

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»
Всероссийский фестиваль науки
Областной фестиваль науки



Сборник докладов

Часть 3

Инновации и энергосбережение при обслуживании зданий и инженерных энергосистем

Белгород

23-24 октября 2023 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

**XV Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»
[Электронный ресурс]:** Белгород:
БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 3. – 72 с.

ISBN 978-5-361-01214-5

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XV Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство»

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01214-5

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

Оглавление

Асеев И.И.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА В РФ И В СТРАНАХ ЕС 5

Бараненко Д.Ю.

СИСТЕМЫ НАГРЕВА БИОМАССЫ В БИОГАЗОВЫХ СТАНЦИЯХ 11

Бойштян Е.К.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ТЕХНОЛОГИИ «УМНОГО ДОМА» 14

Догонина А.О. Хвостова П.В

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СФЕРЕ ЖКХ 17

Войтенко Д.С., Хвостова П.В., Догонина А.О.

АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДВУХТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ 20

Засыпкина А.М., Питинова Д.С., Чуриков А.С.

ОБЗОР МЕТОДОВ ФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА ДЛЯ ЗДОРОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ 23

Клубаков Н.А, Горбатовская А.Н.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДОБЫЧИ ВОДЫ В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ 28

Кретова В.С., Метелкин В.А.

ТЕПЛОНАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ 31

Московкин Д.Н.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ СОВМЕЩЕННОЙ СХЕМЫ 36

Павелкова А.М.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕКОНСТРУКЦИИ ИОНООБМЕННЫХ УСТАНОВОК. РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.	39
Питинова Д.С., Засыпкина А.М., Чуриков А.С.	
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ	43
Понуровский Я.А	
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ИЗНОСА В ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	47
Старченко С.Ф.	
ЭНЕРГОМОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕМ - ТЕХНОЛОГИЙ.....	52
Хвостова П.В., Догонина А.О.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОНВЕКЦИИ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ	55
Хвостова П.В., Догонина А.О.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ	59
Хвостова П.В., Догонина А.О.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ.....	63
Хвостова П.В., Догонина А.О.	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В РАЗЛИЧНЫХ СУБЪЕКТАХ РФ	67

УДК 620.92

Асеев И.И.

**Научный руководитель: Шеремет Е.О., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА В РФ И В СТРАНАХ ЕС

Энергосбережение и увеличение энергоэффективности зданий – основной путь достижения энергетической безопасности и стабильного совершенствования как отдельно взятой страны, так и планеты в целом [1]. Рост спроса на энергию при дефиците ресурсов скажется на динамике цен и обострит ситуацию на мировых рынках. С целью контроля потребления ресурсов существует энергетический паспорт, который позволяет показать сколько энергии потребляет здание для поддержания внутреннего климата по сравнению с подобными зданиями.

Сегодня мировое энергопотребление продолжает расти, и проблема ухудшения экологической обстановки становится все более значимой. Строительство энергоэффективных зданий сегодня является одним из способов улучшений экологической обстановки в мире. Поэтому в настоящее время все ведущие мировые державы уделяют все большее внимание энергосберегающим технологиям и строительству энергоэффективных зданий [2].

Энергетический паспорт – документ, который разрабатывается в результате энергетического обследования здания и сооружения. В документе отражаются данные о характеристиках здания, энергопотребляющего оборудования, данные о использовании полезных ресурсов, а также показатели энергетической эффективности в общем. Целью разработки энергетического паспорта здания является установление соответствия энергетических и теплозащитных характеристик здания нормируемым значениям, определенным в нормах СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [3] или иных нормах, определяемых федеральным законодательством.

В данной работе будет рассмотрена сравнение методик расчета энергетических паспортов зданий и сооружений в РФ и Европе. Оценка энергетической эффективности имеет схожий алгоритм, который основан на определении энергетической эффективности здания в процессе обследования и расчета. По результату оценки зданию

присваивается класс энергетической эффективности согласно [3], который варьируется от А++ (высочайший) до Е (очень низкий).

