Обращает ли внимание лектор на аудиторию и её отклик при чтении лекции?	% от общего числа опрошиваемых			
	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год
5 – да	96	84,6	87,1	85,3
4 – когда как	2,4	7,7	8,8	9,3
3 – чаще не обращает	0,8	2,6	4,1	4,0
1-2 – практически не обращает /нет	0,8	5,1	0,0	1,3

Вопрос «Насколько современным, на Ваш взгляд, является изложенный в курсе материал?» позволяет оценить взгляд студентов на новизну и актуальность преподаваемых дисциплин. Отмечается снижение показателей в 2018 году и более критичное понимание того, что считать современным и новым. Однако важно понимать, что для изучения и понимания современных теплоэнергетических дисциплин необходимо владеть классическими знаниями.

Таблица 3.

Насколько современным, на Ваш взгляд, является изложенный в курсе материал?	% от общего числа опрошиваемых			
	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год
5 – современный (9-10)	76,4	77,9	70,6	52,0
4 – не совсем, больше новинок (7-8)	14,8	18,5	21,8	34,0
3 – средний уровень (6)	0,0	0,0	0,0	8,0
1-2 – не современный	2,0	2,6	4,1	6,0
нет ответа	8,0	1,0	3,5	0,0

Для эффективного преподавания важен уровень обратной связи, который раскрывается через вопрос «Удовлетворены ли Вы ответами преподавателя на вопросы, которые ему задают студенты?» (табл.4).

Таблица 4.

Удовлетворены ли Вы ответами преподавателя на вопросы, которые ему задают студенты?	% от общего числа опрошиваемых			
	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год
5 – да, полностью	92,4	86,2	74,7	76,7
4 – не всегда	4,4	8,2	23,5	18,0
3 – средняя удовлетворенность	0,0	0,0	0,0	5,3
1-2 – низкая степень удовлетворенности	3,2	3,1	0,0	0,0

При обучении студентов внутри вузовских лабораторий, оснащенных соответствующими средствами обучения, у преподавателей профессиональных дисциплин появляется возможность эффективной и качественной подготовки студентов к соответствующей профессиональной деятельности. Насколько полезны и интересны выполняемые лабораторные работы для студентов видно на диаграмме 2.

Защита курсовых работ и сдача экзаменов позволяют оценить уровень приобретенных студентами знаний. Качественная организация учебного процесса, четкие критерии оценок, ответственная подготовка к экзаменам самими студентами позволяют избежать различных затруднений в процессе контроля знаний. Анализ ответов студентов на вопрос «Какие сложности Вы испытывали при защите курсовых проектов и сдаче экзаменов?» позволяет обозначить проблемные области и скорректировать процесс. В ответах (табл.5, табл. 6) отдельно выделены сложности связанные непосредственно с защитой, которые зависят от преподавателя (слишком долгая защита, не всегда понятен вопрос, большой объем информации, большой объем графической части, недостаточно методических материалов и т.п.); и

сложности личного плана, которые зависят от самого студента (недостаточная подготовка, собственная несобранность, несвоевременность, а также переживания и волнение).

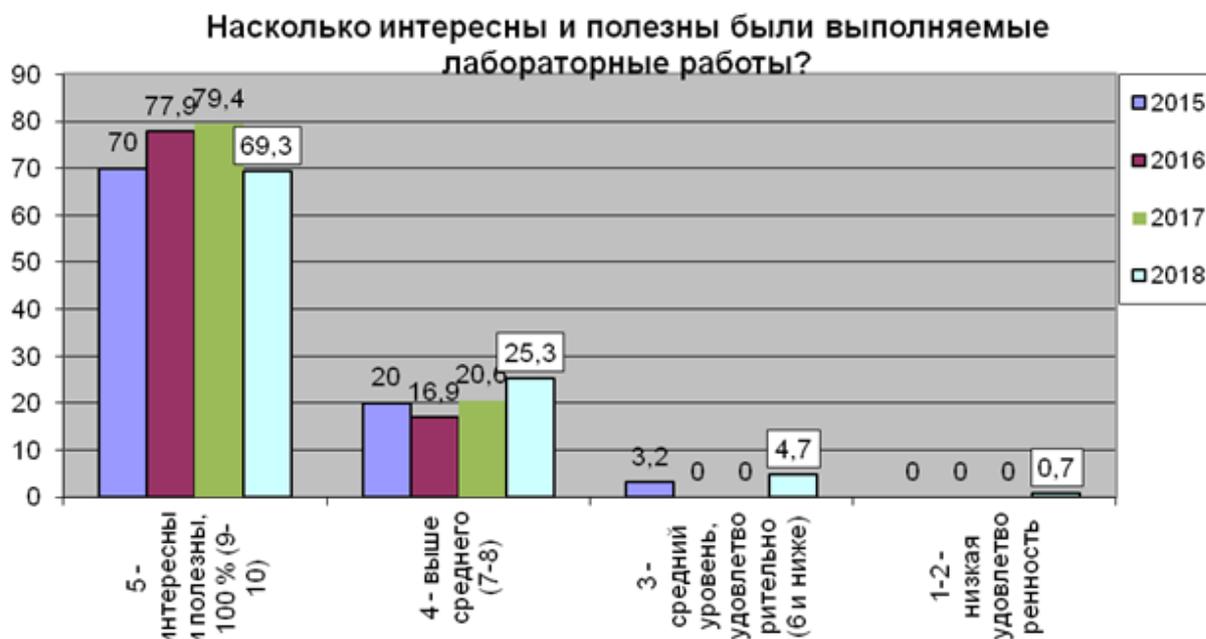


Диаграмма 2.

И в конце студентам предлагалось по желанию добавить или прокомментировать что-то, не вошедшее в данную анкету, но заслуживающее внимания. Из ответов видно стремление студентов к реализации полученных навыков на практике, предложение проводить еще больше экскурсий на предприятия, встреча со специалистами, работающими на производствах и в проектных организациях, обмен опытом со студентами своей специальности других вузов нашей страны и зарубежных.

Таблица 5.

Какие сложности Вы испытывали при защите курсовых проектов по данной дисциплине?	% от общего числа опрошиваемых			
	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год
сложностей не было	82	84,1	74,1	72,0
сложности, связанные с защитой	6,8	3,1	14,1	8,0
сложности личного плана	7,6	10,3	8,2	20,0
нет ответа	3,6	2,6	0,0	0,0

Таблица 6.

Какие сложности Вы испытывали при сдаче экзаменов по данной дисциплине?	% от общего числа опрошиваемых			
	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год
сложностей не было	89,2	86,7	87,2	87,3
были небольшие сложности, в каждой дисциплине свои	5,2	13,3	12,4	12,7

Таким образом, данный мониторинг позволяет выявлять положительные и отрицательные мотивации к получению инженерного образования студентов при обучении профессиональным дисциплинам. Ориентирует преподавателей на необходимость оптимального использования различных средств, методов и форм обучения, а так же учитывать, что на предприятии нужно не только знать, но и уметь проявлять и применять свои квалификационные знания.

Лешко Г.В., Щербач В.П., Чистова Я.А.

ВРЕД Wi-Fi ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА, ПРИРОДЫ И ВСЕГО ЖИВОГО

Брестский государственный технический университет, кафедра технологии строительного производства

В статье изложены результаты влияния излучения Wi-Fi систем на физические свойства природной воды как основы живых структур природы.

Был проведён эксперимент, который показал, что свойства воды существенно изменяются под влиянием Wi-Fi излучения, что является основным каналом воздействия техногенных ЭМИ на живые структуры. Показано, что с помощью специального физического устройства возможно существенно уменьшать вредное воздействие Wi-Fi излучения.

Современный мир принципиально отличен от того, в котором человек жил всего несколько веков назад. Вместе с техническим прогрессом в цивилизацию привнесено невидимую опасность — электромагнитное излучение. Все техногенные поля нашей среды обитания опасны для человека, как и для всех живых структур тем, что эти поля не естественные (природные), а искусственно созданные человеком. Это означает, что такие поля оказывают самые разнообразные влияния и не сопровождается никакими неприятными ощущениями, а результаты не сразу дают о себе знать, многие люди не считают нужным считаться с возможным воздействием электромагнитных излучений. А на самом деле сейчас картина с загрязнением среды обитания человека техногенными полями существенно ухудшилась.

Исследования ученых за последние десятилетия показывают, что электромагнитная радиация не менее опасна, чем атомная. Электромагнитный смог, взаимодействуя с электромагнитным полем организма, частично его подавляет, искажая собственное поле организма человека. Это приводит к снижению иммунитета, нарушению информационного и клеточного обмена внутри организма, в целом функционального здоровья и возникновению различных заболеваний.

Многими учеными в мире, различными исследовательскими центрами доказано, что даже весьма слабого уровня длительное влияние электромагнитного излучения (ЭМИ) может вызвать такие заболевания, как рак, потерю памяти, болезни Альцгеймера и Паркинсона, импотенцию, разрушение кристаллика глаза, уменьшение количества красных кровяных телец. Особенно опасны электромагнитные поля для беременных женщин, детей, они способствуют нарушению половых функций у мужчин и детородных у женщин. Сейчас ЭМИ есть повсюду в среде обитания человека, его создают бытовые электроприборы и офисная техника, мобильные телефоны и беспроводный Интернет и в последнее время Wi-Fi системы. Особенно резко возрастает напряженность полей вблизи линий электропередач, радио и телевизионных станций, в метрополитене. На этом фоне существенно влияют на организм человека магнитные бури.

Сегодняшний уровень электромагнитного фона Земли превышает естественный уровень в 200 000 раз. Исследователи сделали важнейшие выводы, что слабые и сверхслабые (фоновые) ЭМИ мощностью сотые и даже тысячные доли Ватт высокой частоты для человека более опасны, чем ЭМИ большой мощности, но низкой частоты. Причина этого в том, что интенсивность таких полей совпадает с интенсивностью излучений организма человека при обычном функционировании всех его систем и органов.

В связи с развитием Интернета для беспроводного подключения к всемирной электронной паутине широко внедряется Wi-Fi система. Особую тревогу вызывает установлению Wi-Fi в школах, университетах. Отметим, что Wi-Fi действует на той же частоте, что и СВЧ-печь. Для человека такая частота совсем не так уже и безвредна. Опубликовано огромное число исследований, в которых доказывается, что Wi-Fi негативно влияет на здоровье млекопитающих, в частности на здоровье человека. В числе болезней, вызываемых Wi-Fi, чаще всего фигурируют рак, сердечная недостаточность, слабоумие и ухудшение памяти.

Целью наших исследований было выяснить, как влияет ЭМИ Wi-Fi системы на физические свойства природной воды. Идея этих исследований состояла в том, что организм человека, как любой живой структуры, содержит до 2/3 воды и если Wi-Fi будет изменять свойства воды, это будет означать, что это излучение будет влиять в целом на функциональное состояние живого организма, функциональное здоровье человека.

Методика эксперимента

В качестве воды индикатора ЭМИ использовалось две воды: фасованная питьевая вода «BonAqua» и питьевая вода из городской водопроводной сети («Питьевая вода»). С помощью стандартизированных приборов измерялись следующие характеристики вод: pH – параметр кислотно-щелочного равновесия; σ – удельная электропроводность на постоянном токе, в μSm ; TDS – суммарная концентрация растворимых примесей в воде, в мг/л.; ОБП – окислительно-восстановительный потенциал воды, в mV. Измерения этих параметров проводились для образцов вод до и после влияния Wi-Fi и для случая применения защитного устройства.

Результаты эксперимента

В таблице 1 приведены результаты измерений параметров образца природной воды «BonAqua» после воздействия на нее ЭМИ устройства Wi-Fi по отношению к необходимой воде.

Таблица 1 – Результаты измерений параметров образца природной воды «BonAqua»

Тип воды	pH	σ (μSm)	TDS (мг/л)	ОБП (mV)
BonAqua (до)	7.87±0.02	148±5	14±5	+180 ±10
BonAqua (после)	7.62	124	80	+240
Эффект Wi-Fi	-0.25	-24	-14	+54

Таблица 2 – Результаты измерений параметров образцов Воды дистиллированной и Воды из водопроводных сетей

Тип воды	pH	σ (μSm)	TDS (мг/л)	ОБП (mV)
Вода дистиллированная (до)	7.51	145	79	+215
Вода дистиллированная (после)	7.37	46	27	+215
Эффект Wi-Fi	-0.14	+99	+49	0
Вода из водопроводных сетей (до)	7.20	604	335	+235
Вода из водопроводных сетей	6.89	610	370	+250
Эффект Wi-Fi	-0.31	+6	+35	+15

Из таблицы 1 следует, что существенно изменяются характеристики воды (воды-индикатора). Время облучения воды составляло 12 часов. Увеличение времени

облучения воды ведет к установлению определенного насыщения значений величин, σ , TDS и ОВП, а характер изменения pH зависит от характеристик воды-индикатора.

Из данных таблицы 1 и 2 однозначно следует, что ЭМИ системы Wi-Fi изменяет основные физические характеристики вод как индикаторов этих излучений. Это, в свою очередь, означает, что система Wi-Fi влияет как на воду, так и будет влиять на все природные водные системы, содержащие в своем составе воду (внутриклеточная и межклеточная вода).

Проведенные в работе исследования позволяют нам сделать следующие выводы. ЭМИ устройства Wi-Fi можно однозначно исследовать с помощью природного наиболее чувствительным с сверхслабого ЭМИ к которым следует отнести и системы Wi-Fi. Изменения свойств воды ЭМИ Wi-Fi однозначно влияет на любые живые структуры (растения, животные и человек) через прямое изменение свойств воды внутри живой системы. Прямые исследования показывают, что влияние ЭМИ Wi-Fi негативно влияет на все "живые структуры" и поэтому целесообразно внедрять устройства для биобезопасности что сделает Wi-Fi безопасным для слабых биоэнергоинформационных процессов в природе.

Международное агентство исследований рака (IARC, — инстанция Всемирной организации здравоохранения со штаб-квартирой во Франции) уже объявило радиочастоту EMF (RF), используемую для мобильной связи, потенциальным канцерогеном для человека, отмечает издание. Канцероген — химическое вещество или физическое излучение, воздействие которого на организм повышает риск рака. Wi-Fi сети также входят в этот ресурс.

Меры предосторожности при использовании сетей Wi-Fi

Тем не менее, из-за потенциальной канцерогенности мобильных устройств эксперты рекомендуют конкретные меры предосторожности:

- 1) Не прижимать мобильный телефон к голове, а использовать гарнитуру;
- 2) размещать точку доступа к Wi-Fi не ближе чем в 1 м от мест, где человек проводит много времени (кровать, стол, диван, места для игр);
- 3) передавать большие объемы данных или смотреть потоковое видео лишь в случае, если беспроводная связь устройства с точкой доступа хорошая (при повторной передаче воздействие излучения усиливается);
- 4) использовать терминалы с контролем мощности (например, ECO DECT вместо DECT);
- 5) выключать точки доступа, когда они не используются (иначе устройство все равно посылает сигналы);
- 6) в общественных местах лучше установить одну сеть Wi-Fi для всех устройств либо вернуться к проводному интернету.

Список используемых источников:

1. Отравления – первая помощь, лечение, симптомы и признаки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zaotravlenie.ru/izluchenie/vred-wi-fi.html> – Дата доступа: 26.05.2017
2. Как просто сделать все [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kakprosto.ru/kak-875865-vredno-li-wi-fi-izluchenie> – Дата доступа: 24.05.2017
3. Мобильный дом – всё о мобильных технологиях и операторах связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mobile-dom.ru/internet/vreden-li-wi-fi-dlya-zdorovya> – Дата доступа: 25.05.2017
4. Энциклопедия здоровья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vrachmedik.ru/490-vred-wi-fi.html> – Дата доступа: 24.05.2017

5. Отравление – что это такое, причины, симптомы, первая помощь и лечение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://otravleniya.net/izluchenie/vredno-li-izluchenie-ot-wifi-routera.html> – Дата доступа: 25.05.2017
6. КлассИнформ | Коды общероссийских классификаторов на 2017 год с расшифровкой и поиском [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://classinform.ru/udk.html> – Дата доступа: 27.05.2017
7. Новости Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belnovosti.by/deti/uchenye-signal-wi-fi-nanosit-vred-detyam> – Дата доступа: 28.05.2017
8. Белорусский портал TUT.BY. Новости Беларуси и мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://42.tut.by/333676> – Дата доступа: 28.05.2017

Янчилин П.Ф., Аллакулиев И.

ДВУХОСЕВАЯ СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ С КОНЦЕНТРАТОРОМ В ГЕЛИОУСТАНОВКЕ «ЛУЧ»

Брестский государственный технический университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, м.т.н., ст. преподаватель, магистрант

Серьезным препятствием на пути эффективной реализации высокого энергетического потенциала солнечного излучения является его низкая плотность, обусловленная большой удаленностью Земли от Солнца. Преодолеть это противоречие можно лишь путем концентрирования излучения, позволяющего в совокупности с другими мероприятиями приблизить КПД преобразователей солнечной энергии к термодинамическому пределу. Применение концентраторов позволяет не только поднять энергетическую эффективность солнечных энергетических установок, но также улучшить их энергоэкономические и эксплуатационные показатели за счет уменьшения расхода материалов, снижения стоимости и массы, повышения устойчивости к действию внешних факторов. При этом, однако, возникает необходимость оптимального согласования параметров концентраторов и приёмников, расчет распределения плотности сконцентрированного излучения на поверхности приёмника и определение оптимальной концентрирующей системы для реализации требуемого распределения, в связи с чем повышаются требования к точности расчетных оценок характеристик концентрирующих систем.

Для решения этих задач в научно-исследовательской лаборатории «ПУЛЬСАР» БрГТУ разработана под руководством профессора, д.т.н. Северянина Виталия Степановича гелиоустановка «ЛУЧ». Основными особенностями этой установки являются расщепление параболоида вращения на отдельные конусы и состоящий из них гелиоконцентратор (в виде группы концентрических конусов, имеющих общий фокус на теплоприёмнике), и — ориентирование на Солнце специальным механизмом слежения [1].

Гелиоустановка «ЛУЧ» относится к коммунальной промышленной теплоэнергетике и может быть использована для:

- системы хладоснабжения (при использовании специального оборудования).
- системы освещения.

– системы отопления и горячего водоснабжения небольших по мощности потребителей (коттеджи, сельские дома, теплицы, помещения цехов, складов, столовые, бани) как дублёр топливоиспользующих систем.

Гелиоустановка монтируется непосредственно на небольшом расстоянии от потребителя и может быть использована в городских и сельских условиях.

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.

Конструкция гелиоустановки состоит из пяти основных частей:

1. Оптическая система (комплекс конусов-зеркал на специальном каркасе — гелиоконцентратор);

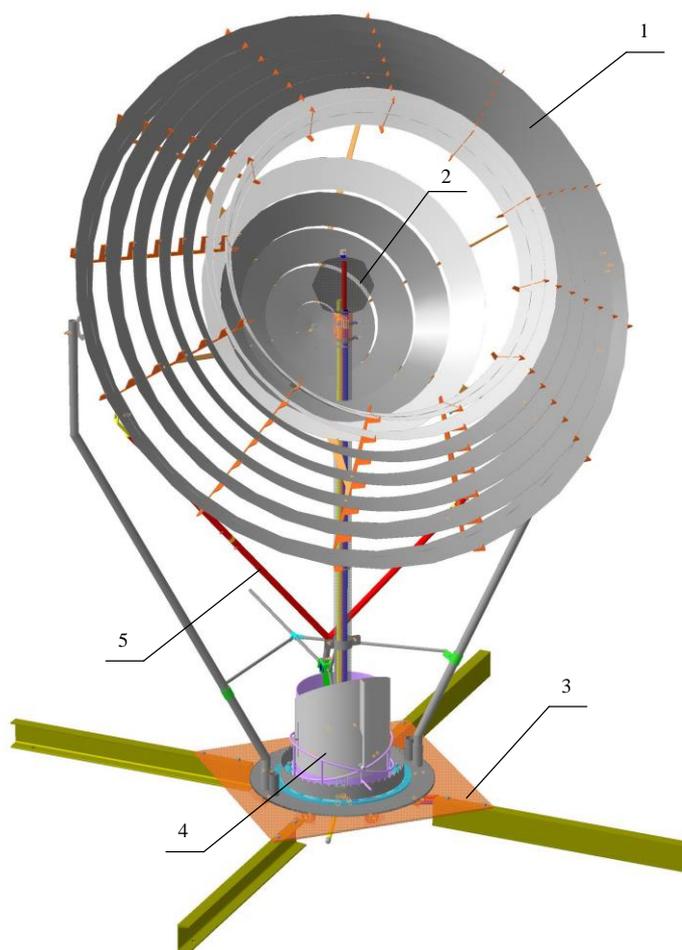
2. Система слежения за Солнцем (копиры, механизм поворота оптической системы, электрический привод, система управления);

3. Механизм подъема оптической системы (рычаги и тяги);

4. Теплоприемник (сферический солнечный водонагреватель, система трубопроводов, бак-аккумулятор, регуляторы и запорная арматура);

5. Гелиоустановка монтируется на металлическом основании (плита, швеллеры, подшипники).

Общий вид гелиоустановки показан на рисунке 1 [2].



1 – оптическая система; 2 – теплоприёмник; 3 – основание; 4 – система слежения за Солнцем; 5 – механизм подъема оптической системы;

Рисунок 1 – Общий вид гелиоустановки

Основными особенностями (отличиями от известных установок) гелиоустановки «ЛУЧ» являются:

- «расщепление» сплошного параболоида вращения на отдельные концентричные конуса и конструирование из них нового, более технологичного, гелиоконцентратора;
- оригинальная конструкция конусного концентратора солнечной энергии позволяет использовать его в весенне-осенний и зимний период;
- применение данного концентратора солнечной энергии позволяет существенно увеличить коэффициент использования солнечной энергии, вследствие чего температуру теплоносителя можно повысить до 300°C;
- зеркальная часть гелиоконцентратора представляет собой группу узких, отделенных друг от друга концентричных конусов, что:
 - снижает ветровую нагрузку, т.к. поток воздуха проходит сквозь расстояния между конусами;
 - упрощает изготовление и сборку зеркал, т.к. поверхности конусов имеют I степень кривизны; аналогичные же параболоидные поверхности существенно сложнее;
- оригинальная конструкция теплоприёмника позволяет эффективно использовать сконцентрированную солнечную энергию, а наличие воздушной прослойки между поверхностью теплоприёмника и прозрачной оболочки устраняет тепловые потери конвективным способом (либо использовать нанесение селективного покрытия на поверхность приёмника);
 - теплоприёмник неподвижен, оптическая система поворачивается вокруг него, это упрощает конструкцию коммуникаций теплоносителя;
 - ориентирование на Солнце оси гелиоконцентратора осуществляется особым механизмом слежения (реализуется при помощи простых механических копиров);
 - движение оптической системы учитывает не только суточное, но и сезонное изменение положения Солнца;
 - в данной установке используются относительно дешёвые и широко распространённые в строительстве материалы и изделия (хромированный листовый алюминий — для изготовления оптических зеркальных конусов; основные узлы конструкции установки изготавливаются из обычной малоуглеродистой стали).

Система слежения за Солнцем

Улучшить эффективность гелиоустановок можно, применяя системы слежения за Солнцем. В [3] приведена эффективность слежения разного вида систем, если принять нормальную ориентацию тепловоспринимающей поверхности за единицу, то получим:

- Вращение по двум осям (полное) — 1.
- Вращение, по одной оси:
 - полярная ось — 0,94;
 - ось север-юг — 0,84;
 - ось восток-запад — 0,77.
- Корректировка угла наклона сезонная — 0,67.

Государственным научным учреждением Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ГНУ ВИЭСХ), под руководством Стребкова Д.С. предлагается проект строительства солнечной электростанции мощностью 1 ГВт в пустыне Каракум, Туркменистан. Основные

характеристики: электрическая мощность – 1 ГВт; КПД фото-преобразователей – 20%; годовое производство электроэнергии – 1,3 млрд. кВт·ч; территория – 15 км².

Таблица 1. Месячная и годовая производительность СЭС, млн. кВт·ч

Ориентация панели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Стационарные панели, ориентированные на юг													
Наклон 30°	61,8	72,0	91,6	108,7	137,1	142,1	148,6	151,2	136,0	114,8	74,0	55,7	1293,6
Панели со слежением за Солнцем													
Полярная ось	74,8	87,2	111,2	135,3	182,4	195,5	204,0	209,2	182,1	149,3	91,7	67,2	1689,9
Две оси	77,3	87,9	111,5	137,5	191,4	209,4	215,3	213,1	182,2	151,1	94,8	70,2	1741,7

Месячная и годовая производительность фотоэлектрической СЭС представлены в таблице 1 и соответствует приведённой выше эффективности различных систем слежения. Это даёт нам основания полагать, что аналогичную эффективность покажет двухосевая система слежения, которая используется на гелиоустановке «ЛУЧ» [4]. Оптическая система перемещается вокруг теплоприёмника так, чтобы он все время был в фокусе. Таким образом, нужно учитывать как суточное, так и годовое перемещение солнца по небесной сфере. Это перемещение задается описываемой ниже системой, которая должна поворачивать гелиоконцентратор по горизонтали вокруг вертикальной оси колонны теплоприёмника, и по вертикали вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр теплоприёмника. Суточное горизонтальное вращение соответствует круговому на 360° (при этом ночное время является холостым ходом), а вертикальное зависит от времени года: максимальный подъём – 22 июня, минимальный – 21 декабря (летнее и зимнее солнцестояние).

Оптическая система (гелиоконцентратор) совершает один оборот за сутки вокруг теплоприёмника в горизонтальной плоскости и подъём-опускание (наклон) в вертикальной плоскости. Цель этого движения — держать главную ось оптической системы (ось конусов, т.е. нормаль к плоскости гелиоконцентратора), направленной точно на Солнце все время светлой части суток в любое время года. Должна быть обеспечена суточная и сезонная соответствующая ориентация оптической системы.

Выводы

1. Данную гелиоустановку «ЛУЧ» можно рекомендовать для использования (в качестве дублёра к основным «традиционным» системам) в системах отопления и горячего водоснабжения небольших по мощности потребителей (коттеджи, сельские дома, теплицы, помещения цехов, складов, столовые, бани, технологические нужды в сельском хозяйстве). Аналогично гелиоустановка используется и для нужд хладоснабжения тех же потребителей при соответствующем её укомплектовании. Так же возможно применение данной установки для систем освещения (теплоприёмник выполняется из прозрачного материала).

2. Рассмотрена новая конструкция устройства для улавливания солнечной энергии, которая отличается от известных следующим: предложена оптическая система в виде рефрактора-рефлектора, которая образуется при помощи конических отражателей. Эти конусы расположены в различных плоскостях, что позволяет

поместить теплоприемник внутри этой системы, поэтому система наведения на солнце позволяет поворачивать оптическую систему при неподвижном теплоприемнике. Это облегчает изготовление и эксплуатацию гелиосистемы. Парусность (кинетическое действие ветра) значительно снижается благодаря продуваемости конструкции. Естественно, небольшая парусность остается, но по сравнению с существующими параболами и сферами, «продуваемость» ветром существенно выше, следовательно, уменьшается динамическое воздействие потока на гелиоконцентратор.

3. При сравнении гелиоустройств с разными системами слежения видно, что при неподвижной горизонтальной ориентации теплоприёмного устройства вырабатывается наименьшее количество энергии, примерно столько же — при вертикальном наклоне в 30° и неподвижной южной ориентации. Данная панель при ориентации теплоприёмника на Солнце — слежение по одной и двум осям — вырабатывает на 25-40% больше энергии. Двухосевая система слежения даёт чуть лучший результат по сравнению с одноосевой системой.

Список используемых источников:

1. Гелиоустановка: патент 3998Респ. Беларусь, МПК F 24 J 2/00 / Северянин В.С.; заявитель Брестск. гос. техн. ун-т. — № и 20070327заявл. 02.05.2007.

2. Гелиоустановка «ЛУЧ» как энергосберегающий генератор теплоты. Янчилин П.Ф. // Проблемы энергетической безопасности в современном мире: Материалы круглого стола, посвящённого Году бережливости и энергосбережения, 21 марта 2013 года. – Брест, БрГТУ, – С. 51–57.

3. Авезов Р.Р. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. М.:Стройиздат, 1990. – 328 с.

4. Анализ систем слежения для гелиоустановок. Янчилин П.Ф.// Научно-технические и экологические проблемы природопользования: материалы IV Международной научно-практической конференции, Брест, БрГТУ, 25-27 апреля 2014 г. – С. 112–117.

Сальникова С.Р., Сопин Ю.Ю.

ВРЕЗКА В ДЕЙСТВУЮЩИЙ ГАЗОПРОВОД ПОД ДАВЛЕНИЕМ БЕЗ ПРЕКРАЩЕНИЯ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

*Брестский государственный технический университет, ст. преподаватели
кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

Газопровод — это сооружение, прямое предназначение которого — транспортировка газа при помощи трубопровода. В зависимости от назначения газопровода, природный газ может подаваться под разным избыточным давлением. Так, к примеру, магистральные (передающие газ на дальние расстояния) трубопроводы бывают только высокого давления, а распределительные (доставляющие газ к конечному потребителю): низкого, среднего и высокого давления.