Класс энергетической эффективности зданий в России и ЕС определяются по отклонениям между проектной, расчетной или фактической годовой интенсивностью потребления энергетических ресурсов от нормируемого значения.

$$\frac{q^{fac}-q^{rec}}{q^{req}} \text{ или } \frac{q^{des}-q^{rec}}{q^{req}} \quad (1)$$

где q^{des} , q^{fact} , q^{req} – это проектное (расчетное), фактическое и проектное значения расхода энергетических ресурсов зданием соответственно.

Требуемое значение расхода энергетических ресурсов для проектируемых зданий в РФ определяется по СП 50.13330.2012 в зависимости от типа здания, его местонахождения, отапливаемого объема и этажности [3].

При расчете энергетических показателей здания учитываются следующие элементы, представленные на рисунке 1. Из представленного графика видно, что тепловые характеристики и геометрия здания являются наиболее значимыми факторами энергетической эффективности – 95%, лишь следом за этим идут такие характеристики как система отопления и горячего водоснабжения – 90%, а также механическая и естественная вентиляция – 86%.

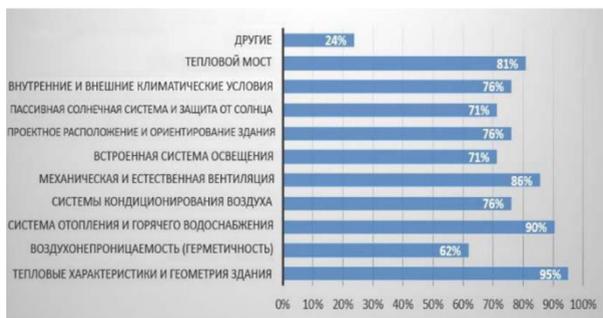


Рис. 1 – Технические устройства и факторы, учитываемые при расчете энергетической эффективности [4].

Для эксплуатируемых зданий в качестве нормируемого значения является годовая интенсивность потребления энергетических ресурсов, отражающих суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на общедомовые нужды многоквартирных жилых домов.

Классы энергосбережения жилых и общественных зданий в РФ согласно СП 50.13330.2012 [3] варьируются от А++ (очень высокий) до Е (низкий). Класс А++, А+, А показывает очень высокий уровень отклонения расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого (от -40 до -60 и ниже процентов), класс В+ и В – высокий уровень (от -15% до -40%). Классы С+, С, С- присваиваются при величине отклонения от +15% до -15% и являются нормальными. Классы D и E являются пониженными и их значения расположены в диапазоне более +50% - +15%.

Таблица 1 – Маркировка классов энергетической эффективности в Австрии [5].

Класс энерго-эффективности	Энергопотребление, кВт·ч/(м ² ·год)	Примечание
А++ А+	менее 10-15	стандарт пассивного дома
А	менее 25	дом с ультранизким энергопотреблением
В	менее 50	дом с низким энергопотреблением
С	менее 100	дом, который соответствует нормам и правилам
Д Е F G	150-250 и более	старые здания, не прошедшие санацию

В РФ к показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности относят:

1. показатель годового потребления энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию всех типов зданий;
2. индекс удельного годового потребления электроэнергии на общедомовые нужды и индекс удельного годового потребления тепла на горячее водоснабжение для многоквартирных домов;
3. класс энергетической эффективности зданий.

К показателям, характеризующим уровень энергетической эффективности зданий в ЕС относятся:

1. удельный годовой расход первичной энергии в расчете на 1 м² общей площади здания;
2. показатель выбросов CO₂;

3. показатель выработки зданием энергии, излишки которой могут направляться в общегородскую сеть;

4. класс энергетической эффективности здания.

И в РФ, и в странах ЕС оценка энергоэффективности здания осуществляется на стадии проектирования. Контроль за соответствием показателей расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания нормируемым значениям осуществляют органы экспертизы. Класс энергоэффективности в РФ необходимо подтверждать каждые 5 лет для новых домов (или 10 лет при высоком уровне энергоэффективности «B», «A», «A+», «A++» согласно ФЗ №261); в Европе – каждые 3 года [6].

Факторы, влияющие на уровень энергетической эффективности здания.

На уровень потребляемых ресурсов зданием влияют такие факторы, как:

1. Местоположение и географическая ориентация здания - возможность применения солнечной энергии, ветра, а также метеорологические характеристики: интенсивность солнечной радиации, продолжительность отопительного периода, температура наружного воздуха в холодный и теплый период.

2. Размеры здания

3. Конструктивные решения - выбор типа ограждающих конструкций и строительных материалов с различным типом теплопроводности, воздухопроницаемости, влияющие на сопротивление теплопередачи здания. Ограждающие конструкции с высокими теплозащитными характеристиками обеспечивают снижение потерь тепла на 25%.

4. Эффективность инженерных систем

5. Косвенные факторы – уровень естественного освещения и инсоляция здания, дополнительные теплопоступления от количества людей и бытовых приборов.

Таблица 2 – Сравнение подхода к повышению энергоэффективности в РФ и в странах ЕС

Критерий	РФ	Страны ЕС
Отопление	<ul style="list-style-type: none">регулирование теплопроизводительности системы за счет терморегулирования на отопительных приборах и стоякахавтоматическое поддержание	<ul style="list-style-type: none">расчетные температуры теплоносителей подающего и обратного трубопровода нормируются. Требования по балансировке и автоматическому управлению системой.

	<p>требуемого/расчетного распределения потоков теплоносителей по всем участкам системы</p> <ul style="list-style-type: none"> • автоматическое поддержание температурного графика на вводе в здание • возможность оплаты за счет фиксированного потребления энергии 	<ul style="list-style-type: none"> • рассматривается вопрос учета потерь давления в гидравлических системах для снижения энергопотребления насосов. • обязательный учет теплотребления в Дании и Германии
Горячее водоснабжение	<ul style="list-style-type: none"> • теплоизоляция внутридомовых инженерных систем в подвале и на чердаке. • установка индивидуального теплового пункта для автоматического регулирования расхода, температуры и давления в системах. • рециркуляция воды 	<ul style="list-style-type: none"> • требуемая температура - 45–60 °С. • циркуляция воды в системе ГВС не обязательна, но допускается. • в Финляндии существует возможность рекуперации тепла от сточных вод из душа и ванн, и это тепло учитывается при расчете энергетических характеристик.
Вентиляция	<ul style="list-style-type: none"> • приняты такие расчетные температуры, как: в зимний – 20-22 °С, в летний – 22–25 °С • организация рециркуляции в вентиляционной системе. • автоматическое регулирование нагрева воздуха. • применение приточно-вытяжных вентиляционных систем с механическим побуждением, с утилизацией теплоты удаляемого воздуха 	<ul style="list-style-type: none"> • приняты такие расчетные температуры, как: в зимний - 19–21 °С, в летний – 24–26 °С (в Великобритании 28 °С). • качественное ограничение на нагрузку по охлаждению (доля использования возобновляемой энергии). Также результат достигается количественным регулированием в Великобритании в июле. С 6:30 до 16.30 местного времени требуется, чтобы 35 Вт энергии на 1 м² площади было использовано за счет возобновляемых источников энергии. [7]

		<ul style="list-style-type: none"> • При превышении установленных значений нагрузки требуется переналадка систем (во Франции) до тех пор, пока не будет достигнуто соответствие критериям. [7]
--	--	---

На основе полученной информации можно сделать вывод, что методы регулирования энергоэффективности зданий в РФ и странах ЕС различаются, но также имеют некоторые сходства. Разница заключается в климатических, экономических и культурных особенностях каждой страны.