Врезка в газопровод под давлением без остановки транспортировки газа по основной магистрали может использоваться как при ремонте трубопровода, так и при подключении отдельных потребителей. Современные технологии позволяют

осуществлять врезку в газопровод без сброса давления, но сам процесс может отличаться в зависимости от материала труб, которые могут быть полиэтиленовыми или стальными. Полиэтиленовые газопроводы постепенно набирают популярность из-за высоких эксплуатационных качеств и возможностью прокладки в самых неблагоприятных условиях. Несмотря на развитие технологий полиэтиленовых трубопроводов, наиболее распространенным вариантом все же остается газопровод из стальных труб.

Применяют следующие способы присоединения к действующим газопроводам:

- к действующим сетям низкого давления без снижения давления газа;
- низкого, среднего или высокого давлений — со снижением давления газа до 400 - 1000 Па;
- среднего и высокого давлений — с помощью специальных устройств, не требующих снижения давления газа.

Работы по ремонту газопроводов и сооружений на них традиционно выполняются с прекращением подачи природного газа на потребителя. При этом работы по отключению потребителей, снижению и восстановлению давления природного газа, продувке газопроводов и повторному пуску потребителей (которых может достигать несколько тысяч), как правило, требуют значительно больше времени и финансовых затрат, чем непосредственно ремонтные работы.

Альтернативой традиционной технологии производства работ на стальных газопроводах выступает запатентованная система «Стоп-газ» компании Ravetti» (Италия), которая уже используется на территории Беларуси.

Система «Стоп-газ» предназначена для перекрытия участка газопровода при проведении аварийных и ремонтно-восстановительных работ, давлением до 1,2 МПа без прекращения подачи газа потребителям через байпас (рис.1).

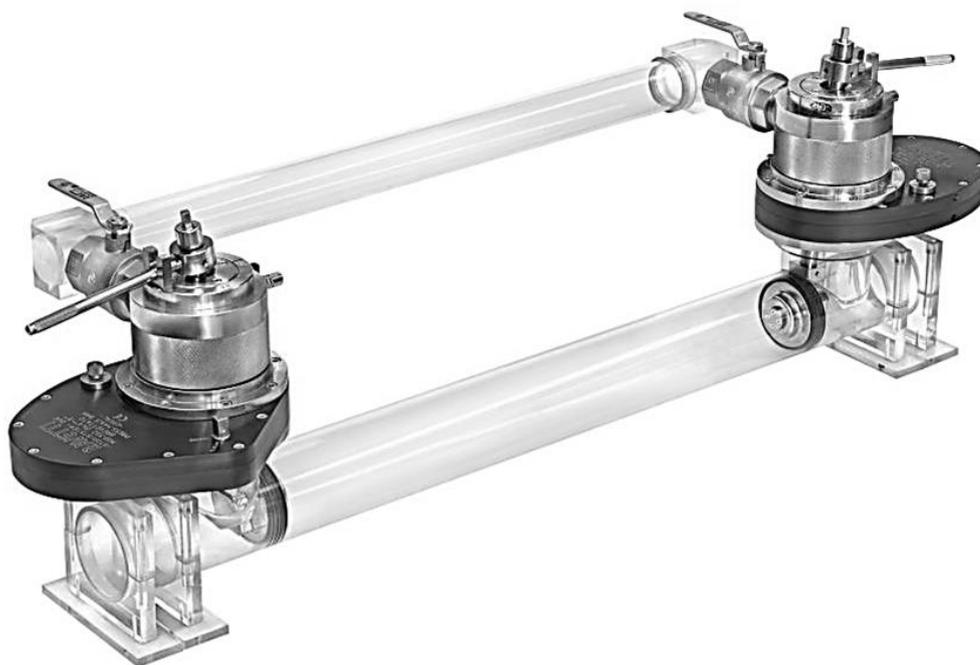


Рис.1. Система «Стоп-газ» компании Ravetti» (Италия).

Актуальность внедрения системы «Стоп-газ» на предприятии обоснована тем, что ежегодно растет количество запорной арматуры, выработавшей свой нормативный срок службы и подлежащей замене. Замена же запорной арматуры на газопроводах к промышленным потребителям с отсутствием возможности прекращения газоснабжения (либо с возможностью временного прекращения

газоснабжения), влечет за собой значительные возмещением затрат по их останову и (или) повторному пуску в работу.

Практика выполнения работ показала, что использование указанной технологии в сравнении с традиционной остановкой потребителей, отключением газопровода запорной арматурой и последующим сбросом газа в атмосферу имеет ряд преимуществ.

Во-первых, это социальный фактор — **бесперебойное газоснабжение потребителей** природного газа в течение всего времени производства работ.

Во-вторых, значительно повышается безопасность производства работ.

В-третьих, технология производства работ без отключения абонентов и прекращения транспортировки имеет целый ряд технических преимуществ:

1. **Газоопасные работы сведены к минимуму** — отключение и повторный пуск потребителей, пуск газа в газопроводы и продувка газопроводов отсутствует. Так же исключены работы связанные с выходом газа в атмосферу, кроме сброса газа непосредственно с участка газопровода, который отсечен блокирующими устройствами.
2. Все работы по отсечению участка газопровода выполняются **одной бригадой в составе 2-4 человека локально** (непосредственно в месте производства сварочных работ) и **в течение одной рабочей смены**, что исключает необходимость координации взаимодействия множества бригад и снижает влияние на безопасность труда человеческого фактора.
3. **Отсутствует вероятность вмешательства в рабочий процесс абонента** в части самовольного повторного пуска газа.
4. **Снижение трудозатрат** в результате отсутствия работ по уведомлению, отключению и повторному пуску потребителей, работ по продувке газопровода, работ по снижению, поддержанию и повышению давления природного газа, а так же работ по установке и демонтажу глиняных замков.
5. **Уменьшение времени производства работ**. Время работ на отсечение участка газопровода с использованием блокирующих устройств составляет от 5 часов до 15 часов.
6. **Возможность контроля качества выполненных на отсеченном участке работ**. Технология производства работ с использованием блокирующих устройств предусматривает отдельное испытание отсеченного участка газопровода после завершения сварочных работ без подключения участка к действующему газопроводу.
7. **Возможность выполнения работ в любой период года и любое время суток**.

В-четвертых, экологический фактор — отсутствие выбросов природного газа в атмосферу.

Основные этапы установки «Стоп-газ»

1. Приварка фитинга. Выполняются сварочные работы по установке прямого фитинга на трубопровод для проведения работ по блокировке, либо Т-фитинга для проведения работ по врезке. Производится контрольная опрессовка рабочим давлением.
2. Установка сэндвич-клапана на фитинг (рис. 2). Производится установка сэндвич-клапана на фитинг.
3. Врезка в трубопровод под давлением (рис.3). Буровая машина устанавливается на сэндвич-клапан, используя гидравлическое оборудование производится врезка под давлением в действующий трубопровод, через сэндвич-клапан изымается вырезанная часть трубопровода, после чего клапан закрывается.

4. Блокировка системы «Стоп-газ» (рис.4). Система устанавливается на сэндвич-клапан, под давлением вводится стоп и выполняется блокировка трубопровода.
5. Обустройство байпаса (рис.4). При необходимости байпаса (двусторонняя блокировка для замены запирающего устройства либо ремонта участка трубопровода) устанавливается байпасная линия по которой происходит поставка транспортируемого продукта к конечному потребителю во время выполнения работ под давлением.
6. Установка внутренней и внешней заглушек (рис.5). После выполнения ремонта трубопровода без отключения потребителя на фитинги устанавливаются внутренние и внешние заглушки с использованием вращателя задвижек.

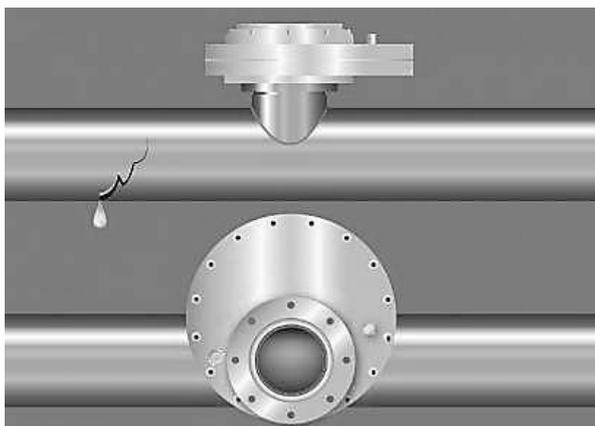


Рис.2. Установка сэндвич-клапана

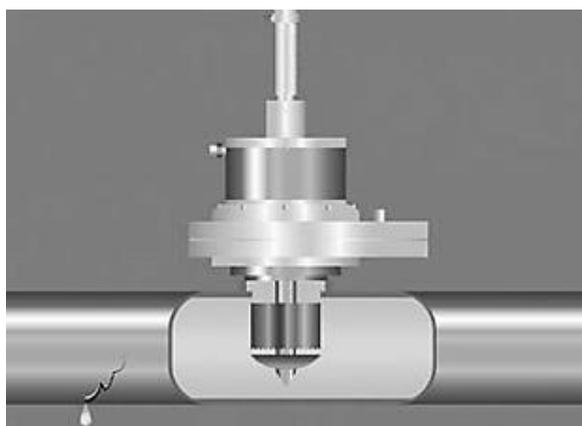


Рис.3. Врезка в трубопровод

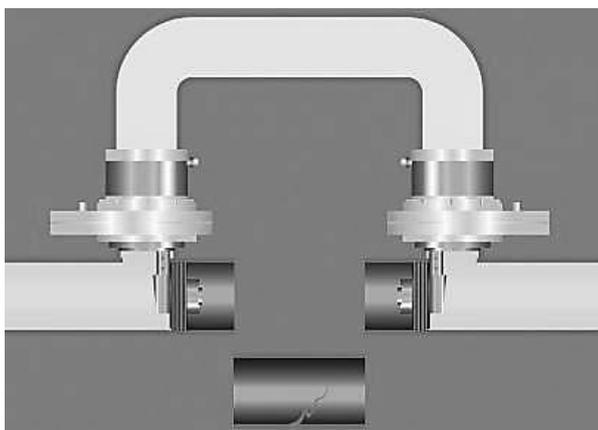


Рис.4. Блокировка системы «Стоп-газ» и обустройство байпаса

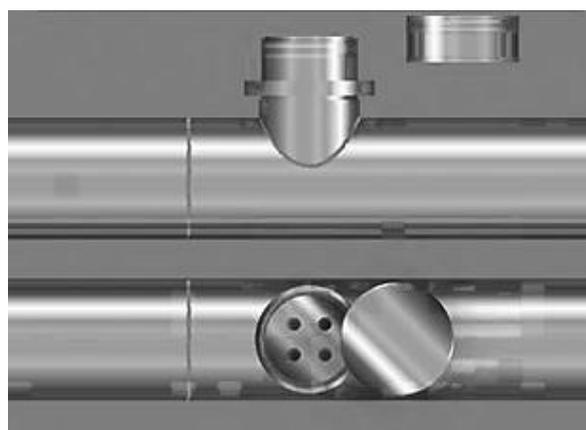


Рис.5. Установка внутренней и внешней заглушек

Использование системы «Стоп-газ» позволит существенно повысить уровень безопасности работ при проведении ремонтных работ, снизить затраты (экологический налог, потеря газа при продувке, заполнении газопровода, повторных пусков), а также станет еще одной ступенью к достижению основной цели Политики в области качества — обеспечение безаварийного и бесперебойного газоснабжения всех потребителей.

Список используемых источников:

1. Черный В.А. О технологии RAVETTI. // Газ России, 2015, №2., сс.66-67.
2. СТО Газпром 2-2.3-602-2011 Газораспределительные системы. Технология производства работ на стальных подземных газопроводах врезкой под давлением.
3. <http://www.ravetti.com>

Лешко Г.В., Игнатюк Т.В, Игнатюк Е.В.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

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

Кафедра «Технологии строительного производства» ежегодно, начиная с 1992 года, проводит учебные научные студенческие конференции. Какие направления этих конференций? Это современные технологии строительного производства, строительство дорог и мостов, безопасные методы и приемы работ в строительстве и строительной индустрии, охрана труда и промышленная безопасность, пожарная безопасность.

В течение учебного года студенты готовят небольшие доклады по инновационным темам и выступают с ними на занятиях, тем самым развивая в себе задатки будущих специалистов. Повышение эффективности в обучении студентов напрямую связано с использованием активизации учебного процесса. Работа в команде и дискуссии на практических и лекционных занятиях развивают у молодых людей познавательную активность. Навыки анализа и самостоятельности «провоцируют» у студентов принятие инженерных решений, работу с технической и нормативной литературой.

Все больше и больше докладов на конференции опираются на научные разработки студентов. Работа с литературой — хорошо, но никто не отменял и практическую деятельность при подготовке докладов. Приветствуются научные опыты и анализ результатов.

Что дает толчок студентам различных курсов заниматься хоть и небольшими, но научными исследованиями? Во-первых, это всесторонняя и глубокая любовь к дисциплине, во-вторых — преподаватель, который сумел развить практическую деятельность студента. Наши преподаватели — это не только знающие люди, но еще и воспитатели, организаторы, ораторы.

В любом учебном процессе есть достоинства и недостатки. Нехватка современной литературы влечет использование в обучении только нормативных документов. Очень сложно одному человеку уследить за постоянно меняющейся технической нормативной документацией. Не так давно этой функцией занимались целые отделы. Сейчас сами преподаватели контролируют изменения и дополнения в нормативных документах. Это является серьезной нагрузкой для ППС.

Помощники-студенты с большим энтузиазмом содействуют преподавателям: делают заготовки для мультимедийных технологий, находят инновационные проекты (отражая их в своих рефератах и докладах), изучают нормативно-техническую литературу. Это большой плюс в реализации планов нашего вуза — совместная работа «преподаватель + студент». А наши преподаватели очень активны, и всегда с радостью приветствуют инициативу и изобретательность молодых людей.

Практически все кафедры нашего университета проводят студенческие научные конференции. Из года в год мы наблюдаем, как увеличивается и расширяется аудитория заинтересованных в выступлениях с докладами молодых людей. Если пять лет назад на кафедре ТСП участвовало в конференции пятнадцать человек, то уже сегодня эта цифра приближается к шестидесяти. И это далеко не все желающие. Обращает на себя внимание и тот факт, что и студенты начальных курсов

(1-2 курсы) проявляют творческую заинтересованность и активность в подготовке материалов и презентаций для конференции. Они из тех, кто не боится компрометации в глазах товарищей. Из такой среды и вырастают будущие ученые и изобретатели. Особого внимания заслуживает и то, что некоторые студенты владеют практикой изготовления своими руками наглядной агитации: экспонатов, макетов, плакатов. В то же время очень важно, что оформлять статьи необходимо в соответствии с современными требованиями. А как много значат для самих студентов их публичные выступления и организаторские навыки! Похвала преподавателей-руководителей и награждение дипломами различных степеней «окрыляют» молодых людей. Результат кафедральных научных конференций — студенческие научные работы на Республиканский конкурс.

Необходимо конечно же шире практиковать поощрение студентов за их творческую заинтересованность и активное участие в научно-исследовательской работе.

Многие выпускники нашего вуза, кто проявлял активность, занимался творчеством и наукой, «не сидел под лавкой», сейчас в своей трудовой деятельности самостоятельно решают сложные задачи и проявляют новаторство. В этом и проявляется польза, важность и эффективность студенческих научных конференций. И еще — публичные выступления придают позитивный настрой и способствуют движению вперед к новым достижениям научно-технического прогресса.

Янчилин П.Ф.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕЛИОУСТАНОВКИ «ЛУЧ»

*Брестский государственный технический университет, м.т.н., ст.
преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

Наиболее перспективным в ближайшее время направлением использования солнечной энергии является подогрев воды в системах отопления и горячего водоснабжения. Значительный потенциал энергосбережения в данной области связан с тем, что на нужды теплоснабжения сегодня приходится около половины от всего объема потребления ТЭР в Беларуси. Реализованные в РБ проекты по применению гелиоводонагревателей на базе отечественных разработок показывают, что использование солнечных коллекторов эффективно не только в регионах с теплым климатом, но и в районах с низкими температурами и невысокими значениями солнечной радиации.

Применение в гелиосистемах в качестве теплоносителя низкозамерзающей жидкости на основе глицерина — этилен-гликоля или пропилен-гликоля с присадками, защищающими теплопроводы от коррозии, позволяет эксплуатировать системы круглый год.

В научно-исследовательской лаборатории «ПУЛЬСАР» БрГТУ разработана под руководством профессора, д.т.н. Северянина Виталия Степановича гелиоустановка «ЛУЧ». Основными особенностями этой установки являются расщепление параболоида вращения на отдельные конусы и состоящий из них гелиоконцентратор (в виде группы концентрических конусов, имеющих общий фокус на теплоприёмнике), и ориентирование на Солнце механизмом слежения.

Целью технико-экономической оценки является сравнение технических параметров и стоимости предлагаемой и известных гелиоустройств (таблица 1). Так как разработанная гелиоустановка «ЛУЧ» предназначена для «небольших» потребителей теплоты, то сравнивать её будем с аналогичными известными серийно выпускаемыми устройствами — плоскими и вакуумными солнечными коллекторами.

У всех различных производителей гелиооборудования подбор и расчёт необходимого количества солнечных коллекторов зависит от нужд потребителя (отопление, ГВС) и количества самих потребителей (человек) [1].

Таблица 1. Технико-экономическая оценка различных гелиоустройств.

Тип солнечного коллектора	Гелиоустановка «ЛУЧ»	Вакуумированный стеклянный трубчатый КСЭ	Плоский КСЭ
Система слежения за Солнцем	Вращение вокруг двух осей	Не требуется	Не требуется
Эффективность использования прямого СИ	1	0,67	0,67
Эффективность использования рассеянного СИ	0,1	1	0,7
Рабочая температура теплоносителя, °С	50-130	90-250	30-70
Коэфф. теплопотерь A_1 за счёт теплопередачи, Вт/м ² ·°С	3,0-5,0	0,85-1,2	3,4-4,2
Коэфф. теплопотерь A_2 за счёт излучения, Вт/м ² ·°С ²	0,01-0,02	0,008-0,01	0,009-0,01
Стоимость за единицу (стандартная площадь поверхности одного модуля 2,5 м ²)	2000	1680 €	790 €
Стоимость стандартного набора для приготовления ГВС для 2-4 чел	6000-7000 €	5760 €	3930 €

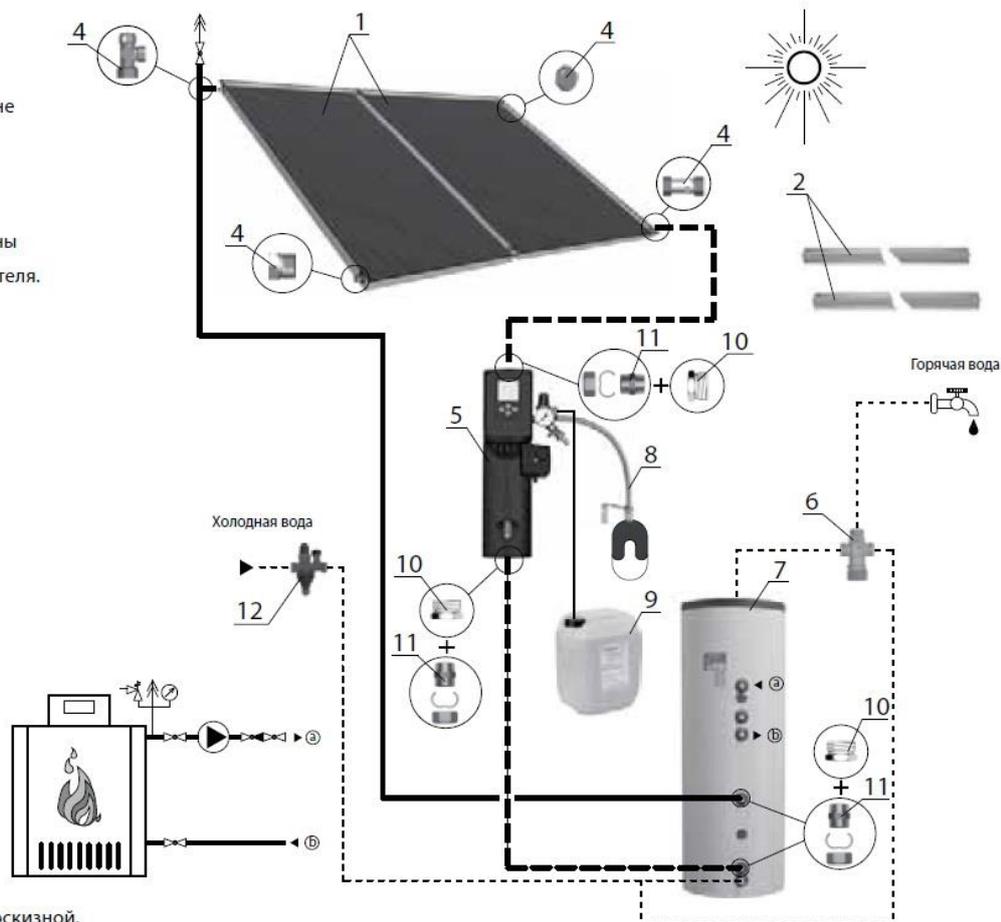
Для примера взяли стандартный набор от фирмы Meibes (Каталог продукции Meibes 2016 г.) предназначенного для приготовления санитарной горячей воды в частном доме для семьи из 4-6 человек за счёт солнечной энергии посредством плоских коллекторов (рисунок 5). Данный пакет необходимо включить в состав котельной в качестве узла приготовления горячей воды на основе ёмкостного водонагревателя. Состав этого набора и общая стоимость показаны на рисунке 6.

Исходя из этого можно сделать вывод, что разработанная гелиоустановка «ЛУЧ-3» с площадью апертуры 4,9 м² аналогична площади 5,02 м² плоских коллекторов и, соответственно, схожа по теплопроизводительности.

Можно сделать вывод, что разработанная гелиоустановка «ЛУЧ-3» с системой концентрации с площадью апертуры 4,9 м² аналогична гелиоустановкам площадью 5,02 м² из плоских коллекторов и, соответственно, схожа по теплопроизводительности. Подключение гелиоустановки к системам теплоснабжения потребителей осуществляются по стандартным схемам с применением серийно выпускаемого гелиооборудования.

Состав пакета:

В состав данного пакета не входят расширительный сосуд, гофрированный трубопровод inoFlex (стр. 120) и отсечные краны ёмкостного водонагревателя.



Данная схема является эскизной.

Рисунок 5 – Схема приготовления ГВС

№ поз.	артикул	Название	Цена, евро/ед.	Кол-во, шт.	Стоимость, евро
1	45311.2	Плоский солнечный коллектор Meibes MFK 001, 3/4", площадью 2,51 м ²	739,11	2	1478,22
2	45311.102	Базовый комплект крепёжных реек TRP N2 MFK для 2-х солнечных коллекторов MFK 001/002	106,68	1	106,68
3	45311.107	Базовый монтажный комплект на базе универсальных анкеров (<0°) для установки первых 2-х коллекторов MFK 001/002	206,18	1	206,18
4	45311.201	Соединительный набор для плоского солнечного коллектора MFK 001 (переход на трубу InoFlex 1/2")	34,55	1	34,55
5	45719.21	Однотрубная солнечная станция S 3/4" с регулятором и насосом Grundfos Solar 15-65	569,73	1	569,73
6	69050.5	Термостатический смеситель (защита от ожогов)	74,71	1	74,71
7	14598	Бивалентный водонагреватель ESS-PU 300, ёмкостью 300л, 10 бар, жёсткая теплоизоляция, съёмный кожух.	1171,61	1	1171,61
8	66326.13	Группа подключения расширительного бака к гелиосистеме.	41,27	1	41,27
9	83007048	Туфосор L, канистра 20л.	126,00	1	126,00
10	90652.1	Футорка 3/4" НР x 1/2" ВР	2,43	4	9,72
11	46104 FL	Концевой фитинг для гофротрубы FixLock Ду 16 x 1/2" НР	7,83	4	31,32
12	6925B.80 PE	Группа безопасности для бойлера Ду 20 мм, 8 бар	79,00	1	79,00
Розничная стоимость оборудования:					3928,99

Рисунок 6 – Состав и стоимость набора приготовления ГВС

Список используемых источников:

1. Варианты использования гелиоустановки «ЛУЧ». П.Ф. Янчилин. Вестник Брестского государственного технического университета. – 2017. – № 2: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 61–66.

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

АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

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

Для исследования выбраны ряд характерных и энергоэффективных домов, построенных в Брестской области в 2011-2016 годах. Под характерными домами подразумеваются те дома, в которых применена традиционная для жилых зданий система вентиляции — вытяжная вентиляция с естественным побуждением по схеме: приток в жилые комнаты, вытяжка через кухни и санузлы. Под энергоэффективными — дома с системой приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией тепла [1].

Характерные энергоэффективные дома

Проектами предусмотрены следующие решения системы отопления и вентиляции.

Подключение местной системы отопления жилого дома к тепловым сетям осуществляется через индивидуальный тепловой пункт (ИТП) по зависимой либо независимой схемам.

В домах запроектирована квартирная, двухтрубная, горизонтальная система отопления с установкой теплосчетчиков для каждой квартиры.

Принятая схема системы квартирного отопления представляет собой пару вертикальных стояков (подающих и обратных), к которым поэтажно подключаются циркуляционные кольца отдельных квартир.

Узел управления поквартирным отоплением располагается в санузле либо в общем коридоре и оборудуется:

- подающий трубопровод — шаровым краном, фильтром, счетчиком тепловой энергии;
- обратный трубопровод — шаровым краном с гильзой для термосопротивления, в некоторых жилых домах — регулятором перепада давления.

В качестве нагревательных приборов использованы стальные панельные, алюминиевые или чугунные радиаторы.

Разводка подающих и обратных магистралей поквартирных систем отопления выполняется из полимерных труб с антидиффузионной защитой.

В зданиях запроектирована вытяжная вентиляция с естественным побуждением по схеме: приток в жилые комнаты, вытяжка через кухни и санузлы. Приток воздуха предусматривается за счет инфильтрации окон и периодического проветривания, согласно инструкции по эксплуатации окон. Удаление воздуха осуществляется через вентиляционные пластмассовые решетки по вентиляционным каналам.

Энергоэффективные дома с приточно-вытяжной вентиляцией с утилизацией тепла

В Брестской области в настоящее время построено четыре энергоэффективных жилых дома с системой приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией тепла: два в г. Пинске (2011 год), один в г. Малорита (2012 год) и один в г. Дрогичине (2014 год).

Проектами предусмотрены следующие решения для обеспечения энергоэффективности:

Архитектурно-планировочные:

- рациональное объемно-планировочное решение жилого дома, обеспечивающее наименьшую площадь наружных ограждений, минимальное количество наружных углов, рациональная компоновка секций здания;
- ориентация продольного фасада здания (ось «А»), на северо-запад;
- естественное освещение помещений при минимально возможном отношении площади окон к площади помещений не выше 1:5,5;
- остекление лоджий;
- устройство регулируемого приточного клапана в конструкции оконного блока, для обеспечения притока наружного воздуха;
- устройство тамбура на входе в жилой дом.

Конструктивные:

- использование эффективных утеплителей для:
 - трехслойной кладки на гибких связях — пенополистирола с расчетным коэффициентом теплопроводности (условия эксплуатации «Б») $\lambda = 0,05 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$;
 - в конструкциях покрытия и перекрытия $\lambda = 0,05 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ (при применении пенополистирола) и $\lambda = 0,044(0,047) \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
- утепление цокольной части здания на глубину 0,6 м от отмостки здания обеспечивает термическое сопротивление ограждающих конструкций подвала (техподполья) не ниже $R_{\text{т.тр}}$.
- утепление внутренней стены между неотапливаемой лестничной клеткой 1-го типа и помещениями квартиры;
- сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций составляет:

дома Юная, 34, ЖСПК-21 и ЖСПК-25

а) наружные стены	3,34 $\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
б) совмещенное покрытие	6,0 $\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
в) перекрытие над подвалом	2,5 $\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
г) заполнение световых проемов	1,0 $\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

дом Юная, 34

а) наружные стены	4,064 $\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
б) совмещенное покрытие	6,723 $\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
в) перекрытие над подвалом	2,50 $\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
г) заполнение световых проемов	1,00 $\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

Теплоснабжение

- источником тепла для систем отопления и горячего водоснабжения каждой квартиры служит аппарат отопительный двухконтурный газовый АОГВ-24-ЗП производительностью $Q_{\text{н}} = 24 \text{ кВт}$.
- для поквартирного регулирования нагревательные приборы системы отопления оборудованы индивидуальными терморегуляторами.

Описание системы отопления и горячего водоснабжения

Система отопления запроектирована двухтрубная с разводкой по каждой квартире полипропиленовыми трубами, проложенными в конструкции пола.

Теплоноситель для системы отопления — вода с параметрами 80-60 °С.

В качестве нагревательных приборов приняты алюминиевые радиаторы «МИСОТ-Стиль», в ваннах — полотенцесушители.

Отопление лестничных клеток и подвальных помещений не предусматривается. Проектами предусматривается регулировка теплоотдачи приборов термостатическими клапанами. Подводки к отопительным приборам – трубы полипропиленовые, проложенные в штрабе. На всех отопительных приборах устанавливаются краны Маевского. Внутренняя сеть горячего водоснабжения монтируется из полипропиленовых труб.