Стоит в целом отметить, что оценка энергетической эффективности здания является важной составляющей процесса строительства. Данная оценка позволяет подготовить рекомендации по экономическому стимулированию или повышению энергетической эффективности с помощью определенных методов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.М. Талалыкин. Энергетический аудит и паспортизация многоквартирных домов (методические принципы) // ЭВР. 2010. №2.
2. Гуцин, С. В. Мировые тенденции развития энергосберегающих технологий / С. В. Гуцин, А. С. Семенов, Ч. Шень // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2020. – № 5. – С. 31-43.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий
4. Сравнительный обзор стандартов и технологий энергоэффективности зданий в регионе Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций // Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций. Женева. 2018.
5. Шеина С.Г., Миненко Е.Н., Федяева П.В. Лучший европейский опыт энергосбережения // Донской государственный технический университет управления цифровых образовательных технологий. Ростов-на-Дону, 2020.
6. Что такое класс энергоэффективности дома? // [Электронный ресурс] – URL: <https://journal.tinkoff.ru> (дата обращения: 07.10.2023)
7. Olli Seppanen. Требования к энергоэффективности зданий в странах ЕС. // Энергосбережение. 2010. №7

УДК 662.767.2

*Бараненко Д.Ю.
Научный руководитель: Суслов Д.Ю., д-р техн. наук., проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СИСТЕМЫ НАГРЕВА БИОМАССЫ В БИОГАЗОВЫХ СТАНЦИЯХ

Во многих странах мира широкое применение получили возобновляемые источники энергии. В России наиболее актуальным может быть применение биогазовых установок, работающих на отходах сельского хозяйства и коммунальных бытовых отходов. В качестве субстрата можно использовать: навоз крупного рогатого скота, свиней, птичий помёт, прогнившее зерно, отходы бойни, жиры, отходы пищевой промышленности, силос, солодовый осадок, свекольную ботву, водоросли, молочную сыворотку. Большинство видов сырья можно смешивать между собой, в результате чего получаются косубстраты. Биогаз – это газ, состоящий примерно из 50-70% метана CH_4 и 50-30% углекислого газа CO_2 . Он образуется в процессе анаэробного разложения органических субстратов и по сути является продуктом обмена веществ бактерий.

Поддержка оптимальной температуры является одним из важнейших факторов процесса сбраживания. С учётом оптимизации процесса переработки органических отходов для получения биогаза и биоудобрений выделяют три температурных режима. Психофильный температурный режим определяется температурами до 20-25°C. Мезофильный температурный режим определяется температурами от 25°C до 40°C. Термофильный температурный режим определяется температурами свыше 40°C. На практике более распространены два температурных режима: термофильный и мезофильный [1].

Чтобы создать требуемые температурные условия и сохранять их на оптимальных для процесса анаэробного брожения значениях необходимо установить системы обеспечения тепла. Подаваемый в биореактор субстрат можно подогревать двумя способами: непосредственно в реакторе или в питающем устройстве. Реактор с подогревом позволит создать максимально эффективные условия для реакции брожения при условии:

- интенсивного периодического перемешивания массы субстрата для поддержания равномерной температуры во всех ее зонах;
- исключения образования твердых отложений на корпусах теплообменников, от чего можно избавиться их регулярной очисткой или во время быстрого движения массы сырья при перемешивании;

- контроля за попаданием в сырье крупных плотных элементов твердой фазы (птички перья, солома), которые могут мешать теплопередаче от системы подвода тепла подаваемому субстрату;
- теплопередача к подаваемому сырью может осуществляться от ферментированной массы жидкого субстрата.

Рассмотрим принципиальную схему и принцип работы биогазовой установки (рис. 1). Для начала биохимической реакции и выработке биогаза в биогазовой установке необходимо создать первичный разогрев. При запуске установки через 7 дней в сырье, находящемся в реакторе, начнется экзотермическая реакция с выделением тепла. Биомасса будет нагреваться и выделять биогаз. Самостоятельное начало реакции невозможно в холодное время года. В связи с чем, необходимо обеспечить поддержку постоянной температуры биомассы в биореакторе [2].