Отвод дымовых газов от отопительных аппаратов осуществляется посредством изолированных газоходов в трубы дымоудаления Ø 250 мм. Забор воздуха – изолированной трубой Ø80 через балкон.

Описание системы вентиляции домов Юная,34, ЖСПК-21 и ЖСПК-25

Вентиляция запроектирована централизованная приточно-вытяжная с механическим побуждением и утилизацией тепла.

Схема системы вентиляции предполагает установку приточно-вытяжного агрегата на каждую секцию жилого дома (в доме 2 секции). Агрегаты устанавливаются на чердаке в венткамерах.

Свежий приточный воздух подогревается в теплообменнике-утилизаторе теплом удаляемого воздуха. Для догрева воздуха до необходимой температуры служит встроенный электронагреватель. От установки по системе воздуховодов воздух поступает в жилые помещения и кухни квартир.

Для перетока воздуха из жилых комнат в прихожую, коридоры, кухню, санузел и ванную, в дверях этих помещений устанавливаются переточные решетки.

Удаление воздуха предусматривается из кухонь – 90 м³/час, из ванн – 25 м³/час. Для удаления воздуха из санузлов (25 м³/час) устанавливаются канальные вентиляторы.

Для очистки кухонного воздуха устанавливается электрический воздухоочиститель, а также на воздуховоде решетка с фильтром.

В случае, когда механическая вентиляция не будет работать, клапан с электроприводом откроет естественный вытяжной канал. В ванной также предусмотрен канал для естественной вытяжки с установленной на нем решеткой с ручным регулированием живого сечения.

По квартире воздуховоды прокладываются под подвесным потолком. Раздача воздуха осуществляется потолочными диффузорами.

Описание системы вентиляции дома Юная,36

Вентиляция запроектирована приточно-вытяжная с утилизацией тепла.

Схема системы вентиляции предполагает размещение вентиляционного агрегата АВТУ-150 в квартире, в подсобном помещении. Свежий приточный воздух по системе воздуховодов, проложенных под подвесным потолком, через диффузоры, подается в жилые комнаты и кухню квартиры. Удаление воздуха предусматривается из кухни – 90 м³/час, ванн и туалетов – 25 м³/час.

Воздух из жилых помещений поступает в прихожую, коридоры и туалетные комнаты через переточные решетки, установленные в дверях помещений.

При включении механической вентиляции естественный вытяжной канал в кухне закрывается автоматическим запорным клапаном с электроприводом. Воздух в кухнях очищается воздухоочистителем электрическим и через съемную потолочную решетку с фильтром РШ-1 (400x100). В туалетной комнате установлен канальный вентилятор Вентс 125К, который срабатывает при включении света.

Анализ проектных решений показывает, что в рассматриваемых зданиях учтены все требования, предъявляемые на момент проектирования нормативными документами Республики Беларусь к энергоэффективным домам.

Список использованных источников:

1. Выбор энергоэффективных жилых домов для проведения мониторинга работы инженерных систем. В.Г. Новосельцев, Н.П.Четырбок, Д.В.Новосельцева // Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: материалы научного семинара, Брест, 21 марта 2017 г. – Брест: РУПЭ «Брестэнерго», 2017. – С. 16–19.

Стрелец М.В.

ЭКСДИРЕКТОР ЗАВОДА «БРЕСТГАЗОАППАРАТ» М.Ф.ИОФФЕ КАК ОБРАЗЕЦ УПРАВЛЕНЦА

Брестский государственный технический университет, профессор кафедры социально-политических и исторических наук, доктор исторических наук, профессор

Любое общество имеет потребность в сильных управленцах. От их наличия в определяющей степени зависит решение стратегически важных задач. Именно таким управленцем убедительно зарекомендовал себя Михаил Фадеевич Иоффе.

Путь этого человека к управленческим высотам начинался в столице Белорусской Советской Социалистической Республики (БССР). Здесь он появился на свет, получил среднее образование, стал дипломированным специалистом с высшим инженерным образованием.

С самого начала трудовой биографии Михаила Фадеевича было очевидно, что он инженер и по образованию, и по призванию. Её точка отсчёта: 18 августа 1954 года, инженер Брестского ремонтно-механического завода (БРМЗ). Директор завода Г.У. Кременчугский сразу же разглядел в выпускнике Белорусского политехнического института (БПИ) природную интуицию, мощную деловую хватку, потрясающую инженерную креативность, исключительную исполнительскую дисциплину. Было ясно, что в БПИ он получил фундаментальную подготовку по специальности «технология машиностроения, станки, инструменты». Неслучайно Михаил Фадеевич вскоре станет исполнять обязанности главного инженера БРМЗ. Приставка «и.о.» исчезнет задолго до того, как специалист разменяет четвёртый десяток.

Первым крупным успехом главного инженера М.Ф. Иоффе явилось инженерно-техническое обеспечение заполнения ниши в промышленном комплексе БССР, связанной с выпуском бытовых кухонных газовых плит. Хорошо известно, что шестая пятилетка, стартовавшая 1 января 1956 года, была отмечена внушительным рывком в процессе газификации БССР. И в то же время ни один субъект хозяйствования в БССР не выпускал соответствующие плиты. Этим впервые в истории белорусской промышленности стал заниматься Брестский механический завод (БМЗ). Именно так с 1958 года назывался бывший БРМЗ. Уже осенью 1958 года на БМЗ впервые был доведён до логического завершения полный производственный цикл на предмет выпуска указанной продукции. Естественно, был резон в том, что через год БМЗ стал Брестским заводом газовой аппаратуры (БЗГА).

Главный инженер БЗГА добивается того, что станки и прессы не уступают зарубежным аналогам. Он также мудро решает вопрос об оптимальном варианте комплектации деталями, узлами конечной продукции, выпускаемой БЗГА. Все они

стали продукцией собственного производства. И это, несомненно, привело к снижению себестоимости кухонных газовых плит.

Сначала выпускаемые плиты были только двухгорелочными. Затем был совершён тройной технологический прорыв. Во-первых, речь шла о 4 горелках. Во-вторых, была вынесена духовка. В-третьих, для большей безопасности розжиг стал производиться в автоматическом режиме.

В 37 лет Михаил Фадеевич стал руководить БЗГА. Это был сравнительно молодой по советским меркам возраст для директора промышленного предприятия.

При новом директоре кардинально изменилось место завода в республиканской, союзной, международной табели о рангах. Руководитель прекрасно понимал необходимость и неотложность коренного обновления технологического базиса производства. Пройдёт совсем немного времени и М.Ф. Иоффе совершит поистине судьбоносную поездку во Французскую Республику. Уточним для читателя: судьбоносную для БСГА. Проявив себя мастером экономической дипломатии, Михаил Фадеевич провёл исключительно плодотворные переговоры с руководством всемирно известного концерна, в результате которых обрёл реальные очертания очень выгодный для брестского предприятия контракт. Оборудование, изготавливаемое концерном, было самым современным. Смысл контракта был в поставках для нужд БСГА. Первая партия данного оборудования появилась на брестской земле в середине далёких 1970-х гг. Затем последовали вторая, третья и т.д. партии. Итоговый результат впечатляет: на базе французского оборудования был осуществлён выпуск полумиллиона качественно новых четырехгорелочных газовых плит модели ПГ14-57. Более высокие качественные характеристики предрешили несомненный выигрыш в плане комфортности. Модель ПГ14-57 задавала планку для всех советских производителей бытовых кухонных газовых плит. В самом начале имевшихся площадей для монтажа французского оборудования не хватало. Подобная нехватка была довольно скоро ликвидирована. Принципиально важно отметить, что Иоффе рассчитывал и на подпитку БСГА местной конструкторской мыслью, и не ошибся. Она выдала на гора оборудование, не вписывавшееся в традиционные стандарты, предложила конвейеры, подходившие для ряда производственных процессов. И всё это было внедрено. И опять расширились производственные площади.

Ещё до начала 1980-х гг. БСГА станет градообразующим предприятием, захватит лидерство среди субъектов хозяйствования города по всем макроэкономическим показателям, особенно по отчислениям на социальные нужды своих работников. Последние гарантированно получали жильё. Наличие собственных детских садов исключало для членов трудового коллектива головоломки насчёт того, где пристроить ребёнка дошкольного возраста. Всё это ещё в большей степени проявилось в 1980-х гг. Тогда составной частью социальной сферы завода стал санаторий-профилакторий.

После распада СССР Михаил Фадеевич предпринимает гениальный ход, заручившись мощнейшей поддержкой главного российского газпромовца Виктора Черномырдина. То, о чём договорились Михаил Фадеевич и Виктор Степанович, было выгодно и заводу, и Российскому Акционерному Обществу (РАО) «Газпром». Без малого четверть века тому назад были решены все юридические и организационные вопросы на предмет появления Совместного Предприятия Открытого Акционерного Общества (СП ОАО) «Брестгазоаппарат». Какая выгода в том, что «Газпром» является здесь держателем контрольного пакета акций? Самая прямая в виде внушительнейшей финансовой подпитки, которая в кратчайший срок

предопределила решение двух важнейших вопросов. «Брестгазоаппарат» получил всё необходимое крановое производство. Ещё до истечения «лихих» 90-х был сдан под ключ восьмой корпус руководимого М.Ф. Иоффе предприятия.

Одна цифра говорит о многом: в 1990-х гг. 70% отчислений от субъектов хозяйствования в городской бюджет Бреста приходилось на «Брестгазоаппарат».

Поступательное развитие детища Михаила Фадеевича продолжалось и в нулевые годы. Росли объёмы производства, улучшалось качество выпускаемой продукции, что позволяло СП уверенно чувствовать себя на рынке. На повышение эффективности производственного процесса несомненно повлияло появление унитарного предприятия «Гефест-Кварц», второго дочернего предприятия «Гефест-Техника».

Талантливый управленец руководил СП ОАО «Брестгазоаппарат» до осени 2006 года. Его часто можно было встретить на родном заводе и после ухода с директорской должности. В 2006–2013 гг. М.Ф. Иоффе сохранял членство в наблюдательном совете предприятия.

В некотором смысле Михаил Фадеевич был образцом представителя директорского корпуса. Брестчане его знают не только как производственника, управленца, но и общественного деятеля. Те, кто входил в городской Совет депутатов в начале 90-х вспоминают, как не раз депутат Иоффе буквально спасал положение на зашедших в тупик сессиях. Заседания затягивались едва не до утра, случалось, дискуссии достигали предельного накала, и тогда слово брал депутат Иоффе и предлагал вариант решения. Весь зал соглашался, что это и есть выход из ситуации, и решение наконец принималось.

Позволю себе еще один пример. В городе над Бугом рядом с гарнизонным кладбищем установлен памятник военнослужащим, погибшим в мирное время. Инициатором появления этого памятника выступил комитет солдатских матерей. Члены комитета обошли весь Брест в надежде найти спонсоров. И везде под разными предложениями матерям отказывали. А М.Ф. Иоффе принял решение профинансировать проект за счет своего предприятия. И в этом весь Михаил Фадеевич — гуманист, самый что ни на есть человеческий человек.

Именно таким его вспоминают люди, работавшие под его началом на «Газоаппарате». Они свидетельствуют, что М.Ф. Иоффе всегда основательно вникал в суть вопроса, когда работник завода обращался к нему за помощью и старался по возможности помочь. Вспоминают и о том, что Михаил Фадеевич, зайдя в цех, персонально здоровался за руку с каждым из присутствовавших работников.

Конечно, удивляет то, что М.Ф. Иоффе до сих пор не присвоено звание Героя Беларуси. За это обеими руками проголосуют все бывшие работники «Газоаппарата», которые трудились на данном предприятии с 1970 по 2006 гг, то есть в те годы, когда Михаил Фадеевич был директором. Вместе с тем нельзя недооценивать полученные юбилейные награды и звания. Его грудь украшают ордена: Знак Почета, Трудового Красного Знамени, Отчизны III степени, медали. Он входит в число лауреатов престижного российского ордена "Национальная Слава". М.Ф. Иоффе удостоен почетного звания «Заслуженный работник промышленности Республики Беларусь». В городе над Бугом неоднократно побеждал в номинации «Человек года», в масштабах СНГ не раз и не два объявлялся «Директором года». М.Ф. Иоффе – Почётный гражданин города Бреста, Заслуженный работник промышленности Республики Беларусь, член-корреспондент Белорусской инженерной академии. Этот выдающийся организатор промышленного производства неоднократно избирался в Брестский областной Совет народных депутатов.

Студенческие публикации

Федорук Ю.А., Силук А.А.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА (СПГ).

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-12

Производство и использование в качестве энергоресурса сжиженного природного газа (СПГ) — одно из наиболее перспективных направлений мировой энергетики.

Сжиженный природный газ (СПГ) — природный газ, искусственно сжиженный путём охлаждения до $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$, для облегчения хранения и транспортировки.

- СПГ представляет собой бесцветную жидкость без запаха, плотность которой в 2 раза меньше плотности воды. На 75-99 % состоит из метана. Температура кипения $-158 - -163\text{ }^{\circ}\text{C}$. В жидком состоянии не горюч, не токсичен, не агрессивен.
- Для использования подвергается испарению до исходного состояния.
- При сгорании паров образуется диоксид углерода и водяной пар.
- В промышленности газ сжижают как для использования в качестве конечного продукта, так и с целью использования в сочетании с процессами низкотемпературного фракционирования ПНГ и природных газов, позволяющие выделять из этих газов газовый бензин, бутаны, пропан и этан, гелий.
- При сжижении природный газ уменьшается в объёме примерно в 600 раз.
- 1 тонна СПГ — это примерно 1,38 тыс м^3 природного газа.

Добытый на месторождениях газ на специальных предприятиях путем резкого охлаждения сначала сжижается, затем везется морскими судами-метановозами в порты, где на специальных терминалах по регазификации СПГ вновь преобразуется в газообразную форму для доставки по трубам конечным потребителям. Процесс сжижения идет ступенями, на каждой из которых газ сжимается в 5-12 раз, затем охлаждается и передается на следующую ступень. Собственно сжижение происходит при охлаждении после последней стадии сжатия. В процессах сжижения газа важна эффективность теплообменного оборудования и теплоизоляционных материалов. Процесс сжижения таким образом требует значительного расхода энергии — до 25 % от её количества, содержащегося в сжиженном газе.

Чистый СПГ не горит, сам по себе не воспламеняется и не взрывается. На открытом пространстве при нормальной температуре СПГ возвращается в газообразное состояние и быстро смешивается с воздухом. При испарении природный газ может воспламениться, если произойдет контакт с источником пламени. Для воспламенения необходимо иметь объёмную концентрацию газа в воздухе 5-15 %. Если концентрация менее 5 %, то газа будет недостаточно для начала возгорания, а если более 15 %, то в смеси будет слишком мало кислорода. Для использования СПГ подвергается регазификации — испарению без присутствия воздуха.

В мире широко применяются подобные технологии в связи с трудностями создания межконтинентальных магистральных трубопроводов для транспортировки газа.

Оборудование СПГ-завода:

- установка предварительной очистки и сжижения газа;

- технологические линии производства СПГ;
- резервуары для хранения – специальные криоцистерны, устроенные по принципу сосуда Дюара;
- для загрузки на танкеры – газовозы;
- для обеспечения завода электроэнергией и водой для охлаждения.

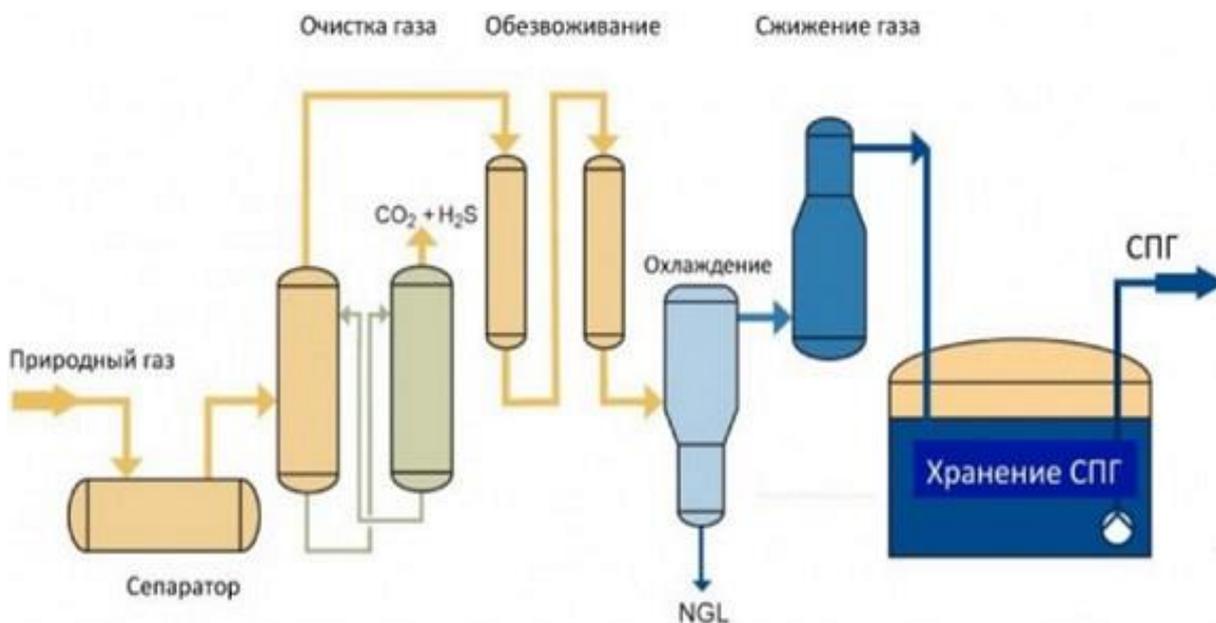


Рис.1 Процесс сжижения газа.

Преимущества СПГ-технологии: сжиженный газ может быть доставлен с любого завода по сжижению на любой регазификационный терминал; технология СПГ позволяет оперативно менять объемы производства и поставок газа в зависимости от рыночной конъюнктуры; СПГ оказывается единственно подходящей технологией для трансокеанических перевозок.

СПГ в качестве топлива

Особенно перспективным выглядит использование газа в качестве автомобильного топлива. Неограниченное использование в транспорте нефтяного моторного топлива постепенно приводит к дефициту нефти. Этот фактор, а также все увеличивающееся загрязнение атмосферы продуктами сгорания топлива с большим содержанием углерода и вредных примесей, вынуждает всё более широко использовать альтернативное топливо, в частности природный газ метан.

Перевод автомобильного транспорта с нефтяного моторного топлива на природный газ позволит также снизить стоимость топлива, повысить долговечность работы цилиндропоршневой группы двигателя примерно в 1,5 раза, уменьшить расход моторного масла примерно на 30-40%. Применение сжиженного природного газа вместо компримированного позволяет снизить металлоёмкость топливной системы и резко увеличить пробег автомобиля между заправками.

Сжиженный природный газ, наряду с жидким водородом, давно и успешно используется в ракетной технике, является высокоэффективным и экологически чистым криогенным топливом.

Перспективы использования СПГ на транспорте:

1. СПГ имеет устойчивый потенциал для развития перед КПГ.
2. Компактное исполнение оборудования для размещения на АЗС.
3. Внедрение станций по заправке в городской черте, возможно в виде комплекса по регазификации.

4. Развитие транспорта на КПГ тормозит отсутствие сети в городе. Вариант регазификации СПГ – не требует газопровода и больших площадей для установки.

5. Оборудование по степени опасности значительно безопаснее любой АЗС.

Преимущества СПГ перед КПГ:

- Возможность газификации отдалённых районов без трубопроводов.
- Более высокая чистота продукта.
- Возможность получения КПГ без компрессорного оборудования.
- Увеличение дальности пробега автомобилей.
- Отсутствие сосудов и агрегатов, работающих под высоким давлением.
- Возможность получения СПГ в местах добычи и на ГРС без компрессорного оборудования.
- Низкий удельный показатель массы оборудования к единице перевозимого груза.
- Увеличение полезного коммерческого объёма в транспортных средствах.
- Высокий коэффициент использования заправщиков СПГ за счёт низкого остаточного давления

Первые результаты перевода автотранспортных средств на СПГ показали их значительное преимущество в сравнении с газобаллонными автомобилями. Так, более чем в два раза вырос пробег автомобилей без дозаправки, на 25 % снизился удельный расход топлива. В настоящее время существует возможность переоборудовать на использование СПГ многие виды автотранспортных средств.

Производится адаптация двигателей внутреннего сгорания под работу с природным газом. Устанавливается газобаллонное оборудование для эксплуатации транспортных средств с использованием сжиженного природного газа.

Луцевич О.С., Каратченя М.О.

СПОСОБЫ ОТВЕДЕНИЯ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА ИЗ ПОМЕЩЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-12

С тех пор как в строительстве стали использовать герметичные стеклопакеты и монолитный бетон, дом стал похож на сосуд, не пропускающий воздух. Одна из главных характеристик микроклимата в доме – относительная влажность воздуха. Наряду с температурой она оказывает огромное влияние на наше здоровье. Слишком сухой или сырой воздух может вызвать тяжелые заболевания, а умеренная влажность (в пределах 40-60 %), наоборот, позволяет нам чувствовать себя комфортно, повышает работоспособность и улучшает самочувствие в целом.

Основные причины повышения влажности: недостаточное проветривание, неправильная работа вентиляционной системы (загрязненность решёток), трещины в стенах или в потолке, а также негерметичные швы, некачественные или неправильно установленные окна, неисправность водопровода, обильный полив комнатных цветов, частые сушики большого количества белья и др. причины.

При высоких показателях влажности возникает риск развития хронических простудных и кожных заболеваний, а грибки, которые усиленно развиваются в сырых помещениях, вызывают бронхиальную астму.

Из-за сырости на потолке, стенах и окнах образуется конденсат, появляются мокрые пятна, плесень и неприятный запах, портится мебель и оборудование. Увлажненные конструкции жилых зданий быстро разрушаются: каменные и бетонные крошатся, металлические корродируют, а деревянные гниют. Становится трудно открывать/закрывать дверки, мебель скрипит, паркет "гуляет"... Начинают отставать обои, вспучивается краска, отваливается штукатурка. В большинстве случаев хозяева не придают этому особого значения, полагая, что эти явления вполне естественны и происходят "от времени". Поэтому со спокойной душой раз за разом заново подкрашивают, подклеивают, штукатурят... И даже не догадываются, что вместо постоянных ремонтов достаточно всего лишь устранить "корень зла" — излишнюю влагу в воздухе.

В этой работе мы подготовили несколько интересных идей для борьбы с избыточной влажностью в своем доме:

1. Применение осушителя воздуха



Рис.1 Осушитель воздуха бытовой.

Осушители воздуха — специальные бытовые приборы, позволяющие комфортно регулировать уровень влажности в помещении, такие приборы также называют воздухоочистителями.

Основные возможности осушителей воздуха: они могут улучшать функции вентиляционных устройств и элементов, помогают продлить срок службы зданий, сокращают расходы на обогрев помещения, ионизируют воздух и очищают его.

Принцип работы осушителей: вентилятор подает воздух из помещения на испаритель (радиатор с пониженной температурой), при этом воздух охлаждается, влага из воздуха конденсируется и стекает в поддон, затем осушенный воздух подается на конденсатор (радиатор с повышенной температурой), где нагревается (примерно на 5°C) и подается в помещение.

Осушители воздуха для квартир отличаются высокой мобильностью, благодаря их компактным размерам человек может сам переносить такой осушитель из одной комнаты в другую.

2. Применение поглотителя влаги

Поглотитель влаги снижает слишком высокую относительную влажность воздуха в закрытых помещениях без вентиляции. Подходит для сараев, шкафов, чердаков, подвалов, жилых комнат, гардеробов и т.д.

Они не затрачивают электроэнергию, могут освежать воздух и работают бесшумно. Поглотитель влаги представляет собой пластиковый контейнер, состоящий из трёх частей. Нижняя половина служит для сбора солевого раствора, который появляется в результате химической реакции между абсорбентом и влагой, содержащейся в воздухе. Верхняя половина имеет отверстия для доступа воздуха к абсорбенту. Отработанный раствор выливается в канализацию, при этом необходимо избегать попадания его на одежду, мебель, предметы интерьера.

Продолжительность работы пакета с гранулами весом 450 грамм, одна заправка поглощает около 0,5 литра воды, в зависимости от температуры, влажности воздуха и размера помещения. Стоит такое приспособление гораздо дешевле, нежели осушитель.



Рис.2 Поглотитель влаги.

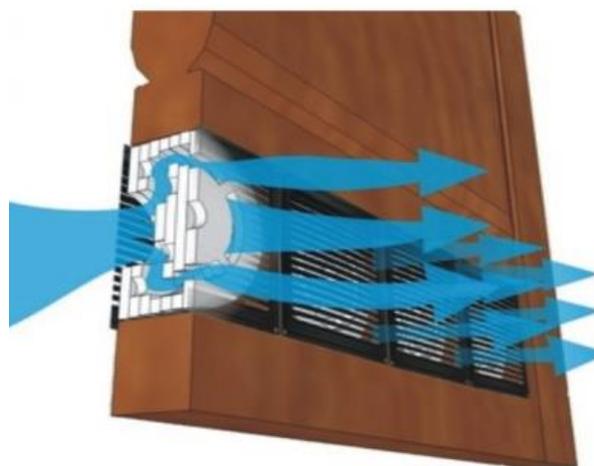


Рис.3 Вентиляционные отверстия в двери.



Рис.4 Канальный вентилятор.



Рис.5 Накладной вентилятор.

3. Обустройство вентиляционных отверстий в двери

Сегодня в продаже можно найти двери с уже встроенной решеткой или же со специальными вентиляционными отверстиями-кольцами. Но если дверь уже установлена и возникла проблема с циркуляцией воздуха, то нужно просто приобрести и установить решетку.

Существует множество вариаций вентиляционных решеток. Все эти конструкции имеют различия по формам, назначению, материалам, размерам, дизайну и цене.

4. Монтаж канального вентилятора

Организация принудительной вытяжной вентиляции оправдана только в том случае, если помещение имеет площадь более 15 кв. м. Необходимым элементом системы является канальный центробежный вентилятор, который устанавливается в вентиляционную шахту. Работают они практически бесшумно.

Функционирует следующим образом: через кондиционер канального типа, который является основной деталью вентилятора, проходит воздух, попадающий в помещения через специальную решётку. Кондиционер имеет фильтр, через который воздух очищается, охлаждается и возвращается обратно в помещение. Вследствие этого формируется здоровый микроклимат.

5. Установка накладного вентилятора

В небольших по площади ванн удалять влажный воздух намного проще. Для этого вполне достаточно установить обычный накладной вентилятор. Для приблизительных расчетов специалисты рекомендуют воспользоваться следующей формулой: площадь комнаты нужно умножить на 6, если помещением будут регулярно пользоваться менее 3 человек, или на 8, в случае, если в доме более 3 жильцов. Полученная величина и будет необходимой мощностью оборудования.

Конструкция накладных вентиляторов предусматривает настенный или потолочный монтаж, при этом корпус скрыт, а видна только наружная лицевая панель. Отличаются высокой производительностью, относительно тихой работой, а также отличным внешним видом.

Всегда есть возможность расширить функциональность вентиляторов, установкой дополнительных элементов: датчиков влажности, движения, температуры.

6. Устройство гигрорегулируемой вентиляции

Гигрорегулируемая система вентиляции контролирует приточные и вытяжные устройства за счет влагочувствительного датчика, который соединен с заслонкой, регулирующей воздухообмен.

Преобразователь работает по физическому закону: при увеличении влажности материя удлиняется, при уменьшении сужается. В соответствии с этим законом 8 или 16 полиамидных полосок приводят в действие заслонки, регулируя поток воздуха в зависимости от уровня относительной влажности в помещении.



Рис.6 Устройство гигрорегулируемой вентиляции.

Чем больше уровень влажности внутри помещения, тем больше открываются заслонки. Датчик находится изолировано от направления воздушного потока и измеряет уровень влажности только внутри помещения.

Защитить дом от повышенной влажности можно многими способами, но чтобы эффект был максимальным, необходимо использовать их в комплексе. Качественная вентиляция — залог комфортного проживания.

Список использованных источников:

1. <https://superdom.ua> – «Долой сырость! Причины возникновения и способы устранения»;
2. <https://www.rmnt.ru> – «Как осушить влажный воздух?»;
3. <http://stroibery.by> – «Что такое поглотитель влаги»;
4. <https://lumax.com.ua> – «Принцип работы канальных осушителей воздуха»;
5. <https://4udak.ru> – «Повышенная влажность»;
6. <http://www.im-m.ru> – «Как осушить влажный воздух?»;
7. Мельников И.И. - «Все о вентиляции и теплозащите» - Ижевск, 2002. — 74 с.;
8. <http://vannaguide.ru> – «Вентиляция в двери ванной и другие способы отведения влажного воздуха из помещения»;
9. <http://strojdvor.ru> – «Вентиляционные решетки для дверей в ванную, комнату, помещения».

Кушнерук Н.В., Сытенко В.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДИАГОНАЛЬНОГО ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОНДИЦИОНЕРА

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-12

При эксплуатации вентиляционных установок, в жилых домах или производственных помещениях в целях экономии затрачиваемых средств необходимо еще на этапах проектирования предусматривать установку энергосберегающего оборудования, называемого приточно-вытяжными вентиляционными системами с применением процессов рекуперации тепловой энергии.

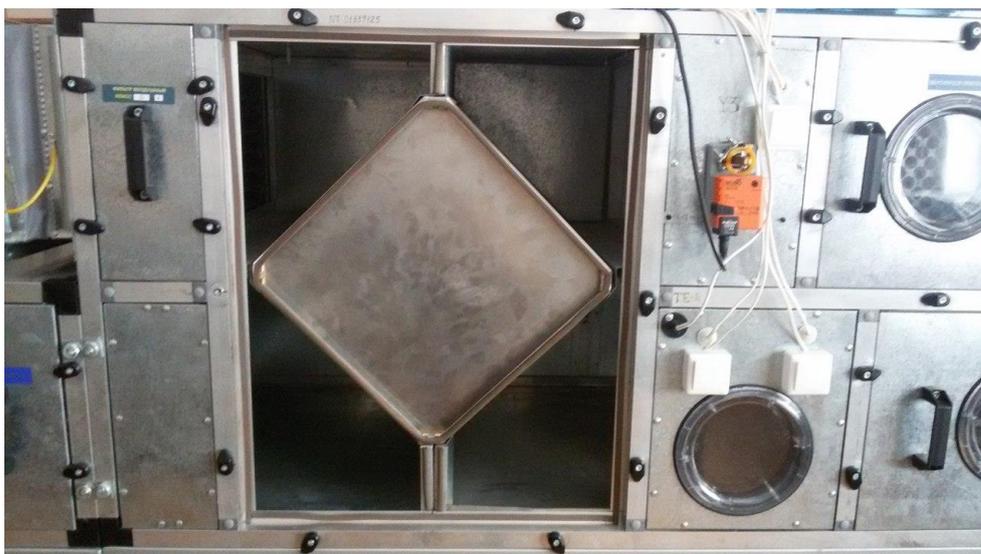


Рис.1 Пластинчатый рекуператор в лабораторном стенде.

Рекуператор (от лат. recuperator — получающий обратно, возвращающий) — теплообменник поверхностного типа для использования теплоты отходящих газов, в

котором теплообмен между теплоносителями осуществляется непрерывно через разделяющую их стенку. В отличие от регенератора трассы потоков теплоносителей в рекуператоре не меняются.

Рекуператоры различают по схеме относительного движения теплоносителей — противоточные, перекрестные, прямоточные и др.; по конструкции — трубчатые, пластинчатые, ребристые, оребрѐнные пластинчатые рекуператоры типа ОПТ и др.; по материалу изготовления — металлические, мембранные, пластиковые и др.; и по назначению — подогреватели воздуха, газа, жидкостей, испарители, конденсаторы и т.д. Чаще всего используют пластинчатые, роторные и с промежуточным теплоносителем.

Пластинчатый

Самый распространенный тип рекуператора, из-за своей дешевизны и компактным размерам. Используется в системах с небольшими расходами воздуха, где необходимо устранить риск перетока вытяжного воздуха в приточный. В силу своей конструкции может обмерзнуть со стороны вытяжки при очень низких температурах приточного воздуха. При проектировании необходимо предусмотреть отвод дренажа. Эффективность утилизации тепла на данном виде рекуператора можно охарактеризовать как «среднюю».

Роторный

Представляет из себя короткий цилиндр, с продольно размещѐнными пластинами металла, через который проходит в разных уровнях, приточный и вытяжной воздух. Барабан рекуператора, вращаясь, передаѐт тепло, отданное пластинам вытяжным воздухам, приточному более холодному. Т.е. пластины поочерѐдно нагреваются и охлаждаются. Для наиболее высокого КПД скорость вращения не является постоянной и определяется автоматикой. Применяют в системах с большими расходами воздуха. В силу конструкции происходит переток вытяжного воздуха в приточный от 1,5 до 3%. Такой вид утилизатора является наиболее эффективным.

Таблица 1. Измерение №1

t мин	П		У		Ру		η, %	Q, кВт
	t	φ	t	φ	t	φ		
0	13,5	59,8	14,9	40	8,1	56,2	87,27273	4,953089
0,5	12,6	35,9	15,9	40	9,9	58	72,5	4,502882
1	12,1	36,1	17	40	9,7	57,9	62,59542	4,251539
1,5	11,9	36	17,6	41,8	9,7	57,5	58,39416	4,150755
2	11,6	37,4	17,1	41,8	9,6	57,5	58,33333	3,999313
2,5	11,6	37,4	17,1	41,8	9,5	57,4	58,33333	3,999313
3	11,5	37,4	17,1	41,8	9,3	57,2	57,57576	3,948761
3,5	11,3	36,8	17	41,8	9,3	57,2	56,48855	3,847551
4	11,1	36,8	17	41,8	9,1	57	54,96183	3,746199
4,5	11,1	37,6	17	41,8	9	57	54,96183	3,746199
5	11	37,6	17	41,8	8,9	57	54,19847	3,695469
5,5	11	38	17	41,8	8,9	56,9	54,19847	3,695469
6	11	37,5	17	41,8	8,9	56,9	54,19847	3,695469
6,5	11	37,9	17	41,8	8,7	56,6	54,19847	3,695469
7	10,9	37,5	16,9	41,8	8,7	56,6	53,84615	3,644703
7,5	10,9	37,8	16,9	41,8	8,7	56,6	53,84615	3,644703
8	10,9	37,5	17	41,8	8,7	56,6	53,43511	3,644703
8,5	10,9	38	17	41,8	8,7	56,6	53,43511	3,644703
9	10,9	38,1	17	41,8	8,7	56,5	53,43511	3,644703
9,5	10,9	38,1	16,9	41,8	8,6	56,5	53,84615	3,644703
10	10,9	37,8	16,9	41,8	8,6	56,5	53,84615	3,644703

Н	В
t=3,9	t=17
φ=63,2%	φ=40%

С промежуточным теплоносителем

Данный вид утилизатора состоит из двух отдельных теплообменников соединенных между собой трубами. Циркуляцию жидкости осуществляет подобранный насос. Эффективность данного вида рекуператора не самая эффективная, но зато его можно установить в разнесённых друг от друга приточной и вытяжной системе.

Таблица 2. Измерение №2

t мин	П		У		P _y		η, %	Q, кВт
	t	φ	t	φ	t	φ		
0	16,7	33,4	19	51,9	11,5	60,5	86,30952	7,398591
0,5	14,8	36,3	18,9	51,9	12,3	61,5	75,4491	6,471564
1	14,4	37,3	18,8	51,9	11,9	61,3	73,49398	6,274839
1,5	14	38,1	18,8	51,9	11,3	59,5	71,08434	6,077565
2	13,8	39,1	18,8	51,9	11	59	69,87952	5,978722
2,5	13,3	39,9	18,6	51	10,7	58,7	67,68293	5,73101
3	13,2	40,3	18,6	51	10,4	58,3	67,07317	5,681364
3,5	12,9	41	18,6	51	10,1	58	65,2439	5,532216
4	12,9	41,8	18,6	51	10	58	65,2439	5,532216
4,5	12,6	41,9	18,4	49,8	9,8	57,9	64,19753	5,382756
5	12,5	41,9	18,4	49,8	9,7	57,9	63,58025	5,332866
5,5	12,3	42,6	18,3	49,8	9,6	57,8	62,73292	5,232981
6	12,1	43	18,3	49,8	9,4	57,3	61,49068	5,132956
6,5	12,1	43,2	18,2	49,7	9,2	57,3	61,875	5,132956
7	12	43,5	18,2	49,7	9,1	57,3	61,25	5,08289
7,5	11,9	44,3	18,2	49,7	9,1	57,2	60,625	5,03279
8	11,9	44,5	18	48,3	9	57,2	61,39241	5,03279
8,5	11,7	44,2	18	48,3	9	57,2	60,12658	4,932484
9	11,7	44,7	18	48,3	9	57	60,12658	4,932484
9,5	11,6	44,7	18	48,3	8,8	56,9	59,49367	4,882278
10	11,6	44,7	18	48,3	8,8	56,9	59,49367	4,882278

H	B
t=2,2	t=18,3
φ=86%	φ=38,1%

Таблица 3. Измерение №3

t мин	П		У		P _y		η, %	Q, кВт
	t	φ	t	φ	t	φ		
0	18,1	14,7	18,2	49,7	16,6	64	99,59514	12,49173
0,5	17,9	12,7	18,4	49,8	16	64	97,99197	12,39869
1	16,3	13,2	18,6	51	13,2	65,2	90,83665	11,64973
1,5	14	14,4	18,6	51	11,3	59,6	81,67331	10,55848
2	13,5	15	18,4	49,8	9,8	57,9	80,32129	10,31894
2,5	12,6	15,6	18,4	49,8	8,6	56,6	76,70683	9,885638
3	11,7	16,2	18,4	49,8	7,7	55,8	73,09237	9,4496
3,5	11	16,8	18,4	49,8	6,8	54,9	70,28112	9,10855
4	10,4	17,8	18,4	49,8	6,1	54	67,87149	8,81488
4,5	9,8	17,9	18,3	49,8	5,5	53,6	65,72581	8,519963
5	9,4	18,8	18,2	49,7	4,9	53,1	64,37247	8,322656
5,5	8,9	18,9	18	48,3	4,5	53	62,85714	8,075235
6	8,6	19,4	18	48,3	4,1	53	61,63265	7,926361
6,5	8,4	19,9	17,8	47,8	3,7	52,9	61,31687	7,826935
7	8	20,2	17,9	47,8	3,6	52,8	59,42623	7,627658
7,5	7,9	20	17,8	47,8	3,3	52,6	59,25926	7,57775
8	7,6	20,2	17,8	47,8	3,2	52,6	58,02469	7,427813
8,5	7,5	20,3	17,8	47,8	3	52,4	57,61317	7,377763
9	7,3	21	17,7	47,8	2,9	52,2	57,02479	7,277555
9,5	7,1	21,6	17,8	47,8	2,7	52,2	55,96708	7,177205
10	7,1	21,5	17,8	47,8	2,7	52,1	55,96708	7,177205

H	B
t=-6,5	t=17,5
φ=58,2%	φ=23%

Экспериментальный рекуператор диагональный пластинчатый, установлен в лабораторном стенде «Центральный промышленный кондиционер КЦ-ТК-1,6-6/3»

(производство «Альтернатива») в ауд. 3/116 кафедры ТГВ, БрГТУ. Расход воздуха: приток/вытяжка – 1500 м³/ч; давление на сеть: приток/вытяжка – 200/100 Па; потребляемая мощность: приток/вытяжка – 0,36/0,23 кВт; производительность: по теплу – 6 кВт, по холоду – 6,2 кВт; КПД: по нагреву – 59,3%, по холоду – 49,5%; масса – 310 кг.

Провели опыт, измеряли температуру воздуха, нагреваемого за счет рекуперации. С помощью полученных данных, построили зависимости и рассчитали КПД работы рекуператора.

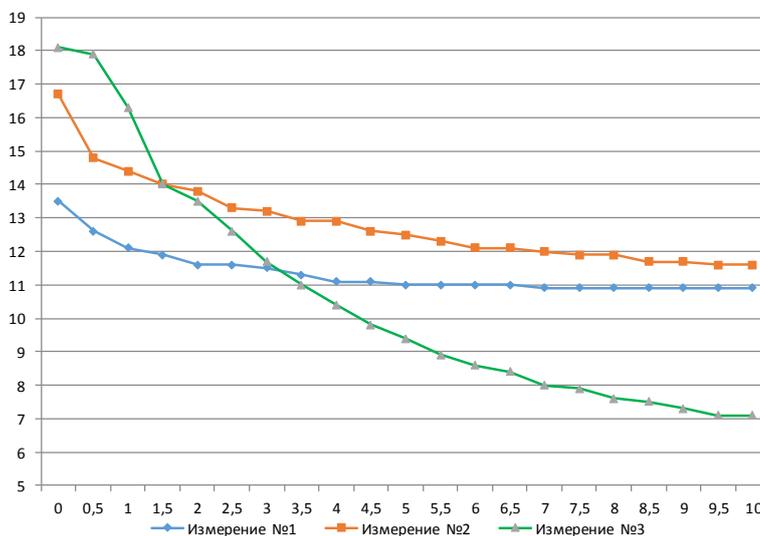


Рис.2 Графики зависимости температуры приточного воздуха от времени.

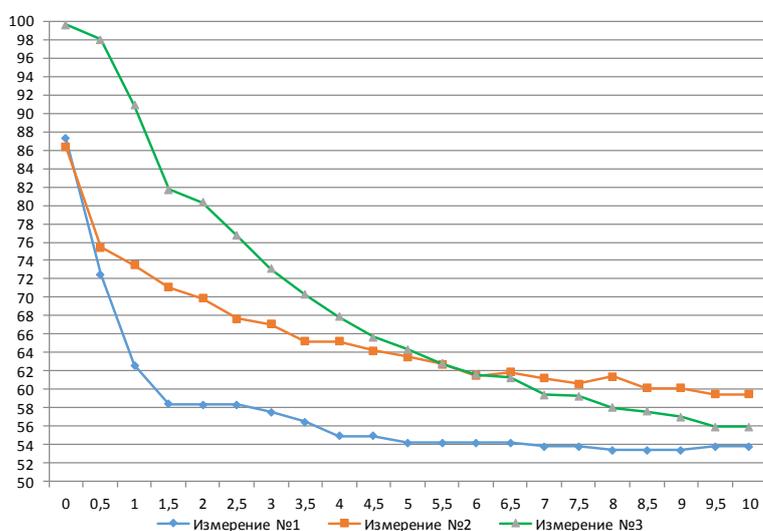


Рис. 3 Графики зависимости КПД от времени

По полученным данным построим графики зависимости КПД от времени, температуры приточного воздуха от времени, температуры удаляемого воздуха от времени, Q от времени для каждого измерения.

По данным графикам видно, что температура приточного воздуха уменьшается, а затем остается постоянной. Это происходит из-за того, что кондиционер находился в нерабочем состоянии до начала проведения опыта и рекуператора все конструкции кондиционера были нагреты внутренним воздухом и поэтому температура приточного воздуха была в начале больше, а затем температура стабилизировалась, т.е. рекуператор начал работать в нормальном режиме.

Также по графикам видно, что КПД в начале достаточно высокий по той же причине, что и температура, а далее КПД становится постоянным.

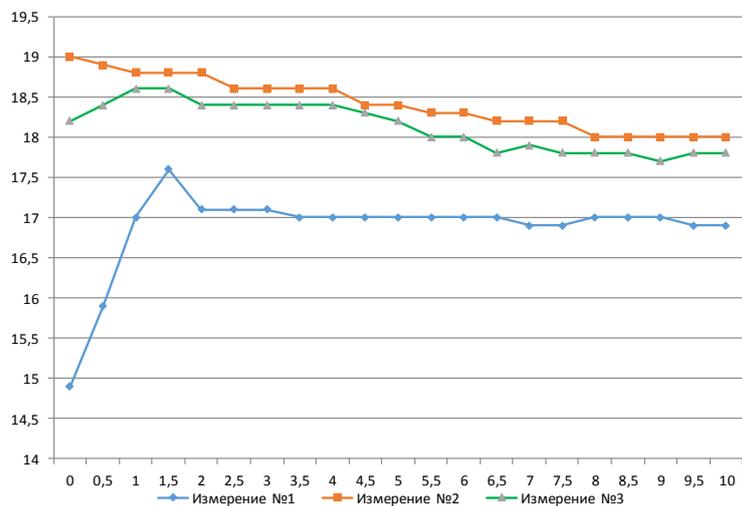


Рис. 4 Графики зависимости температуры удаляемого воздуха от времени

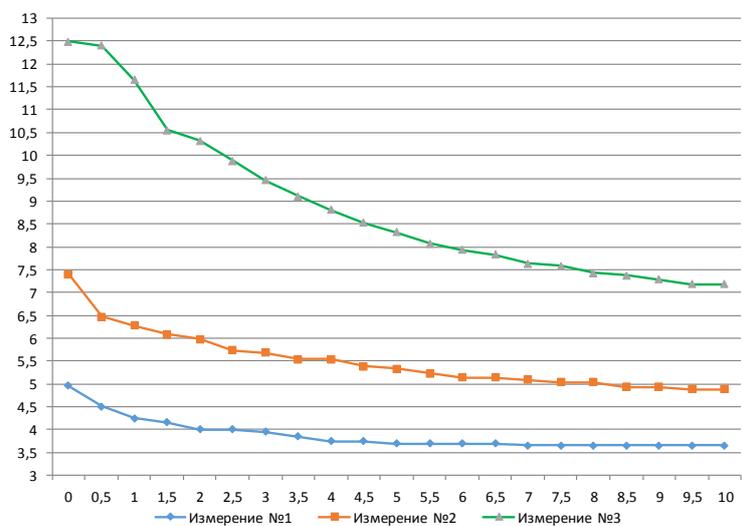


Рис. 5 Графики зависимости Q от времени

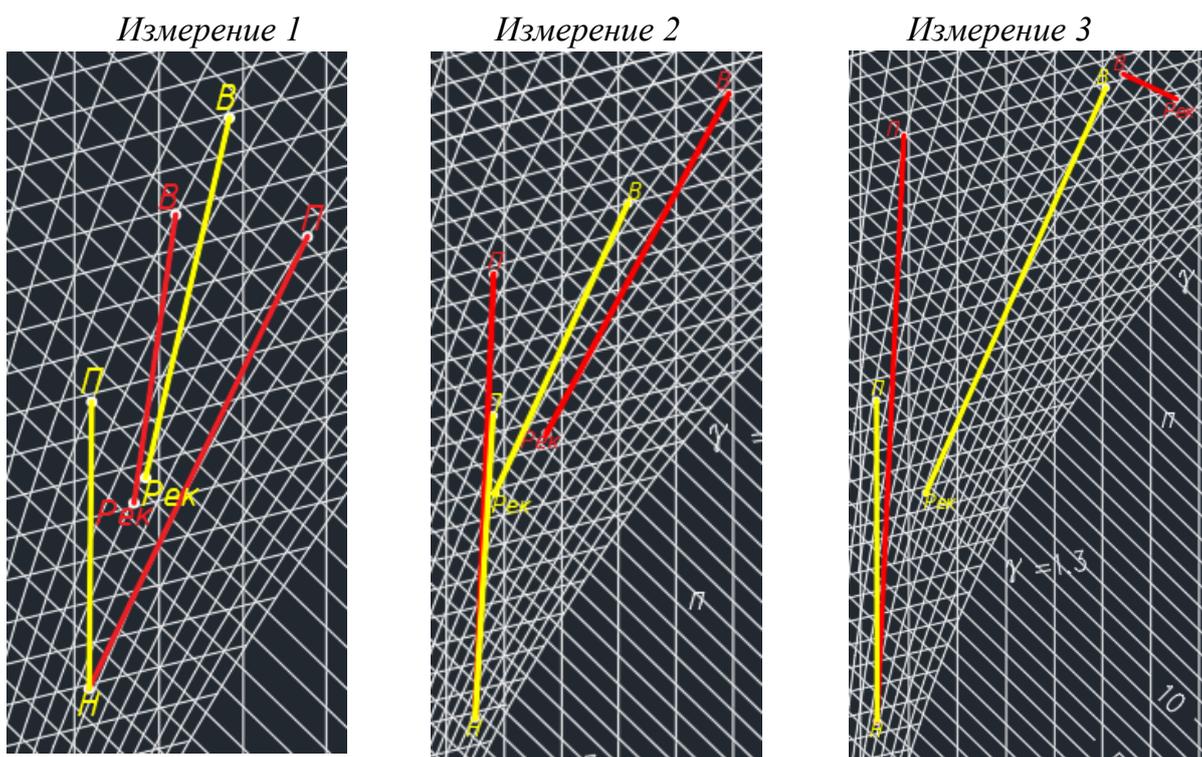


Рис. 6 I-d диаграмма процессов происходящих в рекуператоре.

Процессы изменения состояния воздуха в рекуператоре отобразим на I-d диаграмме влажного воздуха, где точка Н – наружный воздух, П – приточный воздух, В – внутренний воздух, $P_{ек}$ – температура вытяжного воздуха после рекуператора (диаграммы).

Вывод: в ходе изучения работы рекуператора центрального промышленного кондиционера сравнили опытный КПД и КПД из паспорта и выяснили, что рекуператор работает в оптимальном режиме. Это подтверждает тот факт, что при наружной температуре $t_{нар} = 4,5^{\circ}\text{C}$ опытное КПД и КПД из паспорта ~ 54,4%.

Силюк А.А., Федорук Ю.А.

ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ И ЕЕ СОЙСТВА

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-12

Теплоизоляция («тепловая изоляция») — элементы конструкции, уменьшающие процесс теплопередачи и выполняющие роль основного термического сопротивления в конструкции. Термин также может означать материалы для выполнения таких элементов или комплекс мероприятий по их устройству.

Остановимся на теплоизоляции, которую представляет «Завод ЛИТ».

«Завод ЛИТ» основан в 1979 году. Основными направлениями деятельности являются:

- Выпуск энергосберегающих материалов на основе высокополированной алюминиевой фольги, работающих по принципу отражения теплового потока (отражательная теплоизоляция), предназначенных для утепления ограждающих конструкций жилых и промышленных зданий. (в соответствии с ГОСТ 56734-2015 «Здания и сооружения. Расчет показателя теплозащиты ограждающих конструкций с отражательной теплоизоляцией»)

- Выпуск материалов из вспененного полиэтилена, предназначенных для технической теплоизоляции систем отопления и водоснабжения, вентиляции и кондиционирования, для применения в системе «теплого пола», а также для защиты теплоизоляции от механических повреждений, атмосферных воздействий и ультрафиолетового излучения.

Предприятие успешно развивается на протяжении 38 лет и производит продукцию под торговыми марками: ПЕНОФОЛ®, ТИЛИТ®, АРМОФОЛ®, ТИТАНФЛЕКС®, применяемую в строительстве.

ПЕНОФОЛ®, АРМОФОЛ® — тепло-, гидро, паро-, шумоизоляция, работающая по принципу отражения теплового потока для ограждающих конструкций зданий и изоляции инженерных сетей.

ТИЛИТ® — техническая изоляция для инженерных сетей. Отличается от аналогичных материалов высоким качеством, в течение многих лет успешно применяется на объектах при строительстве и реконструкции сетей.

ТИТАНФЛЕКС® — изолирующий покровный материал, для защиты теплоизоляционного слоя инженерных сетей.

1. ПЕНОФОЛ®РУЛОНЫ



- Рулоны ПЕНОФОЛ тип А

Пенофол 2000 тип А — материал на основе вспененного полиэтилена голубого цвета с закрытой ячеистой структурой, дублированный с одной стороны полированной алюминиевой фольгой с защитой от подделок — универсальной печатью. Используется для внутреннего утепления стен, кровли, лоджий. Применяется для изоляции труб большого диаметра в системах отопления, водоснабжения и емкостей

- Рулоны ПЕНОФОЛ тип В

Пенофол 2000 тип В - материал на основе вспененного полиэтилена голубого цвета с закрытой ячеистой структурой, дублированный с обеих сторон полированной алюминиевой фольгой с защитной печатью. Дополнительный слой фольги позволяет эффективно применять материал в конструкциях с двумя воздушными прослойками (отражать тепловой поток в обе стороны). Применяется для внутреннего утепления стен, кровли, лоджий.

- Рулоны ПЕНОФОЛ тип С

Пенофол 2000 тип С — самоклеящийся материал на основе вспененного полиэтилена голубого цвета с закрытой ячеистой структурой, дублированный алюминиевой фольгой с защитой от подделок — универсальной печатью с одной стороны, и закрытым клеевым слоем с другой. Применяется в качестве изоляции для систем вентиляции и кондиционирования, климатических камер, холодильных установок, технологического оборудования

2. ТИЛИТ®РУЛОНЫ



- Рулоны ТИЛИТ Блэк Стар Дакт и Блэк Стар Дакт Ал

Самоклеющийся материал на основе вспененного полиэтилена черного цвета с закрытой ячеистой структурой, с одной стороны имеет антиадгезионное покрытие. Блэк Стар Дакт Ал дополнительно дублирован с другой стороны полированной алюминиевой фольгой. Эффективно применяется для изоляции воздухопроводов в системах вентиляции и кондиционирования, климатических камер, технологического оборудования.

- Рулоны ТИЛИТ Супер

Материал на основе вспененного полиэтилена серого цвета с закрытой ячеистой структурой. Применяется для изоляции труб большого диаметра систем отопления, водоснабжения, а также для изоляции емкостей различного назначения, технологического оборудования.

- Рулоны ТИЛИТ Базис

Материал на основе вспененного полиэтилена белого цвета с закрытой ячеистой структурой. Применяется в качестве подложки под напольное покрытие, как прокладочный материал в строительстве и упаковочный материал для электронно-бытовой техники, мебели, посуды и других хрупких предметов.

Рекомендуется для применения в качестве звукоизоляционных прокладок в строительных конструкциях при устройстве плавающих полов с повышенными требованиями к изоляции ударного шума. Материал может быть применен для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.

- Рулоны ТИЛИТ Супер ТП

Материал на основе вспененного полиэтилена серого цвета с закрытыми порами, дублированный алюминиевой фольгой с разметкой для удобства укладки греющих элементов. Фольга позволяет равномерно распределить тепло по всей площади пола. Алюминиевый слой дополнительно защищен полиэтиленовой пленкой, что делает материал химически стойким к агрессивным средам. Применяется при монтаже системы «Теплый пол»

3. ТИЛИТ®ТРУБКИ



- Трубная изоляция ТИЛИТ Супер Протект

Трубки из вспененного полиэтилена серого цвета с закрытой ячеистой структурой, имеют полимерное покрытие синего и красного цветов. Полимерное покрытие повышает прочность трубок на 50%, делая их стойкими к агрессивным средам и механическим воздействиям. Применяются для изоляции труб в системах отопления, горячего/холодного водоснабжения (дифференциация по цветам), при монтаже гидронаполненных систем «теплый пол».

- Трубная изоляция ТИЛИТ Блэк Стар

Трубки из вспененного полиэтилена черного цвета с закрытой ячеистой структурой. Материал надежно защищает медные трубы от выпадения конденсата,

механических воздействий, стоек к агрессивным средам. Применяются для изоляции труб в системах кондиционирования.

- Трубная изоляция ТИЛИТ Блэк Стар Сплит

Трубки из вспененного полиэтилена черного цвета, имеющие закрытую ячеистую структуру с защитным полимерным покрытием серебристого цвета. Полимерное покрытие защищает изоляцию от ультрафиолетового излучения, и увеличивают срок службы на открытом воздухе, также делает материал на 50% прочнее и предотвращает выпадение конденсата. Применяются для изоляции труб в системах кондиционирования.

- Трубная изоляция ТИЛИТ Супер

Трубки из вспененного полиэтилена серого цвета с закрытой ячеистой структурой. Материал имеет продольный надрез для быстрого и удобного монтажа, стоек к агрессивным средам. Применяются для изоляции труб в системах отопления, водоснабжения и канализации.

- Шнуры ТИЛИТ

Шнуры из вспененного полиэтилена с закрытой ячеистой структурой. Шнуры предназначены для уплотнения стыков зданий, герметизации межпанельных швов, как уплотнительные элементы при установке окон и дверей. Выпускаются двух типов: в виде сплошного цилиндра; в виде цилиндра с внутренним отверстием. Возможен выпуск изделий разных цветов.

Особенности: низкая теплопроводность; высокое сопротивление проникновению влаги; химическая стойкость к строительным материалам (цемент, бетон, известь и др.); гибкость; технологичность монтажа; долговечность.

В 2005 году система менеджмента качества продукции предприятия была сертифицирована по международному стандарту качества ISO 9001:2000, а в 2014 году ресертифицирована по стандарту ISO 9001:2008, что подтверждает большое внимание к стабильности качества производимых изделий, осуществляемом на АО «Завод ЛИТ». Глубокие исследования в области теплоизоляционных материалов, проводимые совместно с Институтом строительной физики, НИИ ПромЗданий, НИИ МосСтроя позволили разработать альбомы технических решений по конкретному применению отражающей теплоизоляции в промышленном и гражданском строительстве. Современная производственная база и исследования в области теплоизоляционных материалов — основа для развития новых направлений деятельности завода.

Латышевич В.А., Луцевич О.С.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ МЕСТ УТЕЧЕК ПРИРОДНОГО ГАЗА

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-12

Поиск и обнаружение утечек газа на промышленных и коммунальных объектах крайне важный аспект обеспечения безопасности людей и сохранности оборудования. Существуют разнообразные способы обнаружения утечек газа в трубопроводах.

Самыми распространенными способами являются визуальный и инструментальный методы. Визуальный способ основан на фиксации запаха, вспенивании мыльной эмульсии; наличии звука, образовании наледи или снежной шубы; появлении желтой травы летом и бурого снега зимой.

Более точным является инструментальный метод. В качестве приборов применяют газоанализаторы, предназначенные для определения качественного и количественного состава смесей газов. Различают газоанализаторы ручного и автоматического действия.

В этой работе мы ознакомим с несколькими такими устройствами.

1. Самоходный робот.



Рис. 1 Самоходный робот.

Само по себе устройство представляет собой небольшого робота с колёсами, которые позволяют ему перемещаться внутри трубы самостоятельно или под давлением жидкости. Ещё робот оборудован специальной мембраной, которая может перекрыть трубу. Максимальная скорость движения устройства внутри трубы около трёх миль в час. Перемещается робот с помощью электродвигателя. Аппаратура устройства очень чувствительна. Робот позволяет быстро определить место утечки и отреагировать сразу. Автономное передвижное устройство, с помощью которого можно найти дефекты в трубах, а значит и места утечек, позволяет находить повреждения, размер которых не превышает 1-2 мм.