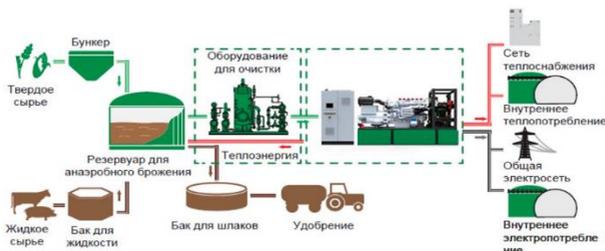


Рис. 1 – Принцип работы биогазовой станции

Обогрев крупных биогазовых систем происходит за счет переработки биогаза в электричество при помощи когенерационных установок, которые представляют собой генератор в виде двигателя внутреннего сгорания. Подогрев реактора ведётся тёплой водой. Система подогрева – это сеть трубок, находящихся внутри стенок реактора, либо на её внутренней поверхности. Тепло для подогрева реактора получается путём утилизации дымовых газов генераторных установок. Такой процесс называется когенерацией [3].

Стандартная когенерационная система не может работать на том количестве газа, который вырабатывают малые и средние биогазовые агрегаты. В этом случае, применение находят газовые котлы, подходящие как для обогрева помещений, так и для таких установок. Схема обогрева биореактора с помощью котла представлена на рисунке 2. Для того, чтобы обеспечить массу субстрата необходимым теплом просто требуется пропустить через реактор трубы с горячей водой. Эта

не сложная конструкция, однако она экономически не выгодна для малых установок [4].

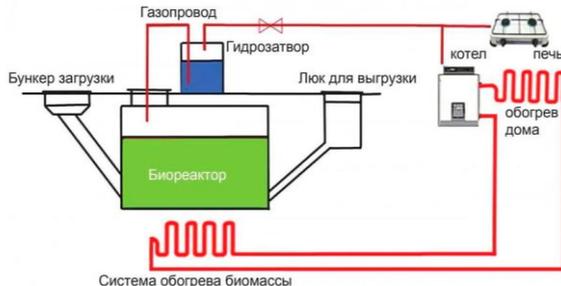


Рис. 2 – Подогрев биогазовой установки

В отдельных случаях подача газа представляется невозможной. В этом случае доступной альтернативой может быть использование электричества. Система электроподогрева для малых установок является рациональным вариантом. Она не дорогая, простая в управлении и при правильной термоизоляции достаточно рентабельная.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что без дополнительного нагрева субстрата выработка газа невозможна. На данный момент существует несколько систем подогрева биомассы, и для каждой биогазовой установки можно подобрать наиболее эффективную. Но для большинства средних станций более оптимальным выбором станет, обогрев с помощью газового котла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биокomплекс: сайт. – URL: <https://biokompleks.ru/> (дата обращения: 19.10.2023). – Текст: электронный.
2. Суслов Д.Ю., Темников Д.О. Тепловой баланс биореактора с барботажным перемешиванием биомассы // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 1. С. 182-185.
3. Определение мощности нагрева субстрата в биогазовой установке / Шерьязов С.К., Пташкина-Гирина О.С., Васенев В.В., Телюбаев Ж.Б., Арбузова Е.В. // Вестник АПК Ставрополя. 2021. №4 (44). URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 20.10.2023).
4. Биогаз: сайт. – URL: <https://biogas.su/heating-system/> (дата обращения: 19.10.2023). – Текст: электронный.

Бойштян Е.К.

Научный руководитель: Гончарова Н.А., ст. преп.
*Белгородский государственный технологический университет
им В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ТЕХНОЛОГИИ «УМНОГО ДОМА»

В наши дни люди стремятся освободить время от повседневной бытовой рутины, а так как быт в нашей жизни очень важен, концепция «умного дома» очень актуальна на сегодняшний день. Именно поэтому в настоящее время уделяется много внимания данной теме.