По большому счёту, подобное устройство может быть введено в трубопровод, и действовать абсолютно самостоятельно в течение длительного срока. Всё это время этот робот-поисковик может заниматься поиском дефектов в трубе в автоматическом режиме.

2. Робот обнаружения и локализации утечек газа.



Рис. 2 Робот обнаружения и локализации утечек газа

Робот в автоматическом режиме совершает проезд по заранее проложенному маршруту и производит дистанционные замеры концентрации газа в

непосредственной близости от мест возможной утечки. Использование робота целесообразно на объектах с малым количеством персонала или безлюдных газовых станциях.

Измерение концентрации газа производится лазерным лучом методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Поскольку измерения производятся точно, прибор установлен на подвижной платформе 3-х степеней свободы.

На подвижной платформе также размещены две камеры — видимого и инфракрасного спектра — которые обеспечивают получение двух спектрального изображения утечки и позволяют точно определить ее местоположение на части оборудования. Изображение с этих камер передается оператору через WiFi вместе с показаниями дистанционного измерителя утечки газа. В случае высокой концентрации газа, оператору подается сигнал тревоги. Для обеспечения наилучшего результата и учета влияния ветра, мобильный робот оснащен анемометром.

3. Карманный лазерный детектор метана.



Рис. 3 Карманный лазерный детектор.

Дистанционный лазерный детектор — устройство обнаружения утечек газа с возможностью изображения и фиксации измеренных величин на картах. Прибор работает с мобильными устройствами на платформе Андроид для получения информации о положении по GPS и отображения всех измерений на карте.

Особенности лазерного детектора метана:

- Отображение и сохранение измеренных величин;
- Отображение мест проведения измерений, а также величины и времени измерений на карте;
- Сохранение изображений карт;
- Передача различных данных по email.

Принцип измерения этого прибора основан на способности метана поглощать инфракрасное (ИК) излучение лазера определенной длины волны (абсорбционный инфракрасный метод). Лазер наводится на трубопровод с помощью зеркал или призм. Луч лазера отражается от поверхности (либо от самого трубопровода, либо от подземной сети на поверхности над трубопроводом). Отраженное излучение принимается оптическим блоком системы, и благодаря спектроскопической демодуляции сигнала и сложному алгоритму обработки можно вычислить концентрацию газа, если метан присутствует где-то вдоль траектории луча лазера. Этот метод можно применять для многих других газов, если этот газ хорошо поглощает излучение в определенном спектральном диапазоне. К сожалению, перенастройка системы на другой газ требует существенных изменений параметров лазера, фильтра и алгоритма обработки данных.

4. Дистанционный лазерный детектор для обнаружения утечек метана.



Рис. 4 Дистанционный лазерный детектор

ДЛС измеряет концентрацию газа в воздухе и предупреждает о превышении заданной нормы, точно определяет утечки на расстоянии до 250 метров, тем самым помогая предотвратить серьёзные аварии на магистральных газопроводах за счёт своевременного обследования территории с вертолёта или автомобиля.

5. ДЛС-ПЕРГАМ. Дистанционный лазерный детектор метана (авиационная версия).



Рис. 5 ДЛС-ПЕРГАМ

«ДЛС-Пергам» предназначен для обнаружения утечек природного газа в магистральных трубопроводах, крановых узлах, подземных газохранилищах и других объектах. Прибор является мобильным и может быть установлен на вертолет, легкий самолет а также на беспилотный летательный аппарат (БПЛА). Существующая автомобильная версия прибора может быть без труда установлена практически на любое шасси автомобиля (вездехода).

Прибор полностью автоматизирован и может непрерывно работать без оператора, с сохранением результатов во встроенной памяти используя программное обеспечение. Во время обнаружения утечек оператору выдается световой и звуковой сигнал, а на монитор выводится фотоизображение места утечек с высоким разрешением. Таким образом, имея координаты и фотографию места утечки, оператор обладает всей необходимой информацией для локализации и устранения места аварии.

6. Квадрокоптер с лазерным детектором газа.

Квадрокоптер — беспилотный летательный аппарат (БПЛА), оснащённый портативным лазерным детектором метана и миниатюрной видеокамерой для обнаружения утечек природного газа с воздуха. Использование квадрокоптера позволяет обнаружить утечки метана не только в горизонтальных трубопроводах, но и в высоких вертикальных конструкциях, обследовать газопроводы в

труднодоступных условиях, например, в болотистой и лесной местности. Позволяет проводить мониторинг на территории заводов, газоперекачивающих и газозаправочных станциях и других объектах газового хозяйства. Датчик прибора чувствителен только к метану и газовым смесям содержащим метан, поэтому нет никаких ложных срабатываний в процессе обследования объекта.

Достоинства:

- Дешёвый в эксплуатации;
- Объектного назначения;
- Простой в транспортировке;
- Монтируется на любой носитель.

7. ПЕГАЗ. Мобильная лаборатория для поиска утечек газа в городских условиях.



Рис. 6 Мобильная лаборатория

Назначение лаборатории:

- Поиск мест утечек природного газа в городских условиях;
- Диагностика подземных и надземных газопроводов с высоким и низким давлением;
 - Поиск, обнаружение и локализация микроутечек на труднодоступных участках трассы;
 - Обеспечение безопасности эксплуатации газового хозяйства в черте города;
 - Оперативная диагностика участков газопровода с повышенной опасностью (водные переходы, пересечения с автомобильными и железнодорожными магистралями);
 - Трассировка, определение глубины залегания, точные GPS координаты объектов трассы с занесением данных в электронную карту города (история объектов);
 - Оперативная ликвидация аварийных ситуаций;
 - Обеспечение безопасности персонала;
 - Оперативное и качественное определение локальных мест утечек (бурильные работы, шурфование);
 - Ремонтно-восстановительные работы.

8. ДЛС-БПЛА LMS-mini UAV.

Предназначен для регулярной инспекции и обнаружения утечек газа на газопроводах, в местах добычи, переработки и хранения газа.

Блок «ДЛС-ЛА» устанавливается на летательный аппарат так, чтобы при полёте летательного аппарата оптическая ось прибора была направлена ровно вниз. Излучение лазера отражается топографическим объектом (земля, трава, лес и т.д.), попадает на приёмную линзу и фокусируется на Оптоэлектронный фотоприемник, в котором часть излучения лазера проходит через кювету с метаном и фокусируется на другом фотоприемнике.

Программное обеспечение автоматически устанавливает режим работы диодного лазера и обрабатывает сигналы, принимаемые фотоприемниками, вычисляя концентрации метана в аналитическом канале. Все полученные данные сохраняются в файлах данных на SD карту. Специальная программа «EXPRESS ANALYS» позволяет делать постобработку файлов данных для предоставления отчета об измерениях с привязкой к фотографиям места.

9. Беспилотный вертолёт ВОРОН-120.



Рис. 7 ВОРОН-120

Вертолёт предназначен для обследования газопроводов в труднодоступных местах. Находит утечки метана с безопасного расстояния: от 0 до 100 метров.

ВОРОН-120 выполняет следующие функции:

- Поиск утечек газа;
- Поиск утечек нефти;
- Бензиновый двигатель обеспечивает наилучшую автономность.

В целях экономии средств традиционные облёты газопроводов на пилотируемых вертолётах с каждым годом сокращаются. Появилась более доступная альтернатива — дроны. Обследование магистральных трубопроводов и открытых площадных объектов с помощью беспилотных летательных аппаратов — дешевле, быстрее и безопаснее.

10. Течеискатель для БПЛА - ДЛС-ЛА.

Прибор предназначен для дистанционного обнаружения газов и измерения их концентрации в атмосфере с безопасного расстояния от 0 до 150 метров. Он позволяет быстро обследовать протяженные участки газопроводов. Например, при скорости полёта в 100 км/ч можно обследовать за сутки 600 километровый участок линейной части газопровода. При обнаружении утечки, детектор автоматически сигнализирует о превышении концентрации метана заданного оператором порогового значения. ДЛС измеряет суммарную концентрацию газа в луче лазера, который отражается топографическим объектом (земля, трава, деревья, асфальт, кирпич, и т.д.).

Таким образом, существуют различные методы обнаружения утечек газа в трубопроводах. Однако в большинстве случаев все они имеют недостатки, которые заключаются в значительных временных затратах с момента утечки газа до его обнаружения. Поэтому требуются дальнейшие исследования и разработка эффективных методов обнаружения утечек газа. Очевидно, эти методы должны представлять комплекс математических моделей течения газа и инструментальных средств контроля режимов и автоматических средств отключения и опорожнения газопроводов.

Список использованных источников:

1. <https://www.smrobotics.ru> – «Робот для поиска и обнаружения утечек газа»;
2. <http://granat-e.ru> – «Дистанционный лазерный детектор метана ДЛС-ПЕРГАМ»;

3. <http://www.pergam.com.ua> – «Дистанционный лазерный детектор метана (авиационная версия)»;
4. <http://spegroup.ru> – «Лаборатория для поиска утечек метана в городских условиях ПЕРГАМ ДЛС-Пергам»;
5. <http://www.pergam.kz> – «Детектор метана ДЛС-АВИА»;
6. <http://www.el-kas86.ru> – каталог оборудования «Ел Кас»;
7. <http://промкаталог.рф> – каталог оборудования «Пергам».

Антонович М.В., Олесиук Т.С.

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ КОНДИЦИОНЕРЕ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОДА

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-12

Основной задачей специалистов в области вентиляции, кондиционирования и охраны воздушного бассейна является создание в помещениях различного назначения такого микроклимата, при котором обеспечиваются благоприятные условия для выполнения работ и нормальной деятельности человека. Эффективность работы таких систем, их технико-экономические характеристики во многом зависят от принятых схем.

При построении процессов на I-d диаграмме и выборе технологической схемы обработки воздуха необходимо стремиться к рациональному использованию энергии, обеспечивая экономное расходование холода, теплоты, электроэнергии, а также экономию строительной площадки, занимаемой оборудованием. С этой целью необходимо проанализировать возможность применения прямого и косвенного испарительного охлаждения воздуха, применять схемы с регенерацией теплоты удаляемого воздуха, при необходимости использовать первую и вторую рециркуляцию воздуха, схемы с байпасом, а также управляемые процессы. Вопрос выбора принципиальной схемы обработки воздуха может быть решен в ходе построения на I-d диаграмме процессов обработки воздуха в кондиционере.

Схемы процессов изменения состояния воздуха в помещении, а при кондиционировании – и при его обработке в приточной установке должны быть представлены на I-d-диаграмме с учетом избытков *полной теплоты* и *влаговывделений* в помещении для всех расчетных периодов года.

Параметры воздуха представлены характерными точками процессов:

- точка Н – параметры наружного воздуха;
- точка П – параметры приточного воздуха;
- точка В – параметры воздуха в обслуживаемой зоне помещения;
- точка У – параметры уходящего воздуха.

Возможно несколько схем обработки воздуха при использовании искусственных источников тепла для обработки наружного воздуха:

- прямоточная, в том числе с управляемыми процессами;
- с рекуператором;

- с одной или двумя рециркуляциями.

В кафе г. Барановичи для поддержания оптимальных параметров микроклимата используется система кондиционирования воздуха (СКВ). Для обеспечения параметров микроклимата в пределах оптимальных санитарно-гигиенических норм принимаем СКВ второго класса [п. 7.2, СНБ 4.02.01-03].

Расчетные параметры наружного воздуха для СКВ следует принимать по Приложению Е, в соответствии с п. 5.14 СНБ 4.02.01-03. Для холодного периода принимаем параметры Б, т.к. приняли СКВ 2-ого класса.

Построение начинаем с нанесения на $i-d$ -диаграмму точек N_x и B_x , характеризующих состояние наружного ($t_{Н} = -22,0^{\circ}\text{C}$ и $i_{Н} = -21$ кДж/кг) и внутреннего воздуха ($t_{В} = 20^{\circ}\text{C}$ и $\phi_{В} = 30\%$) в холодный период для расчетных условий.

Путем параллельного переноса накладываем процесс изменения состояния воздуха в помещении $\epsilon_T = 9531$ кДж/кг на точку В и определяем на этой линии положение точек, характеризующих состояние приточного и удаляемого воздуха: точку П (пересечение линии процесса изменения состояния воздуха в помещении и изотермы $t_{П} = \text{const} = 16^{\circ}\text{C}$), точку У (пересечение линии процесса изменения состояния воздуха в помещении и изотермы $t_{У} = \text{const} = 23^{\circ}\text{C}$).

1) *Прямоточный процесс обработки воздуха в холодный период года с пароувлажителем.*

На диаграмме линия НК характеризует нагрев воздуха при первом подогреве, далее происходит увлажнение воздуха в пароувлажителе, его характеризует линия КО, после происходит процесс нагревания воздуха в воздухоподогревателе второго подогрева – линия ОП'. П'П — нагрев воздуха в вентиляторе. Линия ПВ характеризует изменение состояния воздуха в помещении.

В зависимости от взаимного расположения точек Н и П решается вопрос о способе обработки наружного воздуха для доведения его до состояния приточного.

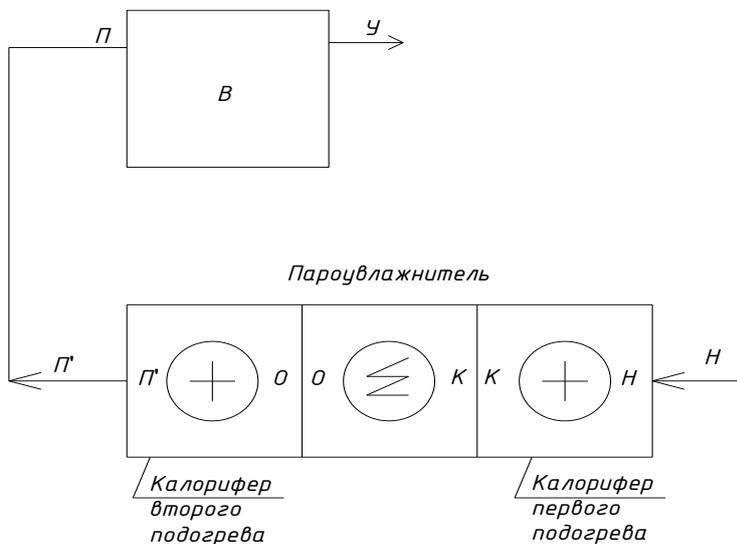


Рис.1 Принципиальная схема установки.

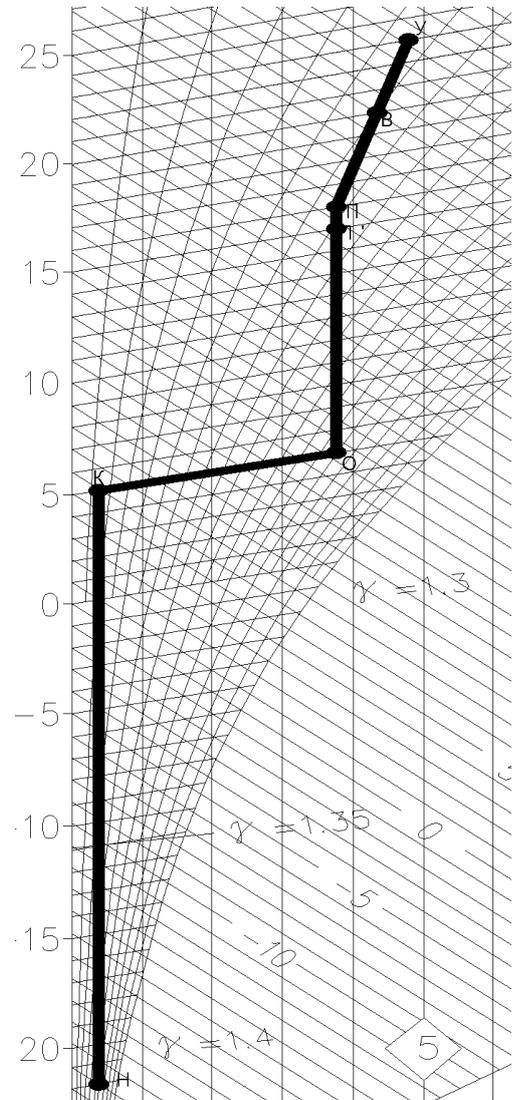


Рис.2 Прямоточный процесс обработки воздуха.

Дышко А.В., Климович А.В., Ястребкова В.П.

ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ СО СЛОЕВЫМ ПУЛЬСИРУЮЩИМ ГОРЕНИЕМ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

Способы увеличения производительности таких процессов, как горение и теплообмен в топливо-использующих агрегатах обычными способами почти исчерпаны. В связи с этим актуальным способом сжигания топлив является слоевое пульсирующее горение.

При слоевом способе сжигания топливо находится на специальной колосниковой решетке, обычно движущейся непрерывно или пульсирующе. Необходимый для горения воздух подается в слой топлива через колосниковую решетку, на которой происходит горение топлива. Вследствие движения решетки или специального устройств слой топлива на ней перемешивается. Этим обеспечивается равномерное и интенсивное горение топлива и удаление шлака.

Устройства, работающие по принципу камеры пульсирующего горения имеет ряд достоинств:

- чрезвычайно высокая плотность тепловыделения;
- высокая интенсивность конвективного теплообмена;
- сниженный расход энергии на воздушный наддув по сравнению с обычными топками;
- малый коэффициент избытка воздуха;
- очистное воздействие на теплообменные поверхности от наружных загрязнений.

Недостатками же данных устройств являются:

- шум;
- вибрации.

Благодаря Паулю Рийке мы знаем, что если в вертикально расположенную трубу поместить нагретую докрасна сетку на $\frac{1}{4}$ её высоты снизу, то в трубе происходит самовозбуждение звуковых колебаний. Частота колебаний газа в трубе определяется соотношением:

$$f = \frac{c}{2L},$$

где c – скорость звука в трубе;

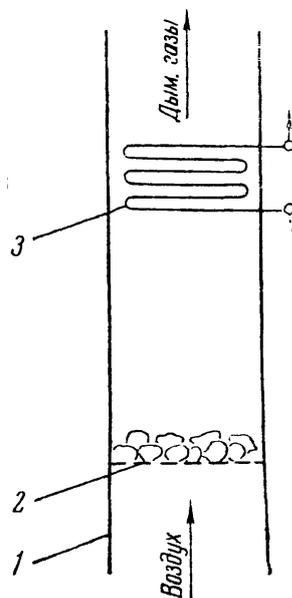
L – длина труб.

В исследуемом процессе сетка заменена слоем горящего кускового твердого топлива, а сочетание слоевого горения с продольными колебаниями газа и есть слоевое пульсирующее горение.

Основная задача настоящих исследований заключалась в выявлении возможностей существования пульсационных режимов при конструктивных изменениях и режимных воздействиях с целью отработки топочного устройства.

Исследования проводились на трубах-топках с разными диаметрами и длинами. Колосниковые решетки изготавливались из листовой стали со сверлениями. Трубы устанавливали вертикально (рис.1). В исследованиях применялось следующее органическое топливо: дрова, кокс, натуральный уголь. В ходе опытов изменялись: расположение колосниковой решетки (разная высота); конструкция колосниковой

решетки (конус вершиной вверх, конус вершиной вниз, спираль); дутье (сосредоточенной и равномерной струёй), расположение отражателей (сверху и снизу), конфигурация канала. Рассматривались случаи с топливной течкой и тепловоспринимающими элементами. Топливо воспламенялось внешним факелом.



1 – вертикальная шахта; 2 – колосниковая решетка;
3 – конвективная трубчатая поверхность нагрева

Рис.1 Схема нагревателя со слоевым сжиганием топлива в пульсационном режиме.

В ходе проведенных опытов было определено, что:

1) режим существует при определенном расположении слоя топлива, толщина слоя не должна превышать два калибра трубы, диапазон оптимального расположения решетки тоже порядка двух калибров;

2) форма решетки почти не влияет на существование пульсационного режима;

3) изгибание трубы-топки не ухудшает пульсационного режима: как со стороны подачи воздуха, так и со стороны отвода газов. Установка изгибов почти не влияет на горение: газ после трубы можно направить отражателем даже вниз без нарушения акустики. Возможно наклонное и даже горизонтальное расположение трубы с принудительной подачей воздуха. Допустимо изменение сечения топки;

4) дутье интенсифицирует пульсационный режим, причем дутье равномерной струёй более эффективно, чем сосредоточенной;

5) резкое усиление режима при определенном расположении отражателя снизу. Зазор между нижним срезом трубы и плоским листом порядка 0,01 – 0,02 м при этом амплитуда колебаний возрастает и увеличивается скорость горения. Такой эффект сравним с подачей дутья;

6) установка топливной течки сбоку трубы-топки для непрерывной подачи топлива не ухудшает режима даже в том случае, когда эта течка открыта;

7) если топливо горит высоко над решеткой (застревает в трубе), режим срывается. Режим особо устойчив, когда кокс и уголь становятся красными беспламенными горячими телами. При горении летучих пламя, колеблясь, опускается ниже решетки. При растопках из топки идет дым, после выхода на устойчивый режим дымление прекращается. При дожигании слоя топлива вверх выносятся мелкие угли, поэтому для предотвращения уноса желательна вторая колосниковая решетка. Что

предотвращает потерю тепла на нагревание излишнего воздуха перед его подачей в топку котла.

8) внесение в объем трубы-топки посторонних тел не ухудшает пульсационного режима, поэтому вполне возможна установка теплообменника над решеткой.

Количественно процесс характеризуется следующими данными: частота пульсаций 72 - 75 Гц; амплитуда колебания давления (оценка) 500-1000 Па; средняя температура газов в трубе 600-900 К; средняя скорость газов 3-10 м/с. Напряжение зеркала горения (в $\frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$): горение без пульсаций 0,9-1; слоевое пульсирующее горение без дутья 1,2-1,4; то же с дутьем 1,82-2,05; слоевое пульсирующее горение без дутья с отражателем снизу 1,8-2,0. Тепловая мощность с увеличением диаметра растет примерно параболически. Коэффициент избытка воздуха, рассчитанный по скорости воздуха в нижней части трубы и расходу угля, составил 1,5-2,3.

Таким образом, в резонансную трубу можно помещать поверхности нагрева, что не ухудшает пульсационного режима. При этом его наличие ускоряет сгорание топлива по сравнению с режимом без пульсаций в 2-3 раза. Предварительные проработки подтверждают возможность сооружения высокофорсированных, экономичных нагревателей различно типа.

Список использованных источников:

1. Северянин В.С. Об использовании слоевого пульсирующего горения. – научные и прикладные проблемы энергетики, 1980.
2. Северянин В.С. О нагревателях с пульсирующим горением. – Изв. вузов СССР. Сер. Энергетика, 1974, № 5.

Курись А.Г., Антонович А.А.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ В МНОГОЭТАЖНОМ ДОМЕ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

В последнее время все большее внимание уделяется поиску нетрадиционных способов теплоснабжения. Одним из таких способов является электрическое отопление. Электроотопление — один из альтернативных путей решения проблемы энергосбережения в системе ЖКХ.

Преимущества

Температурный комфорт: потребитель имеет возможность устанавливать в каждом помещении нужную ему температуру, сам решает, сколько ему требуется тепла, и не испытывает дискомфорт от сезонных и других перебоев в теплоснабжении.

Энергосбережение: потери электроэнергии при ее транспортировке по линиям электропередач можно даже не принимать во внимание при сопоставлении с потерями центрального отопления. Отсутствуют потери отдачи излишнего тепла.

Простота эксплуатации: практически отсутствуют затраты на техническое обслуживание. Имеется возможность оперативно корректировать программы работы электрических приборов совместно с системой «Умный дом».

Виды передачи тепла

Существует 2 вида передачи тепла от источника в окружающее пространство:

1. Конвективный: заключается в нагреве воздуха электрическими нагревательными устройствами. Например, электрические конвекторы. Нагреваясь внутри конвектора, тёплый воздух поднимается вверх, а его место занимает более холодный воздух. Такая передача тепла конвекцией возможна из-за разности плотностей холодного и тёплого воздуха.
2. Радиационный: это излучение инфракрасных лучей. Наиболее наглядный пример – Солнце. Благодаря его инфракрасным лучам, Земля получает тепло, без которого жизнь на ней была бы невозможной. Инфракрасное излучение – это волны определённого диапазона. Такие волны проходят через воздух, не нагревая его, но они способны нагревать различные объекты. Поэтому передача тепла излучением легла в основу электрических инфракрасных обогревателей.



Рис.1 Процесс конвективного обогрева

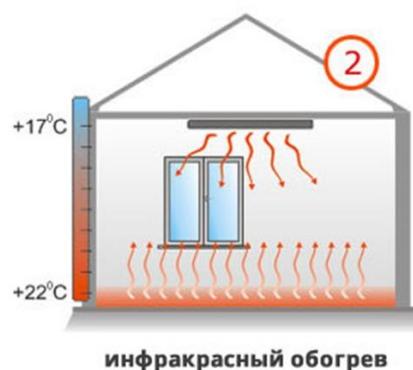


Рис. 2 Процесс инфракрасного обогрева

Электрические источники тепловой энергии

В настоящее время для отопления электричеством наиболее часто применяют:

Электрические котлы отопления. Их можно подключать к новым и существующим системам водяного отопления и нагревать в них воду с помощью электроэнергии.

Электрические радиаторы. В каждом таком приборе есть свой автономный нагревательный элемент, который нагревает жидкость, выполняющую роль теплоносителя.

Электрические конвекторы отопления. Это «генераторы» теплого воздуха в обогреваемом помещении.

- Электрические панели.
- Инфракрасные излучатели.
- Системы «тёплый пол».
- Электрические камины. Тепло и присутствие иллюзии живого огня в квартире.

Электрические котлы отопления

Электродкотлы принято разделять на 3 типа по способу нагрева теплоносителя:

- тэновые
- электродные
- индукционные

Тэновый электрический котел – это водогрейное устройство, в котором в качестве нагревательного элемента используется трубчатый нагревательный элемент.

В сокращенной аббревиатуре – ТЭН. Отопительные электрические котлы нагревают воду (или любой другой жидкий теплоноситель) в проточном режиме. То есть, теплоноситель циркулирует через котел естественным или принудительным способом.

Электродный электродкотел основан на совершенно другом способе нагрева теплоносителя. У него вместо ТЭНов установлен 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.



Рис. 3 ТЭНовый электрический котёл



Рис. 4 Электродный электродкотёл

Индукционный электродкотел основан на явлении электромагнитной индукции и, в частности, на индукционном нагреве материалов из ферромагнитных сплавов. Это, по сути, трансформатор особой конструкции, заключенный в сварной металлический корпус. Катушка индуктивности располагается в отдельном, герметическом отсеке, что полностью исключает контакт с теплоносителем, циркулирующим в контуре котла. В индукционном электрическом котле функции вторичной обмотки выполняет короткозамкнутый трубопровод или сердечник который нагреваясь, отдает тепло теплоносителю, циркулирующему внутри или вокруг его.

Электрические радиаторы

В настоящее время на рынке присутствуют всего лишь два основных вида таких устройств:

- Жидкостные.
- Безжидкостные.

Жидкостные электрические радиаторы: в качестве нагревательного элемента здесь используется обычный трубчатый ТЭН. Такие радиаторы позиционируются как энергосберегающие приборы, поэтому мощность используемого в них ТЭНа достаточно мала и определяется диапазоном от 300 до 500 ватт. Редко применяются элементы мощностью в 1 киловатт. В качестве теплоносителя может быть использована вода или масло. Сегодня производители предлагают две модели — герметичные и открытые. В первом случае это полностью закрытые приборы, теплоноситель из которых не сливается. Во втором случае прибор открыт, и в него можно по необходимости доливать теплоноситель. Практически все

электрорадиаторы изготавливаются из алюминия. Этот металл отличается необходимой прочностью, чтобы выдерживать температурные нагрузки, которые распределяются равномерно по всей площади прибора. К тому же такие батареи имеют ребристую поверхность, что увеличивает площадь теплоотдачи. Обычно жидкостные электрические радиаторы работают при максимальной мощности, но при достижении необходимой температуры, которая программируется, ТЭН просто отключается. Такая периодичная работа приводит к экономии энергоносителя. К тому же управлять отопительным прибором довольно просто, да и его установка не представляет собой ничего сложного. Так что каждый обладатель подобного устройства может провести монтажную операцию своими руками.

Безжидкостные электрические радиаторы: не имеют теплоносителя, что приводит к избеганию протечки жидкости.

Электрические конвекторы отопления

Что представляет собой конвектор? Само название уже говорит о том, что такой прибор обогревает помещение посредством конвекции, т.е. нагрева воздуха. Холодный воздух поступает в конвектор снизу. Он нагревается внутри его, выходит через решетку и поднимается вверх. Таким образом, в помещении происходит постоянная циркуляция воздуха, благодаря различной плотности холодного и горячего воздуха. Именно поэтому при правильном выборе мощности конвектора помещение прогревается очень быстро. В то же время внешняя панель нагревается незначительно, об нее невозможно обжечься. Все современные конвекторы снабжены термостатом, который отключает прибор при достижении определенной температуры. В быстром прогреве помещения и состоит преимущество электрических конвекторов перед жидкостными радиаторами.