Технология «умный дом» (smart house, также building automation и intelligent building, рус. АСУЗ) – система домашних устройств, способных выполнять действия и решать определенные задачи без участия человека. Наиболее распространенные примеры таких действий – автоматическое включение и выключение света, автоматическая коррекция работы отопительной системы или кондиционера и автоматическое уведомление о вторжении, возгорании или протечке воды. Основными целями создания АСУЗ являются повышение безопасности, улучшение комфорта и обеспечение эффективности ресурсопотребления [1]. Так же нужно отметить, что внедрение «умного дома» позволяет значительно понизить потребление энергии в жилой среде на 20-30%, благодаря интеллектуальным системам управления [2].

Для обеспечения надежного функционирования в систему «умного дома» требуется интегрировать такие комплексы как:

-автоматизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования. «Умный дом» может оптимизировать использование этих систем в зависимости от присутствия людей в доме, времени суток и природных условий;

-энергоэффективные светильники и управление светом. «Умный дом» позволяет автоматизировать включение и выключение света, а также регулировать его яркость и цветовую температуру;

-управление энергопотреблением бытовых приборов. Умные домашние системы позволяют отслеживать и управлять расходом электроэнергии бытовой техники, например, холодильников, стиральных и посудомоечных машин.

Всё это помогает улучшить энергоэффективность и повысить комфорт жилья [3].

Кроме того, одной из главных задач «умного дома» является сокращение потребления электроэнергии до минимального уровня. Исследование, проведенное в 2008 году, показало, что применение умных домов способствует снижению энергопотребления, без ущерба для удовлетворения потребностей клиентов. Внедрение интеллектуального управления инженерными системами в частных и коммерческих объектах недвижимости также дает возможность снижению энергозатрат. На графике ниже показаны максимальные значения экономии, полученные в ходе исследования (рис. 1) [4].



Рис. 1 Снижение энергопотребления (%) [4]

Для повышения эффективности использования энергии была разработана система классификации, состоящая из 9 уровней от А до G (рис. 2). На каждый отдельный класс производится расчет возможной экономии энергии, с учетом типа и предназначения. Класс С является стандартом для сравнения энергоэффективности систем других классов. Чем выше класс дома, тем меньше жильцы будут платить за коммунальные услуги. Сокращение расходов составит 50% стандартных затрат и будет касаться не только электроэнергии, но и отопления, вентиляции и водоснабжения.

Классы энергоэффективности:

- А++ Высочайший - экономия более 60%;
- А+ Высочайший - экономия от 50% до 60%;
- А Очень высокий - экономия от 40% до 50%;
- В Высокий - экономия от 30% до 40%;
- С Повышенный - экономия от 15% до 30%;
- D Нормальный - экономия до 15%;
- E Пониженный - теряет до 25%;

- F Низкий -теряет от 25 до 50%;
- G Очень низкий - теряет более 50% [5].

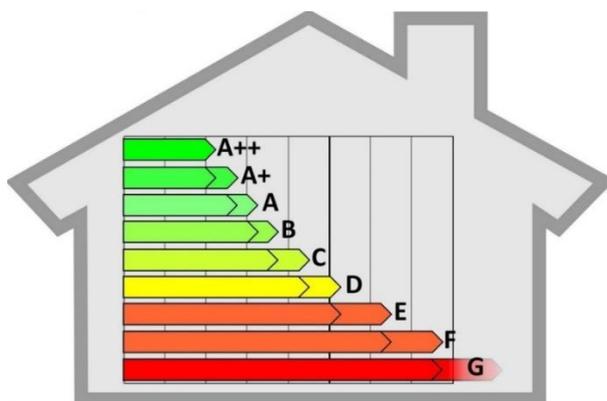


Рис. 2 Классы энергоэффективности [5].