Электрические панели

Это панель (плита) из теплостойкого материала искусственного или природного происхождения, о или природного происхождения, например, специальный пластик, керамика, натуральный мрамор, керамогранит и даже бетон. Лицевая сторона панельного обогревателя – ровная гладкая поверхность. На тыльной стороне выполнены каналы, в которые уложен нагревательный элемент, герметично защищенный изолирующим материалом. Температура лицевой поверхности лежит в пределах 60 – 80°. Современный внешний вид электропанелей позволяет им прекрасно сочетаться с любым интерьером. Применение терморегулирующей аппаратуры дает возможность отключать электропитание, когда температура в помещении достигнет заданного значения, что положительно сказывается на экономии электроэнергии.

Инфракрасные излучатели

Современные лучистые обогреватели отличаются большой конструктивной разнообразностью и могут быть установлены на потолках, стенах, подставках. Преимущество инфракрасных обогревателей в том, что они способны очень быстро обогреть предметы или людей, находящихся в зоне излучения. Нагретые инфракрасными волнами стены и предметы становятся вторичными источниками тепла, создавая в помещении комфортную температуру. Для больших жилых комнат их лучше использовать в качестве дополнительного обогрева отдельных локальных зон. Но, например, для ванной они могут стать очень удачным экономным вариантом основного отопления, которое можно включать на полную мощность только тогда, когда нужно принять ванную или душ.

Использование электрической отопительной системы на первый взгляд требует основательных финансовых затрат. Хотя при более близком рассмотрении и

тщательном подсчете можно наблюдать совершенно иную картину. Особо обратить внимание следует на экологическую сторону прямого электрического отопления.



Рис. 5 Процесс инфракрасного излучения в доме

Абсолютно все виды отопления, в которых, так или иначе, используется топливо, кроме электричества, способствуют загрязнению окружающей среды: сжигание природного газа способствует образованию жидкого конденсата, сгорание солянки – ядовитых летучих веществ, а в случае с твердым топливом – создаются целые трактаты по степени наносимого ущерба природе и человеку. Особой проблемой считается утечка жидкого топлива и газа в неисправной отопительной системе, которые не только в значительной степени загрязняют окружающую среду, но и становятся существенной угрозой для безопасной жизни людей. Все это не присуще прямому электрическому отоплению. Единственное, что угрожает собственникам электрообогревателей, так это минимальное «сжигание» кислорода.

Филлюк Д.М., Иванюк Д.В.

УПРЕЖДАЮЩЕЕ ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

Нет человека, которого по тем или иным причинам не интересовала бы погода — от элементарного выхода из дома на улицу до принятия крупных технологических, политических и военных решений. Погодные явления начали изучать во время первой мировой войны. Погода — это совокупность значений метеорологических элементов и атмосферных явлений, наблюдаемых в определенный момент времени в той или иной точке пространства. Противоположностью понятия «погода» является понятие «климат». Климат — это среднее состояние атмосферы за длительный период времени. Как погода, так и климат являются результатом взаимодействия атмосферы планеты, космических условий, состояния земной поверхности, физико-химических превращений в воздухе.

Атмосферные явления изучает наука метеорология. Ее развитие показало особенности тепловых режимов, влагооборота, фазовых превращений, электрических

воздействий, акустики. Синоптические карты позволяют дать прогноз погоды для целесообразной деятельности людей.

Однако теле- и радиокomentаторы, другие СМИ не дают простого объяснения метеоявлениям. Публикуемый прогноз погоды в СМИ, ТВ, интернете и т.д. дает только результаты. Это — статика, почти никогда не описывается динамика, т.е. причины и последствия движущих сил в окружающей среде. Поэтому желательно представить физику атмосферных превращений — с одной стороны максимально понятным языком, а с другой — основываясь на законах термодинамики, аэродинамики, механики. Цель — осознанно разрабатывать прогноз погоды, в частности для организации технических действий (отопление, вентиляция, кондиционирование).

В данной работе даются как общеизвестные факты и рассуждения по метеорологическим явлениям, так и малоизвестные, непубликуемые.

Циклоны и антициклоны

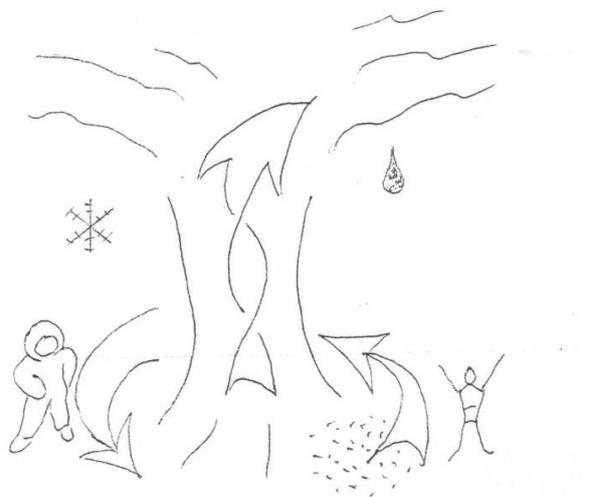
Циклон — это восходящий, поднимающийся вихрь. Диаметр его — сотни километров, высота — десятки. Нижняя часть, у поверхности, вращается против часовой стрелки. К основанию со всех сторон подходят массы воздуха, т.е. этот вихрь у земли сходящийся, конвергентный. Поэтому по законам механики окружная скорость по мере приближения к осевым частям быстро растет, может достигать сотни км/ч. При подъеме воздуха давление снижается, температура падает в соответствии с законами термодинамики, наступает

«точка росы» — относительная влажность доходит до 100 %, пары воды конденсируются в виде капель, размер которых может расти из-за слияния (дождь, туман, снег). Как правило, циклон — это плохая погода. Но при интенсивном вращении в сильно развитом циклоне возникает настолько большое центробежное усилие, что по оси начинает засасываться воздух сверху, воздух здесь опускается вниз и «отходит» от точки росы — становится прозрачным. Это явление называется «глаз циклона». Диаметр «глаза» — десяток км. Вместе со своим циклоном он движется в восточном направлении (эта скорость намного меньше окружной).

Устойчивость, стабильность циклона обеспечивается тем, что при конденсации паров выделяется теплота, т.е. добавочный подогрев улучшает подъем. Поэтому над морями циклоны более могущественны, переходя на сушу, они ослабевают: до Беларуси сильные атлантические циклоны доходят намного ослабевшими, чем они были в Западной Европе.

В верхней части, выше 10-15 км циклон превращается в растекающийся, дивергентный вихрь, обратного вращения, который практически не влияет на погодную ситуацию.

Антициклон — образован опускающимися массами воздуха. Растекаясь по поверхности, они приобретают круговое, спиральное течение: попадая в южные области (говорим о северном полушарии), они «отстают» от движения земной поверхности в восточном направлении, их «заворачивает» по часовой стрелке. Этот



вихрь у земли расходящийся, дивергентный, по мере удаления от оси вращения окружная скорость падает. Поэтому в антициклоне ветра практически нет.

При опускании давление воздуха растет, его температура от этого повышается, состояние отходит от точки росы. Поэтому небо в антициклоне чистое, безоблачное, солнечное. Летом антициклон создает жаркую погоду, т.к. суточная доля светового дня велика, зимой – охлаждение атмосферы из-за большой доли ночного излучения теплоты в космос.

Если по поверхности земли вращение по часовой стрелке (северное полушарие), то верхнее течение антициклона – сходящееся, против часовой стрелки; это движение тоже слабо влияет на погоду. Если в антициклоне у поверхности Земли давление воздуха повышенное, то наверху антициклона – пониженное, вследствие «провала» вниз масс воздуха. Это приводит к переохлажденному состоянию, свидетельством чего является инверсионный след самолета (в циклонах этого не бывает).

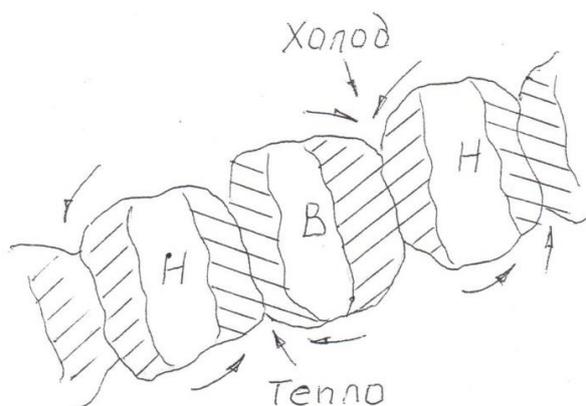


Чередующиеся потоки воздуха приводят к соприкосновениям масс с разной температурой, и охлаждающиеся теплые массы выделяют сконденсированную влагу в так называемом фронте Ф. Холодный воздух снизу вливается под теплый, а теплый – наплывает на холодный сверху. На их границе – интенсивное тучеобразование.

Этим фронты неприятны для людей, но желательны во время потребности в дождях.

Прогноз (предсказание) погоды

Погоду в нашем широтном поясе «делают» циклоны и антициклоны, движущиеся с запада на восток. Они не существуют самостоятельно, поодиночке – обязательно парами циклон-антициклон, вернее – цепь разнородных вихрей, сцепленных друг с другом. Очень важный момент: круговые потоки двух соседних



вихрей по касательной направлены в одну сторону. Если это направление на север, то «подсасываются» южные массы воздуха; если направление соприкасающихся вихрей на юг, увлекаются северные массы воздуха. Понятно, что в первом случае с юга подходит тепло, во втором – холод. Следовательно, в «голове» циклона – сыро и тепло, в «хвосте» циклона – сыро и холодно, аналогично; в голове антициклона – ясно и холодно, в хвосте – ясно и тепло. Зная скорость перемещения

циклона (антициклона) по показаниям метеостанций, по изобарам – расположение центра и окраин циклонов (антициклонов), можно с большой уверенностью предсказать температурный

уровень, влажность, ветер в данной определенной местности. Конечно, прогноз этот краткосрочный, до 3-4 дней.

Другой показатель меняющихся метеоусловий – атмосферное давление: растущее означает приближение антициклона, снижающееся – циклона (соответственно В и Н на рисунке). Антициклон предвещает свое появление и действие инверсионными следами самолетов.

Другие воздействия на погоду

Здесь можно рассказать и о влиянии солнца, и о течениях Эль-Ниньо и Гольфстрим, и об CO_2 . Мы решили рассказать о течении Гольфстрим и CO_2 .

Течение Гольфстрим может проявиться неожиданным образом. Теплота, несомая им, растапливает лед, например, Гренландия. Получившаяся пресная вода легче соленой, перенесенной из Атлантического океана, она сверху накрывает соленую, последняя уходит вниз и меняет направление, а именно – к югу Европы, северу Африки. Вот вам и «перегрев». После этого Гренландия опять охлаждается, Гольфстрим возвращается на обычный маршрут.

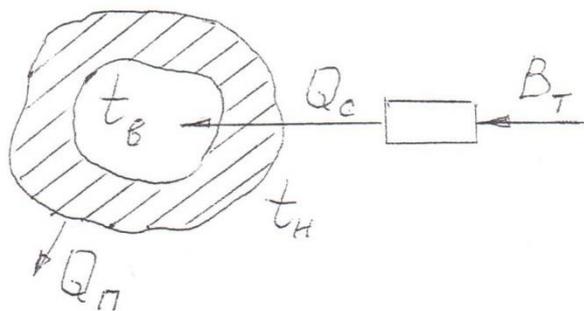
Надо учитывать следующие положения. Вода растворяет в себе газы, в частности CO_2 . Растворимость газа очень зависит от температуры воды. В частности в технике дегазацию воды осуществляют температурным воздействием. Вода занимает существенную долю поверхности Земли. Поэтому возникает вопрос: что первично в проблеме – CO_2 согревает атмосферу, задерживая инфракрасное излучение поверхности, или согретый океан выделяет CO_2 . Для полноты картины по CO_2 необходим регулярный замер температуры воды мирового океана.

Вместе с тем, нельзя полностью отрицать влияние техногенного выброса CO_2 в атмосферу на ее состояние, не стоит только политизировать эту проблему. Сейчас дело за техническим прогрессом, есть много путей, разработок, идей для обеспечения минимизации вредных технических воздействий на планету.

Понимание причин погодных явлений обеспечит предупреждение отрицательных последствий вредных воздействий на человека со стороны окружающей среды.

Погода и теплоснабжение

Понятно, что назначение систем теплоснабжения – поддерживать заданную температуру в определенном объекте. Например, в жилых помещениях это температура воздуха 18-24°C. Этот уровень регламентируется многими условиями, причем не столько гигиеническими или параметрами комфорта, сколько субъективными, бюрократическими предписаниями. Если при индивидуальном теплоснабжении теплопотребитель волен сам выбирать режим работы отопления, то при централизованном теплоснабжении включение/отключение, уровень температур во времени определяется руководящими сферами. Например, действует правило:



система включается тогда, когда в течение пяти суток температура наружного воздуха не выше 8°C. Почему пять суток? Почему 8°C? Какая это температура – средняя, максимальная, минимальная? За какое время? Для подсчета количества теплоты необходимо учитывать среднеинтегральную температуру наружной среды за сутки.

Обобщенная схема теплоснабжения показана на рисунке: t_B – температура в помещении, t_n – наружного воздуха; Q_n – теплопотери в окружающую среду; Q_c – подача теплоты системой теплоснабжения, V_T – расход топлива для получения Q_c . Помещение – внутренний контур, заштрихованная зона – суммарный материал сооружения (строительные конструкции, обустройство квартир, вещи и другие принадлежности населения, временные или постоянные приспособления, мебель и т.д.). Общее правило: $Q_c = Q_n$. Но изменчивость условий тепловых режимов, особенно основных параметров, входящих в расчетные формулы, вводит в методики расчета теплопотерь много допусков, усреднений, эмпирических коэффициентов, областей применения. Используются понятия теплоусвоения, тепловой инерции. Эти расчеты пригодны для стационарных условий, что гарантируется коэффициентами запаса, точность которых не велика.

В переменных режимах по общепринятым методикам отопление включается при достижении заданного t_n . Но при этом надо согреть не только воздух помещения, но и охладившийся материал сооружения.

Новый упреждающий метод регулирования систем теплоснабжения должен заключаться в предварительном включении отопительных устройств, когда разность температур между снижающейся температурой наружного воздуха и температурой материала сооружений еще не велика, следовательно, расход теплоты будет существенно меньше чем в случае охладившегося материала. Такой же прием в конце периода отопления: отключать систему отопления заранее, до наступления повышающейся t_n до уровня «разрешенного» отключения. Это упреждающее регулирование, дающее существенную экономию топлива, возможно только при условии гарантированного прогноза погоды. С учетом тепловой инерции зданий, сооружений, возможно удерживать временные колебания температур в помещениях в пределах $1-2^\circ\text{C}$, что вполне допустимо с точки зрения комфорта для населения, пренебрежимо влияние на физиологию человека. Кроме того, такой режим можно использовать в ночные часы, или ограничением максимума нагрузок. Снижение на треть подвода теплоты в течение 4-6 часов не приведет к значительным колебаниям воздуха в отапливаемом помещении.

Таким образом, точный уверенный прогноз погоды может дать существенный энергосберегающий эффект. При этом не потребуется проводить какие-либо добавочные технические, организационные мероприятия в самой системе теплоснабжения.

Заключение

Погода и климат, являясь условием существования человека на планете Земля, подвергаются периодическим, колебательным, пульсирующим изменениям. Природные, естественные причины этих изменений не вызывают сомнений. Антропогенные воздействия, безусловно, значительные в местном, региональном масштабе, несмотря на угрожающую пропаганду, пока не достигли катастрофических значений. Осознание их опасности, материальные возможности, интеллектуальные способности позволяют надеяться на снижение доли антропогенных причин ухудшения свойств воздушной среды. В широтном поясе Земли, куда входят и Республика Беларусь, погода образуется в основном действием циклонов и антициклонов. Эти воздушные вихри рождаются по законам физики, механики, термодинамики и обуславливают техническую и социальную деятельность человека. Знание закономерностей процесса их существования позволяют объяснять и прогнозировать их влияние на биосферу Земли. Республика Беларусь расходует значительную часть бюджета на энергоресурсы для систем теплоснабжения.

Правильное регулирование расхода энергии означает точное согласование выдачи и потребления этого ресурса, что основано на учете и прогнозировании погодных условий. Желательно в СМИ шире давать информацию о погодных и климатических проблемах, о так называемом «глобальном потеплении», о технических возможностях в области энергетики, привлекать специалистов из различных отраслей науки и техники к обсуждению актуальных проблем, касающихся процессов в окружающей среде.

Бойко С.В., Матлашук Д.В.

СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПЕЧИ-КАМИНА С ВОДЯНЫМ КОНТУРОМ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

При устройстве камина в частном доме или на загородной даче следует, прежде всего, определиться с его функциональным назначением. Классический вариант с открытым порталом более всего подходит для обогрева конкретного помещения – холла или гостиной, и не рассчитан на отопление всего дома. С подобной задачей вполне справляются каминные с системой распределения нагретого воздуха по специально подведенным трубам или каналам. Однако для уже существующей постройки, реализация такого решения затруднительна, так как предполагает масштабные ремонтные работы. Топки каминные с водяным контуром предоставляют возможность полноценного обогрева жилья небольшой площади. Они могут подключаться к установленным в доме радиаторам отопления.

Устройство и принцип работы каминных топок с водяным контуром

Каминные топки, отличаясь габаритами или внешним видом, имеют, тем не менее, практически одинаковое конструктивное исполнение, представленное на рисунке 1. Защищенная жаропрочным стеклом камера сгорания в своей нижней части оснащена колосниковой решеткой. Эффективность горения размещаемого на ней топлива обеспечивается подводом воздуха снизу, через зольник. Выполняющий функцию поддувала, он может быть выполнен в виде извлекаемого лотка или небольшой дверцы. В верхней части топки или ее боковые стенки встроен теплообменник, выполненный в виде змеевика. В зависимости от модели печи-камина могут быть также предусмотрены карманы и отверстия для конвекционного выхода нагретого воздуха, отсекатели пламени и другие элементы.

Верхняя часть каминной топки обычно представляет собой куполообразный дымосборник, подсоединяемый к дымоходу. Для правильного функционирования камеры сгорания важно правильно рассчитать его сечение, так как от этого во многом зависит нормальная тяга и, как следствие, – мощность отопительного прибора. Регулирование мощности топки обычно производится вручную посредством ограничения тяги поступающего через зольник приточного воздуха или при помощи шиберной заслонки дымохода.

Схематично принцип действия отопительной системы дома с используемыми подобными устройствами можно описать следующим образом.

Выходной патрубок теплообменника подключают к магистральной трубе, ведущей к ближайшей от топки батарее. Последовательно соединенные трубопроводом все радиаторы отопления, закольцованные на входной патрубок теплообменника, образуют замкнутый контур.

Работая по вышеописанному принципу, топка каминная с водяным контуром имеет две схемы подключения: открытую и закрытую.

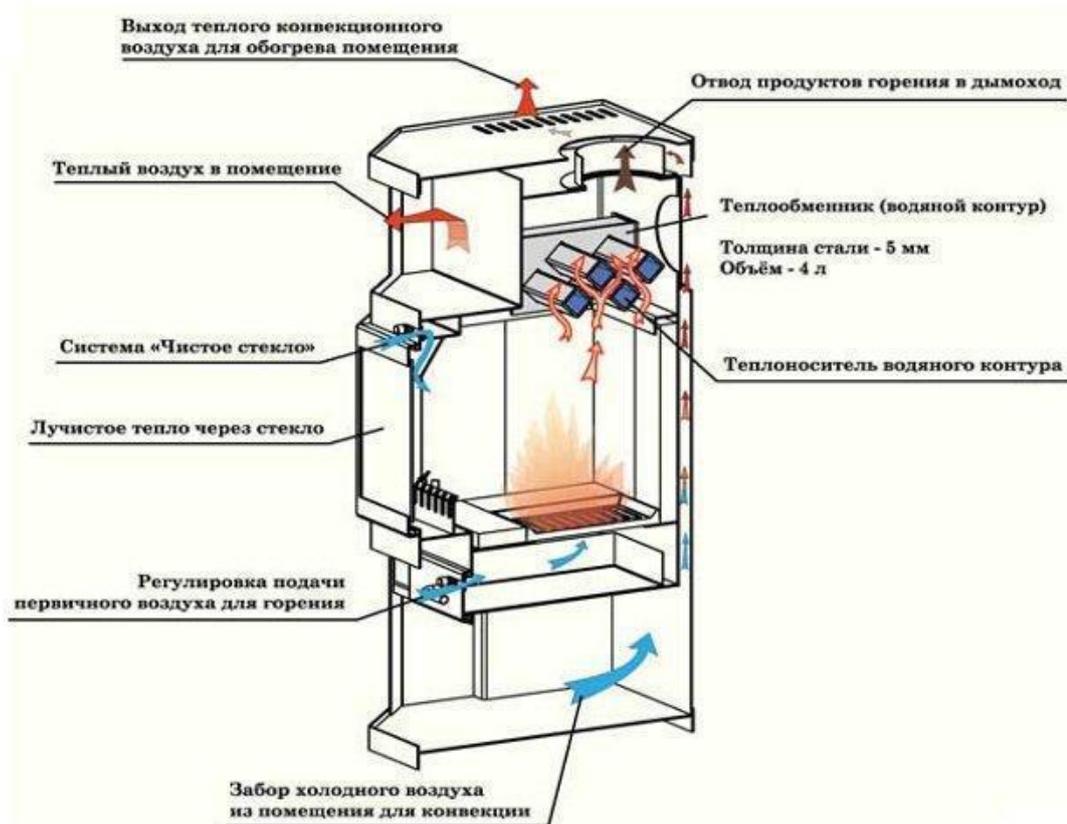


Рисунок 1. Конструкция каминной топки.

Открытая схема подключения топки к отопительному контуру дома, представленная на рисунке 2а, применяется при естественной циркуляции теплоносителя в системе и предусматривает установку открытого расширительного бака в ее самой верхней точке. Нагреваемый теплоноситель, расширяясь, вытесняется в свободный объем емкости, не создавая избыточного давления в контуре, чем обеспечивается максимальный уровень безопасности при эксплуатации. Основным недостатком здесь является сложность монтажа всей системы отопления, который должен гарантировать ее работоспособность в самотечном режиме циркуляции теплоносителя.

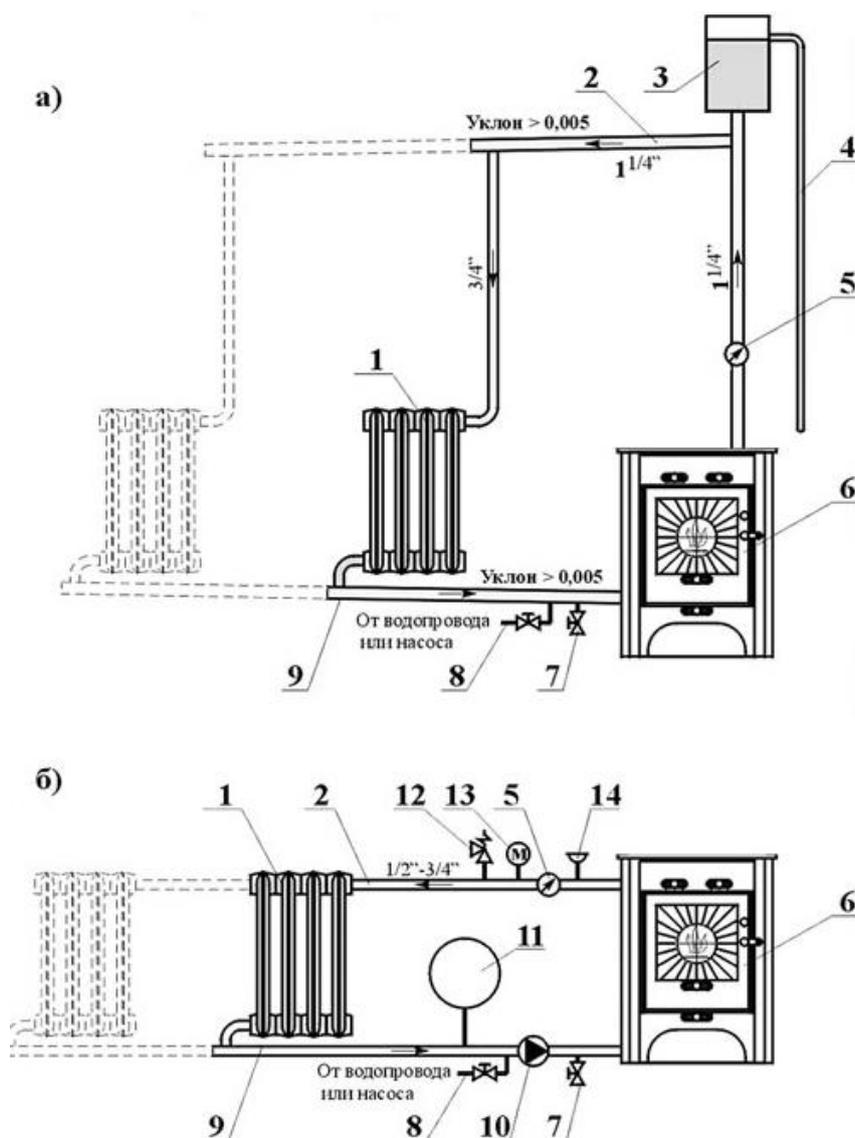
Целесообразность применения закрытой схемы подключения топки (рис. 2б) обусловлена значительной протяженностью отопительного контура, в котором по тем или иным причинам естественная циркуляция теплоносителя невозможна. В этом случае она осуществляется принудительно, с применением нагнетающего электронасоса. Основной особенностью здесь является устанавливаемый расширительный бак закрытой конструкции мембранного типа с предохранительным выпускным клапаном. Главный недостаток подобных систем состоит в необходимости обеспечения насоса электроэнергией для его бесперебойной работы.

Достоинства и недостатки

Каминная топка с водяным контуром, помимо источника тепла, может являться дополнительным элементом интерьера в доме. Если после установки и подключения

все коммуникации спрятать под облицовку, она будет выглядеть как обычный камин. Такой вариант избавит от тщательных расчетов, сооружения отдельного фундамента и дорогостоящих работ по возведению камина из кирпича. Кроме того, установка топki предоставляет домовладельцам:

- возможность закупки альтернативных видов топлива по сравнительно малым ценам, особенно в лесных регионах;
- полную автономность в теплоснабжении;
- независимость от газораспределительных или электрических сетей;
- возможность совмещения с уже имеющимися теплогенерирующими приборами;
- отсутствие каких-либо разрешительных документов на установку и эксплуатацию оборудования от соответствующих надзорных учреждений.



а) открытая; б) закрытая: 1 – радиатор; 2 – трубопровод горячей воды; 3 – бак расширительный открытого типа; 4 – трубопровод сигнальный; 5 – термометр; 6 – камин; 7 – кран сливной; 8 – трубопровод подпитки; 9 – трубопровод обратной воды; 10 – насос циркуляционный; 11 – бак расширительный закрытого типа; 12 – клапан предохранительный; 13 – манометр; 14 – воздухоотводчик.

Рисунок 2. Рекомендуемая схема подключения к отопительной системе.

Являясь, по сути, твердотопливными агрегатами прямого горения, они обладают всеми присущими им недостатками:

- довольно низкий КПД и быстрое сгорание топлива, закладку которого необходимо обновлять, в среднем, каждые 3-4 часа;
- отсутствие должной автоматизации, усложняет процесс эксплуатации каминной топки по сравнению с альтернативными типами оборудования, используемого для отопления дома.

Особенности эксплуатации

Делая выбор в пользу каминных топок для отопления дома, следует учитывать некоторые особенности их эксплуатации. При подборе подходящей модели, помимо технических характеристик, рекомендуется обращать внимание на некоторые инженерные решения, способствующие более эффективной работе отопительного прибора. Укажем некоторые из них:

- увеличение объема камеры сгорания, способствующее размещению в ней большего количества топлива;
- пиролизный способ сжигания, предусматривающий наличие дополнительного отсека для догорания древесных газов в камере каминной топки;
- направленная подача воздуха непосредственно в зону горения;
- верхнее горение, обусловленное особой закладкой топлива.

Подобные инновации в каминных топках увеличивают теплогенерацию и длительность горения, значительно уменьшают зольность и делают выхлоп более чистым с экологической точки зрения. Как следствие, уменьшается загрязненность камеры сгорания и дымохода.

Заключение

Несмотря на внедрение инженерных инноваций, низкий КПД каминных топок не всегда позволяет применять их в качестве единственного источника тепла в доме. В условиях сурового климата и при отсутствии централизованного газоснабжения более рациональным решением станет использование твердотопливных котлов совместно с каминной топкой, которая в этих случаях будет служить в качестве дополнительного или запасного теплового агрегата. Недостаток таких отопительных систем состоит в том, что обе теплогенерирующие установки плохо поддаются автоматизации. Более стабильное поддержание температуры жилища способен обеспечить симбиоз каминной топки с водяным контуром и электрических или газовых водяных котлов. Достаточный уровень их автоматизации позволяет отключать прибор при повышении температуры теплоносителя в общем отопительном контуре дома при работе каминной топки. Находясь в режиме ожидания, котлы не будут использовать никакой энергии. При прогорании топлива в камине и понижении температуры в системе, автоматика вновь подключит основной отопительный прибор.

Несомненным достоинством подобных систем является возможность существенной экономии энергоносителей путем временной замены их твердыми видами топлива, сжигаемого в камине. Однако их монтаж обойдется довольно дорого, а выполнять его могут только специалисты.

Список используемых источников:

1. <http://semidelov.ru/mar/topki-kaminnye-s-vodyanym-konturom-printsip-raboty-ustrojstvo-eks;>
2. [http://domavir.com/kommunikacii/otoplenie/pech-kamin-s-vodyanym-konturom-otopleniya.html.](http://domavir.com/kommunikacii/otoplenie/pech-kamin-s-vodyanym-konturom-otopleniya.html)

Мешик К.О.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ СТОЧНЫХ ВОД В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-13

Вопрос внедрения энергосберегающих технологий генерации теплоты посредством использования нетрадиционных и возобновляемых энергоресурсов является одним из наиболее актуальных вопросов тепловой энергетики [1]. Огромное количество мировой энергии производится путём сжигания ископаемых видов топлива, являющихся невозобновляемым энергетическим ресурсом, который с годами становится всё дороже, а способ добычи всё более затратным [2]. Помимо этого, данная проблема имеет ряд негативных последствий для развития различного рода экосистем и экологии в целом. В данной ситуации необходимость сбережения и рационального использования топливно-энергетических ресурсов становится наиболее востребованной [3].

Сточные воды — это постепенно набирающий популярность возобновляемый энергетический ресурс, обладающий большим количеством преимуществ с точки зрения рекуперации. Важность использования потенциальной теплоты сточных вод отражена в исследованиях [4, 5], согласно которым до 40% используемой теплоты отправляется в канализацию, что подчёркивает необходимость баланса энергии сточных вод в масштабах города [6]. Существуют различные системы утилизации данной теплоты: комбинированные системы, включающие в себя использование энергетического потенциала очистных сооружений с помощью мощных тепловых насосов, и локальные системы, работающие по принципу использования теплоты посредством установок утилизации, располагаемых в подвалах домов. Однако в данных системах присутствуют существенные недостатки, понижающие эффективность использования сточной воды в качестве теплового ресурса. Самыми значительными из них являются:

- потеря низкопотенциального тепла ввиду транспортировки полученной энергии (для комбинированных систем);
- проблема установки теплообменников в подвальных помещениях зданий (для локальной системы).

В качестве альтернативы могут быть использованы децентрализованные тепловые системы. Одним из самых значительных достоинств децентрализованных тепловых систем является повышенная надёжность теплоснабжения [3]. Причиной данного преимущества, прежде всего, является отсутствие связи с тепловыми сетями. В сравнении с комбинированными и локальными, децентрализованная система частично устраняет их основные недостатки (теплообменный аппарат располагается вне жилого здания, а потеря низкопотенциального тепла при транспортировке энергии будет минимальной в связи с небольшим расстоянием от теплообменника до потребителей тепловой энергии).

Одним из перспективных вариантов является использование тепловых насосов.

Согласно общемировым тенденциям спрос на тепловые насосы ежегодно растёт (как и производство). За последние десять лет теплонасосное теплоснабжение уверенно развивается и находит всё больше потребителей в различных странах. В соответствии с прогнозами Мирового энергетического комитета (МИРЭК) к 2020 г. в

развитых странах 75% тепла для отопления и горячего водоснабжения будет поступать от тепловых насосов [7].

В качестве уникального примера можно привести Швецию, где использование тепловых насосов в системах теплоснабжения составляет уверенную конкуренцию с традиционной теплоэнергетикой, основанной на сжигании органического топлива. В этой стране сегодня более 50% тепла вырабатывается при помощи теплонасосных установок. После нефтяного энергетического кризиса 1970 года в Швеции центральной задачей стал вопрос энергосбережения, в результате чего стране удалось значительно снизить зависимость теплоэнергетики от органического и ядерного топлива. Сравнительная характеристика распределения тепловой энергии Швеции за 40 лет представлена ниже (рисунок 1) [1].

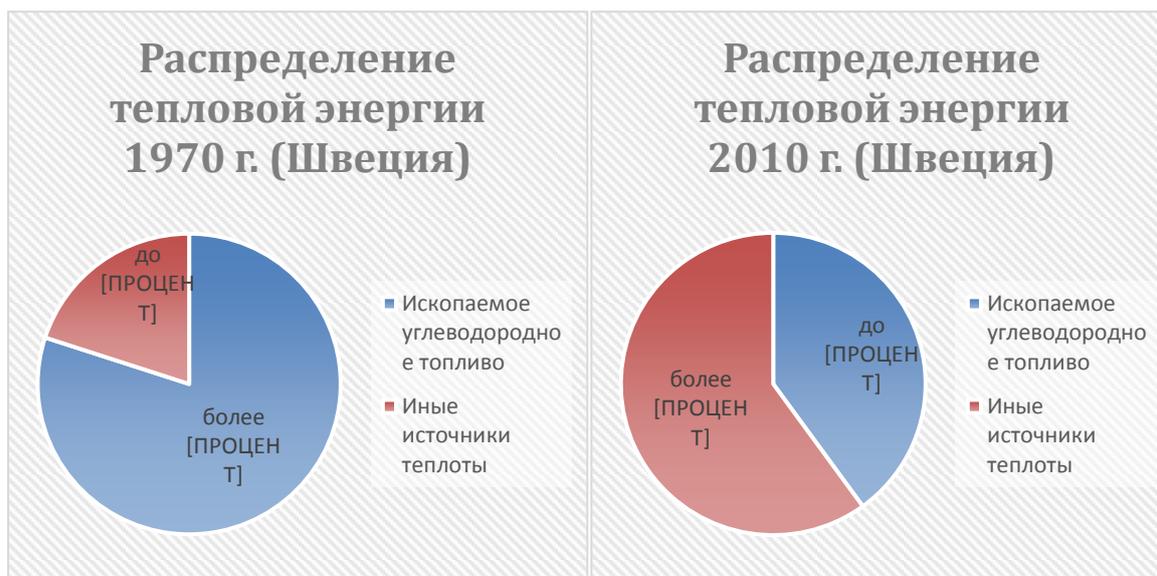


Рисунок 1. Распределение тепловой энергии 1970 – 2010 гг. (Швеция).

Сжигание газа, жидкого топлива и угля к 2020 году, согласно заявлению министра энергетики, будет полностью исключено из процессов производства коммунальной теплоты в системах отопления и горячего водоснабжения страны [1]. Для достижения данной цели планируется широкомасштабное внедрение теплонасосных технологий.

Также интересным примером работы децентрализованной системы является новая японская система теплоснабжения ДНС (в районе Когаку 1-chome в Токио). Принцип её действия основан на использовании теплоты необработанных сточных вод. Согласно заявленным характеристикам, утилизация данного тепла уменьшит потребление энергии и выброс парниковых газов. Числовые параметры данной системы представляют собой следующие значения [7]:

- уменьшение потребления энергии на 20 %;
- выброс CO_2 — на 40 %;
- выброс NO_x — на 37 %.

Для удаления большинства взвешенных твердых частиц в стоках применяется автоматический фильтр. Для защиты от коррозии деталей насоса в качестве основного материала используется нержавеющая сталь, для труб теплообменника — титан. На станции в Токийском районе Когаку 1-chome работают 3 тепловых насоса. Они располагают следующими характеристиками (Таблица 1).

Для выравнивания тепловой нагрузки и использования недорогого ночного электричества на станции установлены баки-аккумуляторы общим объемом 1520 м^3 .

В Республике Беларусь использование тепловых насосов в системах теплоснабжения на данный момент не применяется широко. Основными причинами отсутствия большого спроса являются:

- Высокая стоимость требуемого оборудования;
- Ориентация к традиционному централизованному теплоснабжению;
- Использование дополнительной электроэнергии.

Таблица 1 – Характеристики охлаждающей и нагревающей способностей тепловых насосов, установленных в систему теплоснабжения ДНС.

Наименование	Охлаждающая способность	Нагревающая способность
НР1	10,5 МВт	12,8 МВт
НР2	10,5 МВт	12,8 МВт
НР3	3,9 МВт	5 МВт

Что касается использования децентрализованной системы теплоснабжения, которая позволяет сэкономить на приобретаемом оборудовании (используется один теплообменник для нескольких жилых домов) и, в тоже время, добиться минимальных потерь тепловой энергии сточных вод при транспортировке, то данная система будет иметь высокую эффективность в местах слабой доступности к централизованному теплоснабжению. Помимо этого, использование децентрализованных систем теплоснабжения способствует улучшению экологической обстановки, позволяя существенно сократить вредные выбросы от сгорания топлива в атмосферу.

Список использованных источников:

1. Мацкевич Ю.М. Об использовании тепловых насосов в мире и что тормозит их широкомасштабное внедрение в Украине / Ю.М. Мацкевич [и др.]. // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2014. – № 2. – С. 2 – 17.
2. Устойчивое развитие: региональные аспекты: сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых в рамках года науки в Республике Беларусь / Брест. гос. техн. ун-т; под ред. А.А. Волчека и [др.]. – Брест: БрГТУ, 2017. – С. 336 – 339.
3. Децентрализованные системы теплоснабжения: Доклад на второй научно-практической конференции «Системы теплоснабжения. Современные решения» / А.В. Мартынов // Звенигород. – 2006. – 16-18 мая.
4. Chae, K. Flexible and stable heat energy recovery from municipal wastewater treatment plants using a fixed-inverter hybrid heat pump system / K. Chae, X. Ren // Applied Energy. – 2016. – № 179. – P. 565–574
5. Hepbasli, A. A key review of wastewater source heat pump (WWSHP) systems. / A. Hepbasli [and others] // Energy Convers Manage. – 2014. – 88:700–22.
6. Laanearu, J. A review on potential use of low-temperature water in the urban environment as a thermal-energy source / J. Laanearu [and others] // Materials Science and Engineering. – 2017. – № 251. – P. 4 – 5.
7. Шинкевич, Т.О. Компрессионные тепловые насосы в системах отопления / Т.О. Шинкевич, О.С. Попкова, О.П. Шинкевич // КубГАУ – 2011. – № 68.

Бойко С.В., Киселев А.В., Матлашук Д.В.

ИМПУЛЬСНОЕ ДЫМОУДАЛЕНИЕ ГАЗОВ ИЗ ТГУ НА ОРГАНИЧЕСКОМ ТОПЛИВЕ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

Цели исследования

- Определить целесообразность конструкций для промышленного испускания дымовых газов ТГУ на органическом топливе.
- Выявить основные закономерности движения периодических выхлопов из ТГУ в атмосферу.

История дымовых труб насчитывает несколько тысячелетий. Но проблема создания устройств для отвода продуктов сгорания особенно остро встала с развитием промышленности: в связи с выбросом в атмосферу большого количества ядовитых газов и частиц разнообразного химического состава. Эта смесь губительно воздействует на все живое. Вот почему в последние десятилетия так стремительно растут ввысь заводские трубы. Ведь чем выше труба и чем лучше в ней тяга, тем выше можно отвести «выхлоп». Величина движущегося напора рассчитывается по формуле ниже.

$$\Delta P_e = h(\rho_{\text{холодного}} - \rho_{\text{горячего}}) = \Delta P_{\text{сопр}}$$

где ΔP_e – естественное давление,

h – высота дымовой трубы,

$\Delta P_{\text{сопр}}$ – сопротивление газового потока ТГУ,

$\rho_{\text{холодного}} - \rho_{\text{горячего}}$ – разность плотностей горячего и холодного дыма.

Это сокращает концентрацию вредных веществ вблизи производства. Современная дымовая труба – сложное инженерное сооружение. Чаще всего это две трубы «труба в трубе», а именно: металлическая – газоотводящая и наружная, железобетонная, воспринимающая все нагрузки, действующие на сооружение. В связи с этим, стоимость строительства данных труб очень высока и возрастает пропорционально кубу высоты. Так как данная проблема дымоудаления актуальна, то многие ученые начали задумываться о способах её решения. Далее будут рассмотрены различные виды и способы решения данной проблемы.

Трубу можно сделать и не жесткой, а из гибкого материала. Такой вариант предложил в 1970 Р. Секор. По его мнению, длинную полимерную «кишку» тащит вверх подъемная сила привязанного к верхушке шара с гелием. Фиксирующие растяжки предотвращают чрезмерный изгиб трубы при сильном ветре.

В 1983 году А. Степаненко и П. Каминский предложили поднимать газы с помощью аэростатов. Разработанное устройство отвода отходящих газов содержит две гибкие оболочки аэростата в виде сильфонов – гофрированных и складывающихся наподобие гармошки. Оболочки связаны тросами и лебедками. Работает установка так: вначале одна оболочка заполняется газом и устремляется вверх, сматывая при этом тросы с лебедок. По достижении заданной высоты верхние тросы с помощью лебедок тянут верхнюю часть оболочки вниз, при этом сильфон сжимается, выпуская через клапан газы наружу. После этого потерявший часть содержимого и, соответственно, подъемной силы сильфон опускается вниз. В это же время заполняется газом и поднимается тем же порядком другой сильфон,

обеспечивая непрерывность работы. Достоинство проекта, возможно, еще и в том, что газы можно выбрасывать на высоте, не доступной никакой жесткой трубе, а там, на заоблачных высотах, вредные окислы под воздействием ультрафиолетовых лучей нейтрализуются, распадаясь на более безобидные элементы.

В 1981 году Н. Масленников снабдил верхушку вытяжной трубы спирально расположенными каналами в виде воздухоотводов, которые можно согнуть, к примеру, из жести. Каналы, широкие на входе, поднимаясь по спиральям к верхнему срезу трубы, сужаются. За счет этого влетающие в них потоки воздуха движутся с возрастающей скоростью, активнее «высасывая» дым из трубы и формируя из него вертикальный столб.

Ветер, конечно, дует с разной скоростью и в разных направлениях, следовательно, работает с разной эффективностью. Чтобы добиться относительного постоянства его действия в 1984 году они использовали принцип флюгера применительно к трубе. Флюгер насаживается на верхушку трубы, благодаря подшипникам вращается оболочка-флюгер с лопастью. При ветре флюгер разворачивается так, что потоки воздуха влетают в его входные отверстия, и выходное отверстие дымовой трубы омывается этим потоком, увлекая вверх дым и способствуя тем самым его более высокому подъему. Кроме того, при такой конструкции оголовок трубы хорошо обтекается, поток дыма турбулизуется, «растрепывается» минимально, следовательно, и поверхность его соприкосновения с наружным, холодным воздухом тоже наименьшая, а это, в свою очередь, позволяет столбу дыма дольше сохранить высокую температуру и дольше продолжать подъем.

Но уж если устанавливается безветренная погода, то для «подталкивания» дыма вверх приходится тратить дополнительную энергию. К такой мысли пришел Л. Фелдман в 1972 году, превратив верхушку трубы в вентилятор, лопасти которого, создающие восходящий поток воздуха, приводятся во вращение от электродвигателя.

Серебряниковы А. и С. в 1981 году решили вставить внутрь трубы изогнутый волновод из гибкой пружинистой стальной ленты. Нижний конец его связан через кривошипно-шатунный механизм с электродвигателем. Двигатель через кривошип сообщает ленте возвратно-колебательные волнообразные движения. Удаляемые газы заполняют впадины между волноводом и стенками и завихряются, причем в каждой впадине в разные стороны. Так что из такой трубы будут вылетать компактные порции дыма в виде вихревых цилиндров, вращающихся в противоположных направлениях. А поскольку дым бывает разный горячий и холодный, с теми или иными примесями, с тяжелыми или легкими частицами, да и погодные условия постоянно меняются, то и подход к дыму возможен индивидуальный. С помощью предлагаемой конструкции можно регулировать процесс, изменяя частоту и колебания волновода или его механические характеристики.

Еще один вариант тех же авторов: если в одной трубе расположить кольцеобразно несколько подобных волноводов, то из трубы будут вылетать уже не дымные цилиндры, а дымные кольца. Было замечено, что колечки дыма поднимаются вверх довольно высоко не теряя своей формы и не рассеиваясь. А ведь это главное в описываемой проблеме.

Серебряниковы А. и С. в 1983 году заложили в свой проект ускоритель дыма из двух роторов с упругогибкими лопастями. Вращаясь в противоположные стороны, лопасти захватывают порции дыма, при этом нижние лопасти, соприкасаясь, отсекают эти порции. При дальнейшем вращении верхние лопасти раскрываются, создавая фронт разрежения, за счет чего газы выталкиваются вверх с образованием кольца при соударении с атмосферным воздухом.

Сейчас много пишут о мирном использовании взрыва. Мирный взрыв для решения «дымной» проблемы попытались применить В. Северянин и В. Лысков в 1971 году. Они предложили окружить выходную часть газоотхода несколькими выхлопными патрубками. В нижней части каждого из них имеется взрывная камера. В камеры периодически подается воспламеняемая тепловоздушная смесь. Она, как в двигателях внутреннего сгорания, поджигается запальниками, и образующиеся при микровзрывах ударные волны выталкивают очередную скопившуюся в верхушке трубы порцию газов в виде тороидального вихря вверх.

К диафрагме обратились за помощью Н. Зерцалов и Л. Ирых. В 1983 г. они опубликовали авторское свидетельство по которому плоская гофрированная диафрагма располагается в верхней части трубы, а перемещение ее вверх-вниз осуществляется от генератора возвратно-поступательного движения электродвигателя, воздействующего на диафрагму через гибкую пружинную систему.

К вашему вниманию представляем и нашу установку. Основной принцип ее основан на получении дымных колец, ведь именно они поднимаются вверх довольно высоко не теряя своей формы и не рассеиваются. А это главное в проблеме дымоудаления. Принцип работы установки подразумевает заполнение газовой камеры дымом через газопровод. При определенной концентрации начинает срабатывать генератор возвратно-поступательного движения, что движет гибкой диафрагмой. Она же, начинает придавать дыму импульс. Данный газ, при прохождении через сопло должен и образовывать пучки дыма (кольца). Альтернативой гибкой диафрагмы могут быть различного рода поршни как жидкие так и твердые. Чтобы выявить наиболее эффективный способ получения пучков дыма (колец) необходимы дальнейшие исследования по возможности на конкретных промышленных установках.

Нелишне упомянуть, что описанные выше предложения хотя и усложняют конструкцию труб, но в то же время позволяют строить их значительно более низкими. Окончательное слово – что выгоднее – должны сказать экономисты.

Список использованных источников:

1. «Ежемесячный научно-популярный и общественно-политический иллюстрированный журнал президиума Российской академии наук» В.А. Кириллин.

Жигало П.Ю., Самсоник М.В.

УСТАНОВКИ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

Пульсирующему горению присущ ряд свойств:

- **интенсификация горения.** В диффузионной области реагирования, основной для топочной техники, скорость горения, т. е. теплонапряженность процесса, зависит от условий смесеобразования, обдувания частицы топлива. В пульсирующем потоке скорость обдувания, турбулизация несравненно выше, чем в стационарном;
- **интенсификация конвективного теплообмена.** Это наиболее изученное свойство пульсирующих газовых потоков. Применительно к котлам особо следует

подчеркнуть, что наибольшая интенсификация (в несколько раз) наблюдается для малых чисел Рейнольдса, характерных для плотных пучков компактных теплообменников:

– **самонадув.** Устройство пульсирующего горения является как бы газовым насосом, что позволяет ему работать в режиме самостоятельного обеспечения воздухом как для горения, так и для удаления продуктов сгорания и даже прокачки их через какую-либо аэродинамическую нагрузку. Если же в устройстве имеется дутьевой вентилятор, то расход энергии на него снижается;

– **очищающее действие пульсаций на поверхности нагрева.** Пульсирующий газовый поток воздействует на внешнюю поверхность теплообменных элементов двумя способами: как обычная струя с переменной скоростью и как акустическая волна. Известен метод очистки энергетических котлов, котлов-утилизаторов на базе этого явления;

– **уменьшение вредных выбросов.** Нормальная работа устройства пульсирующего горения не допускает не только выделения недожогов, но характеризуется на порядок меньшими выбросами оксидов азота;

– **снижение температуры факела.** Так как часть энергии топлива идет на создание колебаний газового потока, энтальпия и, следовательно, температура продуктов сгорания несколько снижается (порядка 5...10 %). Это облегчает работу материала топочной камеры;

– **уменьшение эксергетических потерь.** По сравнению с обычными способами сжигания топлив, когда эксергетический КПД топки практически равен нулю, пульсирующее горение позволяет реализовать напрямую механическую работу без конструкционных затрат. Эксергия реализуется, например, в ПуВРД, в бескомпрессионных ГТУ и т. д. Для котлов — это режим самонадува.

– **теплофикационный эффект.** Общий смысл теплофикации — передача теплоты потребителю от рабочего тела, которое предварительно произвело механическую работу. Расчеты показывают, что благодаря этому эффекту режим самонадува позволяет экономить примерно 10 % топлива по сравнению с наддувом вентилятором с электроприводом;

– **стабилизирующее действие теплосъема на режим пульсаций.** Оказывается, если максимум теплоотвода от газа к стенке при пульсациях скорости попадает в фазу разрежения, то автоколебания усиливаются. Эти условия реализуются в описанных далее устройствах. Практическое достоинство этого свойства — сочетание высокофорсированного горения и утилизации теплоты в одном агрегате;

– **распыление жидкостей.** Пульсации газового потока деформируют и разрушают струи и капли жидкости, объемы и потоки других газов. Это свойство улучшает смесеобразование, смягчает требования к форсункам и горелкам, насосам и фильтрам;

– **шумогасящее действие теплотехнических объектов.** Достоинства пульсирующего горения реализуется благодаря пульсациям давления, а это — источник мощного акустического излучения (в самом устройстве 100...120 дБА). Поверхность нагрева, размещенная в устройстве или сразу за ним, служит средством защиты от акустического загрязнения окружающей среды. Поэтому утилизация теплоты и кинетической энергии газа в этом объекте совмещает шумоглушение с решением основной теплоэнергетической задачи. По патентной литературе известно много схем маломощных водо- и воздухонагревателей с пульсирующим горением, но энергетические котлы с этим новым способом сжигания топлив практически не известны.

Установки с пульсирующим горением имеют следующие особенности:

1) **видимое отсутствие топки.** Процесс горения настолько интенсивен. Что без опасения возникновения недожогов возможен теплосъём прямо с факела;

2) **возможное выпадение конденсата.** Интенсивный теплообмен на поверхностях нагрева при умеренной их величине приводит к переохлаждению продуктов сгорания; точка росы, с одной стороны, увеличивает КПД агрегата, с другой — требует высококачественных металлов труб и газоходов;

3) **гибкость компоновочных решений.** Камеры пульсирующего горения, являющиеся основой этих котлов, кроме малых удельных габаритов, допускают любую ориентацию, изменение формы, различные стыковки с другими элементами котлов;

4) **пониженные требования к топливу.** Сильная турбулизация при смесеобразовании позволяет сжигать низкосортные загрязненные топлива. распыляющее действие колеблющегося газового потока ведет к возможности снижения давления топлива перед форсункой (горелкой) и безнапорной подаче при слоевом пульсирующем горении;

5) **унификация по топливу.** В одной и той же конструкции можно сжигать широкую гамму топлив. Это объясняется, в частности, сближением эмиссионных характеристик факелов. Например, переход с жидкого на газообразное топливо требует замены только распылителей;

6) **снижение расхода энергии на собственные нужды.** Расход энергии на подачу воздуха для горения и удаления уходящих газов может быть сведен к нулю. Вентиляторы необходимы только для пускаостановочных режимов;

7) **шум и вибрации.** Пожалуй, это главный фактор, препятствующий широкому использованию котлов с пульсирующим горением. Но его следует считать скорее субъективным тормозом, так как имеются целесообразные технические решения шумоглушения (теплообменник как акустическая нагрузка; компоновка модульных схем; газоходы с демпферами; изолированные котельные и др.), а вибрации при силе звука 90...120 дБА вполне переносимы котельным оборудованием;

8) **модульный принцип увеличения мощности.** Габаритное масштабирование для пульсирующего горения вряд ли применимо. Данные установки целесообразны для котлов малой и средней мощности. Для увеличения тепловой мощности агрегата до некоторой величины можно увеличивать количество установок, являющихся модулями.

Список использованных источников:

1. “Вестник Московского государственного технического университета”, 1995;
2. “Энергетика”, 2001.

Курись А.Г, Антонович А.А.

СОВРЕМЕННЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

Солнечная энергия на Земле используется с помощью солнечных энергетических установок, которые можно классифицировать:

- по виду преобразования солнечной энергии в другие виды энергии – тепло или электричество;
- по концентрированию энергии – с концентраторами и без концентраторов;
- по технической сложности – простые (нагрев воды, сушилки, нагревательные печи, опреснители и т. д.) и сложные.
- по стационарности: переносные, передвижные и стационарные СЭУ, отличаются друг от друга как по массо-габаритным характеристикам, так и по сложности конструктивного исполнения.
- по виду ориентации на солнце -с постоянной (неизменной) ориентацией на поверхности земли и с системой слежения за Солнцем с целью максимизации прихода солнечного излучения на поглощающую поверхность

Сложные солнечные энергетические установки можно разделить на два подвида. Первый базируется в основном на системе преобразования солнечного излучения в тепло, которое далее чаще всего используется в обычных схемах тепловых электростанций. К таким установкам относятся башенные солнечные электрические станции, солнечные пруды, солнечные коллекторы, в которых происходит нагрев воды с помощью солнечного излучения. Второй подвид солнечных энергетических установок базируется на прямом преобразовании солнечного излучения в электроэнергию с помощью солнечных фотоэлектрических установок.

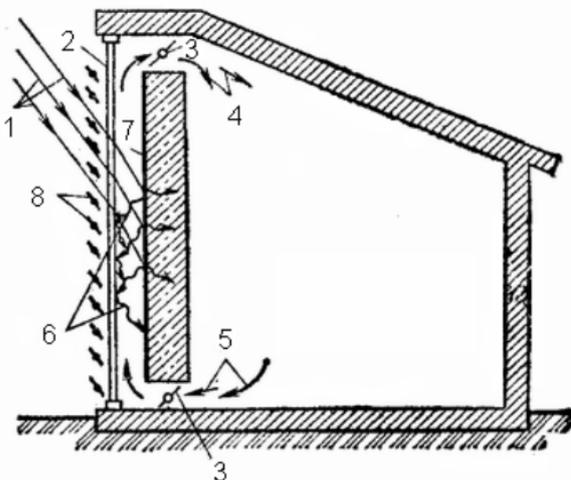
В настоящее время в мире наиболее перспективными являются два вида солнечных энергетических установок:

- солнечные коллекторы;
- солнечные фотоэлектрические преобразователи.

Системами солнечного отопления называются системы, использующие в качестве теплоисточника энергию солнечной радиации.

По способу использования солнечной радиации системы солнечного низкотемпературного отопления подразделяют на пассивные и активные.

Пассивными называются системы солнечного отопления, в которых в качестве элемента, воспринимающего солнечную радиацию и преобразующего ее в теплоту, служат само здание или его отдельные ограждения (здание-коллектор, стена-коллектор, кровля-коллектор и т. п.).



- 1 – солнечные лучи; 2 – лучепрозрачный экран; 3 – воздушная заслонка; 4 – нагретый воздух; 5 – охлажденный воздух из помещения; 6 – собственное длинноволновое тепловое излучение массива стены; 7 – черная лучевоспринимающая поверхность стены; 8 – жалюзи.

Рис.1 Пассивная низкотемпературная система солнечного отопления «Стена-коллектор»

Активными называются системы солнечного низкотемпературного отопления, в которых гелиоприемник является самостоятельным отдельным устройством, не относящимся к зданию. Активные гелиосистемы могут быть подразделены:

- по назначению (системы горячего водоснабжения, отопления, комбинированные системы для целей теплоснабжения);
- по виду используемого теплоносителя (жидкостные – вода, антифриз и воздушные);
- по продолжительности работы (круглогодичные, сезонные);
- по техническому решению схем (одно-, двух-, многоконтурные).

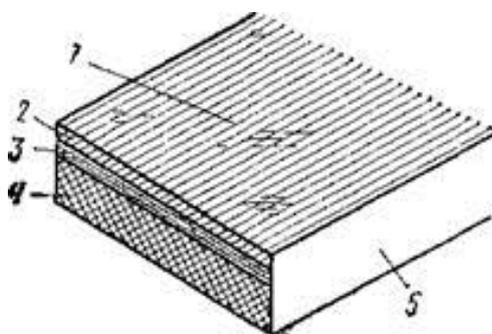
Солнечный коллектор является основным компонентом солнечной энергетической системы, преобразует лучистую энергию солнца в полезную тепловую энергию и отдает это тепло теплоносителю. Теплоноситель переносит тепло в здание или в аккумулятор для дальнейшего использования. Его также можно использовать в цикле охлаждения (кондиционирования воздуха) или в нагреве воды для хозяйственных нужд.

Существует весьма много моделей простых и эффективных коллекторов. Среди пассивных систем такими устройствами являются окна и сочетание коллектор-аккумулятор.

Типы солнечных коллекторов для систем отопления:

1. жидкостной плоский коллектор;
2. вакуумный коллектор;
3. воздушный коллектор;
4. солнечный пруд;
5. плавающий коллектор;
6. солнечный коллектор с пирамидальной оптической системой.

Плоские солнечные коллекторы – наиболее распространённый тип коллекторов, производящийся в огромном количестве вариаций (воздушные, вакуумные, водяные, трубчатые и т.д.). Основным элементом коллектора является поглощающая пластина (теплоприемник), которая задерживает солнечный свет, преобразует его в тепло и передает его теплоносителю. Поверхность теплоприемника обычно окрашена в черный цвет. Для уменьшения потери тепла с поверхности пластины над ней устанавливается прозрачное покрытие.



- 1 – прозрачное покрытие; 2 – пластина, поглощающая солнечную радиацию;
3 – отражающая поверхность; 4 – изоляция; 5 – ящик

Рис.2 Прототип плоского солнечного коллектора.

Плоские коллекторы собирают как прямое, так и рассеянное излучение и поэтому могут работать также и в облачную погоду. В связи с этим, а также с учетом относительно невысокой стоимости, плоские коллекторы являются предпочтительными при нагревании жидкостей до температур ниже 100°C.

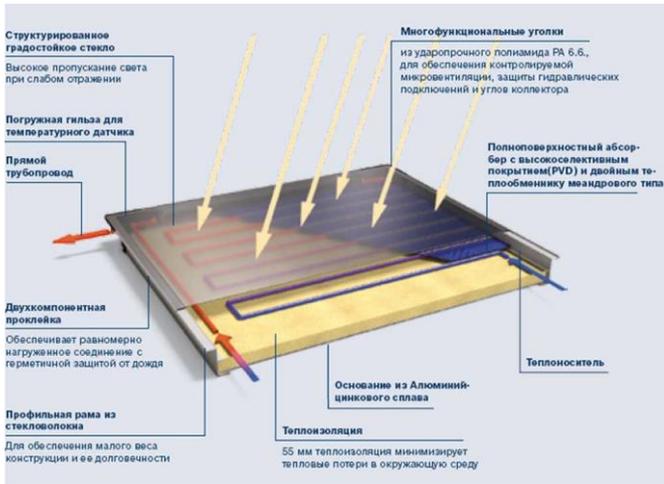


Рис. 3 Плоский коллектор.



Рис. 4 Плоский коллектор.

Вакуумные коллекторы имеют наилучший теплоизолятор – вакуум. Общие потери тепла в коллекторе минимальны, так как в вакууме не происходит потерь на теплопроводность и конвекцию. Поэтому КПД вакуумного коллектора сохраняется стабильно высоким даже при неблагоприятных погодных условиях. При температуре воздуха -45°C и рассеянном солнечном свете, производительность вакуумного коллектора на 40% выше, чем у других видов коллекторов.

Воздушные солнечные коллекторы применяются в основном для отопления и обеспечения вентиляции в помещениях. Принцип действия воздушного коллектора идентичен принципу действия обычного плоского коллектора лишь с тем исключением, что в качестве теплоносителя используется воздух. Для обеспечения наилучшей его циркуляции коллекторы попутно оборудуются вентиляторами, которые в свою очередь приводятся в действие небольшим солнечным фотоэлементом.

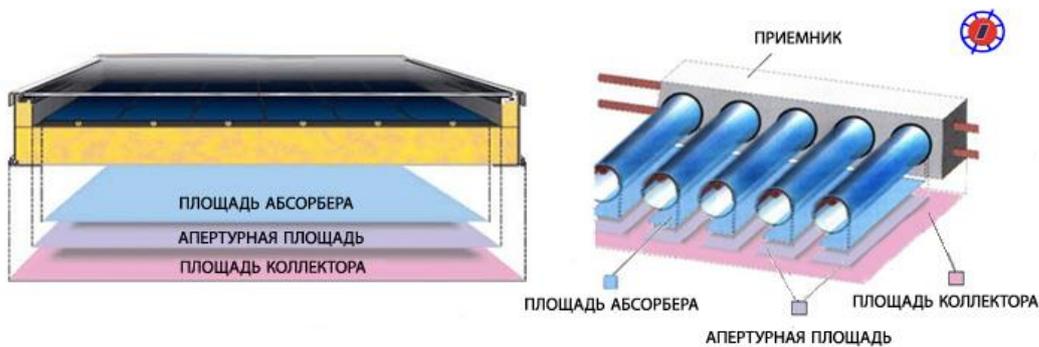


Рис.5 Абсорбер.

Расчет КПД современных коллекторов производится по формуле:

$$\eta = \eta_0 - k_1 \cdot \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \cdot \frac{\Delta T^2}{E_g}$$

где E_g - плотность суммарного падающего на коллектор солнечного излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$), а ΔT -разность между средней температурой теплоносителя в коллекторе и температурой окружающей среды. Величина η_0 представляет собой КПД солнечного коллектора при $\Delta T=0$ и, в большинстве случаев, равна произведению пропускной способности стекла и поглотательной способности абсорбера A_s . В физическом смысле, КПД выражает отношение (полезной) тепловой энергии, отведенной от абсорбера с помощью циркулирующего через коллектор теплоносителя, к падающей на абсорбер суммарной лучистой энергии.

Солнечные абсорберы состоят из тепловоспринимающей панели с каналами, по которым циркулирует теплоноситель.

Теплоноситель подается с постоянной температурой на 3-5 °С ниже температуры окружающего воздуха. Охлаждение теплоносителя производится с помощью теплового насоса.

Солнечные абсорберы фактически не имеют потерь тепла. Лишь 5-10% падающей на их поверхность солнечной радиации отражается от нее в зависимости от цвета и качества покрытия. В качестве абсорбционных гелиоприемников чаще всего используются тепловоспринимающие панели двух типов: типа лист-труба и штампованные панели из алюминия к стали. Конструкция типа лист-труба обычно включает металлический лист, к которому привариваются трубы круглого сечения. Недостатками этой конструкции являются небольшая площадь контакта труб с листом и разрушение их металла при сварке, что приводит к ускорению коррозии в местах сварки.

Недостаток второго типа тепловоспринимающей панели — низкая долговечность, так как такая панель быстро корродирует с внутренней стороны.

Иванов В.А.

ГЕОТЕРМАЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

Геотермальное отопление — система центрального отопления и охлаждения, использующая низкопотенциальное тепло земли.

Геотермальный тепловой насос — это компактная отопительная установка, предназначенная для автономного отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений. Работает тепловой насос по принципу холодильника, только наоборот: забирает тепло из окружающей среды и отдает его в дом.

При этом тепловой насос очень экономичен, т.к. при потреблении в 1 кВт электроэнергии, может производить до 4-6 кВт тепловой энергии. Тепловые насосы не требуют обслуживания до 30 лет. Поскольку температура грунта на глубине ниже 3 метров примерно равна среднегодовой температуре воздуха 7-12 градусов и слабо изменяется в течение года, то существует возможность использования тепла из скважины, для отопления и горячего водоснабжения дома.

Геотермальные скважины, в зависимости от геологического и гидрогеологического разреза, бурятся диаметром 120-190 мм и глубиной 60-200 метров. Глубина и количество скважин зависит от отапливаемой площади помещения (дома) и мощности теплового насоса. Имеющий U-образную форму зонд, закладывается в скважину, которая потом заполняется специальной тампонажной смесью для обеспечения лучшей теплопередачи. Внутри зонда циркулирует специальная жидкость с антифризом. Теплоноситель принимает на себя температуру среды и «подогретый» поступает в тепловой насос.

Вертикальная установка теплообменника, использующая геотермальную энергию скважины в качестве источника тепла, позволяет сохранить ландшафт практически в первоначальном виде. Для его установки не потребуется большая

площадь, что предпочтительнее при дефиците свободного пространства. Скважины бурятся в течение нескольких дней, а срок их службы достигает 100 лет.

Для утилизации низкопотенциальной энергии успешно используются тепловые насосы (ТН). По принципу действия тепловым насосом является холодильная машина, предназначенная для передачи теплоты от охлаждаемого объекта к среде с более высокой температурой. Собственно ТН работает в диапазоне более высоких рабочих температур, чем холодильная машина.

Теплонасосные установки (ТНУ), осуществляя обратный термодинамический цикл на низкокипящем рабочем веществе, черпают низкопотенциальную тепловую энергию либо из окружающей среды, либо из иных источников и, затрачивая некоторое количество механической или электрической энергии, отдают потребителю тепло при температуре, необходимой для теплоснабжения. Эффективность ТНУ тем выше, чем разность между температурой, потребной для теплоснабжения и температурой источника низкопотенциального тепла. При благоприятных условиях применение ТНУ позволяет затрачивать в 1,2-2,3 раза меньше энергии, чем при сжигании топлива. Применение ТНУ-это и сбережение невозобновляемых энергоресурсов и защита окружающей среды, в том числе из-за сокращения выброса CO_2 в атмосферу.

Еще одно достоинство ТНУ — универсальность по уровню мощности; применяются ТНУ мощностью от долей до десятков тысяч киловатт. Использование данной системы отопления перспективно в комбинированных системах в сочетании с другими технологиями использования возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой, биоэнергии), т.к. позволяет оптимизировать параметры сопрягаемых систем и достигать наиболее высоких экономических показателей. Указанные преимущества применения ТНУ обусловили их широкое и все возрастающее применение в развитых странах и во всем мире. Ставится задача не о локальном или ограниченном применении теплонасосного теплоснабжения, а о максимальном отказе от прямого сжигания для этих целей органического топлива. Именно большая эффективность применения тепловых насосов при использовании низкопотенциального промышленного и геотермального тепла обусловила высокий уровень создания и применения теплонасосной техники за рубежом. Применение ТНУ приводит к экономии топлива, уменьшению загрязнения окружающей среды и уплотнению суточных графиков электрической нагрузки энергосистем. Экономика их определяется уровнем капитальных вложений и соотношением цен на электроэнергию и топливо. Последнее обусловлено тем, что ТНУ потребляют электроэнергию, а экономят топливо за счет замещения котельных. Поэтому экономическая эффективность ТНУ тем выше, чем дешевле электроэнергия и чем дороже топливо. Срок окупаемости ТНУ (3-4 года) ниже нормативного срока окупаемости, принятого для систем отопления. ТНУ наиболее эффективны для низкотемпературных систем отопления, так как со снижением температуры конденсации увеличивается значение коэффициента преобразования. Подходящими для таких систем являются панельно-лучистые приборы, совмещенные с ограждающими конструкциями. Эффективность использования низкопотенциальной воды в ТНУ зависит от ее конечной температуры, которая должна быть как можно ниже. Этого можно достичь как в одной ТНУ, так и в схеме с последовательным использованием воды в двух и более ТНУ. Достижения низкой конечной температуры термальной воды в одной ТНУ приводит к еще более низкой температуре испарения рабочего агента в тепловом насосе, что снижает коэффициент преобразования и эффективность работы ТНУ. При необходимости получения

СТЕНОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

К перспективным системам, которые завоевывают все большее количество сторонников, относятся системы стенового отопления. Существует несколько видов этих систем, но принцип отдачи тепла в помещения у них одинаков.

При стеновом отоплении тепло передается в помещение почти исключительно путем излучения. Тепловой комфорт жильцов обеспечивается благодаря наиболее благоприятному для здоровья распределению температуры в помещении

В помещении со стеновым отоплением тепловой комфорт достигается уже при температуре 17-18°C, а значит, на 2-3°C ниже, чем при радиаторном. Из этой разницы температуры возникает экономия необходимой для отопления энергии, а в итоге – денежных средств. Поэтому можно сказать, что с эксплуатационной точки зрения стеновое отопление является более экономичным решением. Его преимущество также в том, что оно вызывает быстрый нагрев поверхности стены и его легко регулировать.

Кроме того, использование такой системы отопления полностью избавляет от необходимости устанавливать радиаторы.

Системы радиаторного и стенового отопления		
	Радиаторное отопление	Стеновое отопление
Отдача тепла	преимущественно через конвекцию	преимущественно через тепловое излучение
Распределение температуры	тепло вверху, прохладно внизу	тепло равномерно распределяется по высоте помещения
Температура подачи	старые системы – 90°C, новые – 55°C	30–35°C
Температура теплоотдающей поверхности	старые системы – 60°C, новые – 45–50°C	23–25°C
Ионизация воздуха	положительная, а значит, вредная	практически отсутствует
Средняя температура воздуха в помещении	20–22°C	17–18°C
Циркуляция пыли и аллергенов	присутствует	практически отсутствует

Рис.1 Краткий анализ систем радиаторного и стенового отопления

1) Виды стенового отопления

Воздушное отопление: Теплый воздух нагревает стену, а она, в свою очередь, отдает (излучает) тепло в помещение. Специалисты называют такую систему гипокаустическим (от греч. *hypo* – внизу, и *kaustós* – горячий) отоплением.

В состав такой системы отопления входят соответствующим образом сооруженная стена и нагревательный элемент, то есть вмонтированная рядом с полом труба, подсоединенная к котлу.

Стены дома сооружаются из пустотелых блоков. Конструкция блоков задумана так, чтобы они, уложенные соответствующим образом, представляли собой систему воздушных каналов. Непосредственно над полом предусматривается специальная ниша, в которой можно будет установить нагревательный элемент (уложенная рядом

с полом медная труба, по которой протекает теплая вода), нагревающий воздух, находящийся в каналах, и вызывающий его циркуляцию. Теплый воздух нагревает стену, а она путем излучения передает тепло в помещение. Если пустотелые блоки не используются (нет ниши), в этом случае нагревательный элемент прокладывается по поверхности стены рядом с полом. Воздушные каналы над ним можно создать путем монтажа гипсокартонных плит. Такие решения менее трудоемкие, чем сооружение стены из блоков.

Система может быть открытой (в этом случае каналы прокладываются таким образом, чтобы воздух из них через специальные отверстия в стене у самого потолка проникал в помещение) или закрытой (отверстия в стене отсутствуют, а воздух циркулирует только по каналам).

2) Воздушный обогрев стен

- Водяное поверхностное стеновое отопление. Эта система очень похожа на систему напольного отопления, с той лишь разницей, что трубы уложены на стене. Благодаря этому нагревательная поверхность, как правило, больше, чем в системе напольного отопления. Уложенные на стене трубы – пластиковые, металлопластиковые или медные – соответствующим образом закреплены и защищены, с тем, чтобы они не сдвигались и не деформировались. Трубы можно монтировать горизонтально или вертикально. По трубам с помощью циркуляционных насосов прокачивается нагретая в котле вода. Стена нагревается и излучает тепло в помещение. После укладки труб поверхность стен покрывается слоем соответствующей штукатурки или монтируются гипсокартонные плиты.

- Отопление с помощью тепловых трубок. Существует также возможность (хотя в данный момент очень редко используемая) монтажа стенового отопления на базе тепловых трубок.

Система состоит из двух основных элементов:

- питающего коллектора – медной трубы, по которой протекает нагретая в котле теплая вода;
- тепловых трубок – герметичных медных каналов, заполненных легкоиспаряющейся жидкостью.

Тепловая трубка монтируется в стене, ее нижней части обеспечен хороший тепловой контакт с коллектором. По коллектору протекает нагретая вода, и находящаяся в нижней части тепловой трубки жидкость нагревается и испаряется. По трубке пар поднимается вверх, отдавая тепло стене, в результате чего охлаждается, конденсируется и стекает вниз. Процесс испарения и конденсации повторяется. За счет изменения агрегатного состояния вещества происходит перенос значительного количества тепловой энергии.

Регулировку и проверку состояния отдельных элементов делает возможным регулировочный патрубок.

В системе с тепловыми трубками в коллекторе циркулирует в 5-8 раз меньше воды, чем в системах отопления иного типа, поэтому она легче поддается управлению (она в меньшей степени инерционна).

- Электрическое отопление. Можно также установить электрическое стеновое отопление. Уложенные в стене нагревательные маты или кабели могут с успехом отапливать помещение, как и в случае их укладки в полу.

Пархомук И.П., Трембицкая А.А., Кузнец Д.В., Филюк Д.М.

СРАВНЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСА WILO С ПЧТ И БЕЗ НЕГО

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

Потери энергии при регулировании показателей гидросистемы способом дросселирования

Центробежные насосы относятся к группе лопастных насосов. Они имеют ряд достоинств (простота конструкции и управления, сравнительно невысокая стоимость, большая производительность, быстроходность) и поэтому получили самое широкое распространение в промышленности.

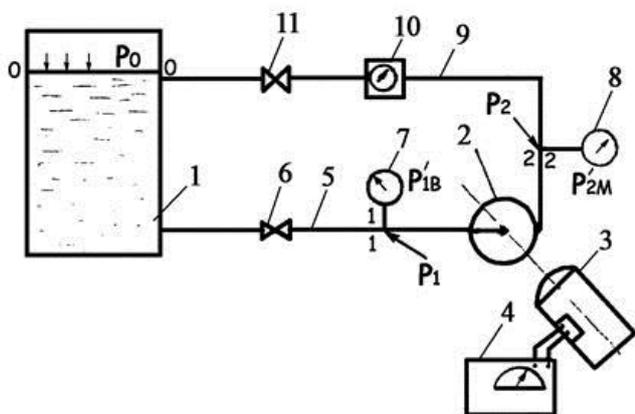


Рис. 1. Схема насосной установки для энергетических испытаний центробежного насоса

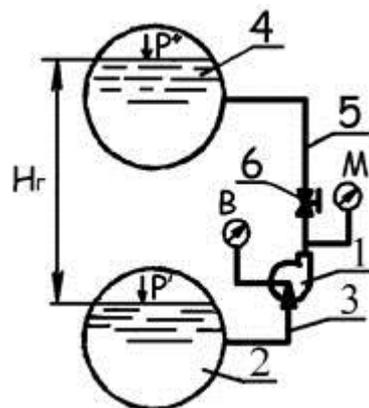


Рис.2 Схема насосной установки

Насосная установка закрытого типа состоит из напорного бака 1 для воды центробежного насоса 2 с электродвигателем 3, ваттметра 4, подводящего (всасывающего) трубопровода 5, на котором установлены вентиль 6 и вакуумметр пружинный 7, манометра пружинного 8, установленного на напорном трубопроводе 9, расходомера турбинного 10 и вентиля 11.

Значительное количество гидросистем работает в режиме с переменной нагрузкой, т. е. расход воды изменяется во времени в зависимости от неких возмущающих воздействий. В этом случае насосное оборудование выбирается из условий обеспечения максимального расхода, а регулирование осуществляется способом дросселирования, единственным при нерегулируемом электроприводе.

Несмотря на то, что применяется только один способ регулирования, расход воды может меняться по инициативе потребителя или принудительно со стороны насоса.

Для того, чтобы изменить режим работы насоса, следует изменить либо характеристику сети, либо характеристику насоса. Характеристику сети можно изменить при помощи регулировочной задвижки 6 (рис.2) – регулирование дросселированием. Если задвижку прикрывать, то потери напора в сети увеличиваются, характеристика ее пойдет круче (рис.3а), и точка пересечения характеристик насоса и сети переместится влево из А в В. Подача насоса при этом уменьшится.

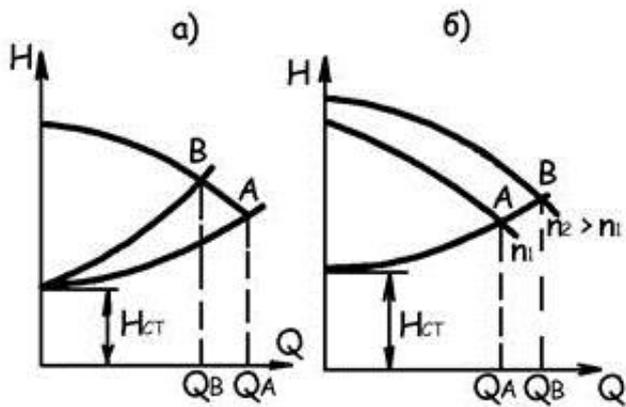


Рис.3 Характеристики насоса и сети

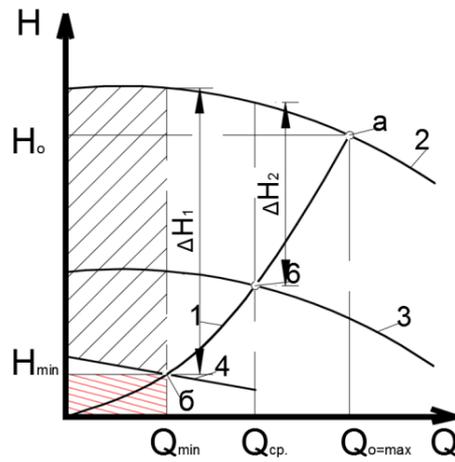


Рис.4 Регулирование расхода гидросистемы применением регулируемого электропривода

Регулируемый электропривод как средство энергосбережения

Суть регулируемого электропривода насоса – создание на выходе насоса требуемого напора путём изменения частоты вращения рабочего колеса. При таком способе регулирования каждому значению частоты вращения соответствует своя Q-H характеристика, параллельная паспортной (рис.4).

При увеличении частоты вращения напор насоса увеличивается, его характеристика смещается вверх, и точка пересечения характеристик насоса и сети перемещается по характеристике сети вправо из А в В. При этом подача насоса увеличивается (рис 3 б).

Сравнение площадей прямоугольников на рисунке 4, заштрихованных с наклоном вправо (полезная мощность) и наклоном влево (мощность потерь), наглядно показывает энергоэффективность регулируемого электропривода и возможный масштаб энергосбережения.

Для каждого режима работы центробежного насоса определим:

- подачу насоса: $Q = \frac{u}{t}$
- скорость движения воды в нагнетельном патрубке:
 $u_H = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_H}, d_H = 0,025 \text{ м}$
- скорость движения воды в всасывающем патрубке: $u_B = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_B}, d_B = 0,1 \text{ м}$
- напор насоса: $H = \frac{P_m + P_B}{\rho \cdot g} + z_M - z_B + \frac{u_H^2 - u_B^2}{2 \cdot g}, z_M = 1,12 \text{ м}, z_B = 0,35 \text{ м}$

Потребляемая электрическая мощность зависит от способа регулирования

- регулируемый электропривод:

$$P_{рд} = \frac{H_{\min} Q_{\min}}{\eta_{нас} \eta_{дв}} \quad (1)$$

- дроссельное регулирование:

$$P_{рд} = \frac{(H_{\min} + \Delta H_1) Q_{\min}}{\eta_{нас} \eta_{дв}} = \frac{H_{\min} Q_{\min}}{\eta_{нас} \eta_{дв}} + \frac{\Delta H_1 Q_{\min}}{\eta_{нас} \eta_{дв}} \quad (2)$$

Разница между (1) и (2) и есть мощность потерь ∇P при дроссельном регулировании по отношению к частотно-регулируемому электроприводу:

$$\Delta P = \frac{\Delta H_1 Q_{\min}}{\eta_{\text{нас}} \eta_{\text{дв}}} \quad (3)$$

Результаты вычислений заносим в таблицы:

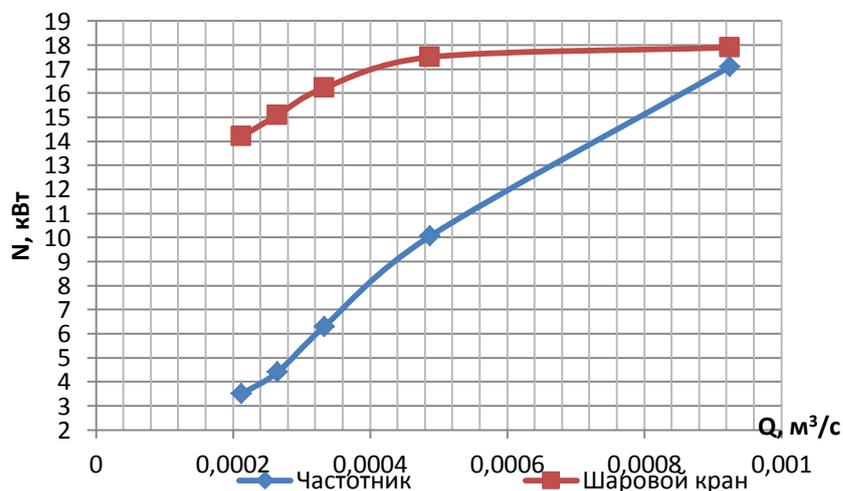
Регулирование расхода с помощью шарового крана								
№	Расход Q, м ³ /с	Рвых, Па	Рвх, Па	Низмер, Вт	ун, м/с	ув, м/с	H, м	n, оборот/мин
1	0,000925	400000	6000	17,9	1,88535	0,117834	42,3368	3700
2	0,0004875	410000	6000	17,5	0,993631	0,062102	43,2258	3700
3	0,000333333	420000	4000	16,22	0,679406	0,042463	44,0146	3700
4	0,000265	430000	3000	15,09	0,540127	0,033758	44,9234	3700
5	0,000213	440000	0	14,2	0,43414	0,027134	45,6318	3700

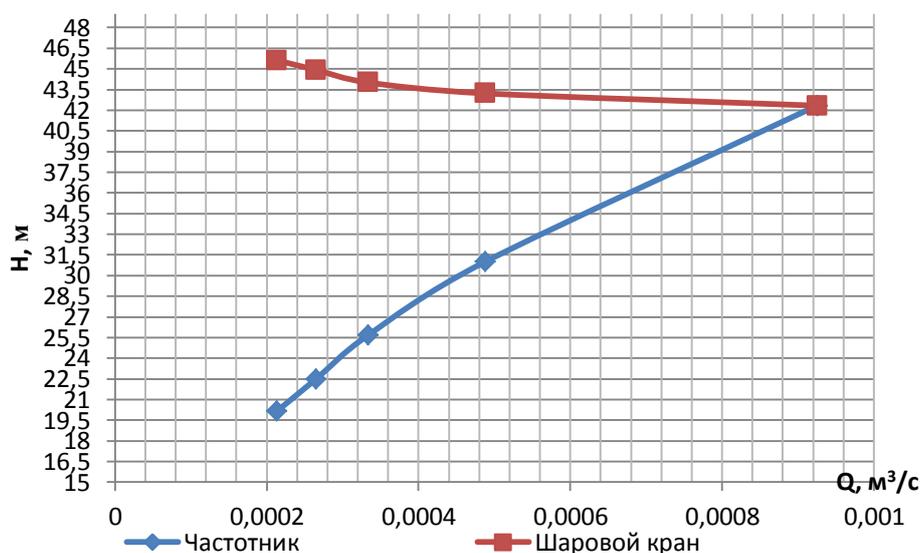
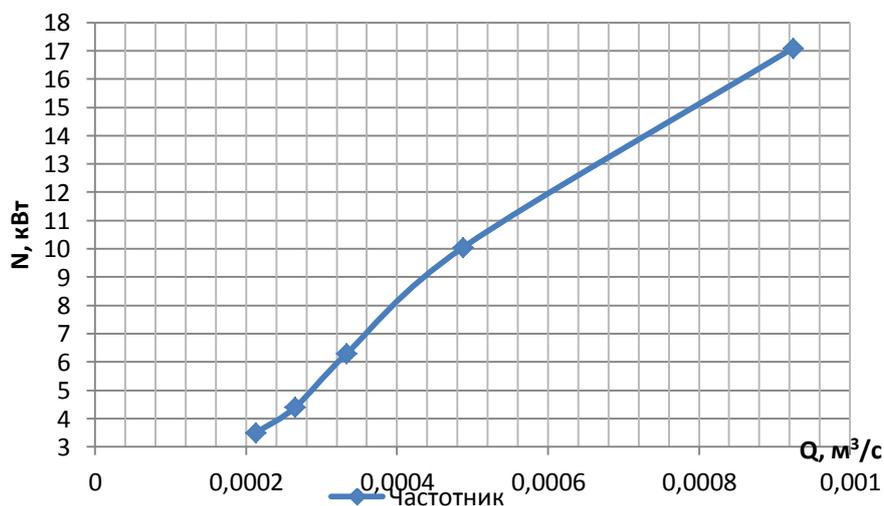
Суть дроссельного регулирования – устранение избыточного напора, подаваемого в гидросистему, путем перераспределения напоров между гидросистемой и дросселирующим устройством (падение напора).

Суммарные потери на дросселирующих устройствах потребителя равны потерям в насосном агрегате при его дроссельном регулировании. Это обстоятельство следует учитывать при разработке мероприятий по энергосбережению.

Регулирование расхода с помощью частотного преобразователя								
№	Расход Q, м ³ /с	Рвых, Па	Рвх, Па	Низмер, Вт	ун, м/с	ув, м/с	H, м	n, об/мин
1	0,000925	400000	6000	17,1	1,88535	0,117834	42,3368	3700
2	0,0004875	290000	6000	10,05	0,993631	0,062102	30,9934	3000
3	0,000333333	240000	4000	6,3	0,679406	0,042463	25,666	2800
4	0,000265	210000	3000	4,4	0,540127	0,033758	22,4973	2700
5	0,000213	190000	0	3,5	0,43414	0,027134	20,1476	2600

Построим характеристики центробежного насоса $H=f(Q)$; $N_{\text{шар.кр}}=f(Q)$; $N_{\text{част.}}=f(Q)$. Для построения характеристик на график нанесем точки, соответствующие исследованным режимам работы насоса, и по этим точкам проведем осредненные кривые.





Таким образом, применение регулируемого электропривода является эффективным энергосберегающим мероприятием при переменном расходе воды в гидросистеме, а также во всех случаях, когда напор насоса превышает требуемую величину.

Регулирование дросселированием связано с дополнительными потерями энергии в задвижке и поэтому неэкономично. Однако этот способ регулирования весьма прост, вследствие чего он получил наибольшее распространение.

Научное издание

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. – 124 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