Благодаря оптимизации систем и эффективному управлению энергопотреблением, «умные дома» способны снизить энергозатраты и помочь владельцам сэкономить на коммунальных платежах. Также это экономит не только ресурсы, но и снижает выбросов вредных веществ и негативное воздействие на окружающую среду. Например, умные термостаты значительно сокращают количество углекислого газа, внося весомый вклад в борьбу с изменением климата [6].

Таким образом, связь между «умным домом» и энергоэффективностью становится все более актуальной в современном мире, где сохранение энергии и снижение негативного влияния на окружающую среду становятся все более важными. «Умные дома» предлагают ряд инновационных решений, позволяющих оптимизировать потребление энергии и достигать энергоэффективности. С развитием технологий «умного дома» ожидается, что жилая среда в городах станет более интегрированной и эффективной, принося пользу как жителям, так и окружающей среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еременко В. Т. Оптимизация процессов информационного обмена в системе безопасности и мониторинга АСУЗ на примере технологии умный дом / В. Т. Еременко, А. А. Лякишев // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2017. - № 7. - С. 146-151.

2. Роберт К. Элсенпитер, Тоби Дж.Велт. Умный дом строим сами / Пер. с англ. – М.: Кудиц-образ, 2005. С. 384.

3. Карницкий В. Ю., Ершов С. В., Рюмов А. Ю. Особенности энергообеспечения системы “Умный дом” // Известия ТулГУ Технические работы. 2017. №1. С. 1 - 3.

4. « Умный дом » KNX Классы энергоэффективности и умный дом // dzen.ru 2023 - <https://dzen.ru> (дата обращения 08.10.2023)

5. СК “ЛенРусСтрой” От А до Г: зачем определяют энергоэффективность домов и что она значит // dzen.ru 2023 - <https://dzen.ru> (дата обращения 08.10.2023)

6. Харви А. Что такое « умный дом » и как он поддерживает экологичную жизнь // safewise.com 2023 - <https://www.safewise.com> (дата обращения 08.10.2023)

УДК 553.981.2

Догонина А.О. Хвостова П.В

Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СФЕРЕ ЖКХ

Современный мир не стоит на месте и активно развивается. С ростом урбанизации появляются новые проблемы, которые человечеству предстоит решить, так и в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), как и во многих других областях человеческой деятельности, происходит процесс цифровизации. Цифровизация, простыми словами, это процесс преобразования каких-либо данных в цифровой формат при минимальном участии человека. Определение и функции цифровизации в различных отраслях могут изменяться, но неизменным остается её цель - усовершенствования процессов, выполняемых человеком, их ускорение, и, конечно, минимизация ошибок, допускаемых людьми. Процесс цифровизации сферы ЖКХ будет полезен как потребителям, так и коммунальщикам [1].

Рассмотрим цифровизацию ЖКХ с точки зрения потребителя. Сейчас коммунальные процессы не являются полностью понятными для людей, а перспектива обращения в жилищно-коммунальные органы наводит усталость . Процесс цифровизации может помочь потребителям в ряде проблем. Любой самостоятельный человек умеет снимать показания счетчиков, но даже тут нельзя исключать человеческий фактор. Человек сам должен рассчитать сколько он

должен заплатить за определенный период, и эта сумма должна сойтись с данными налоговой. Автоматизация этого процесса удовлетворит любого потребителя. Счетчики будут автоматически считывать информацию, производить соответствующие расчеты и передавать их в управляющую компанию. Снизится процент ошибок в поиске, выведении и передаче данных. Снизится количество жалоб обращенных на завышенные начисления, так как потребители будут иметь прозрачную систему формирования платежных выплат и их формирование. Так же, в случае неисправности, управляющие организации смогут обнаружить неисправность в кратчайший срок, и устранить её, а абонентам не придется оплачивать утерьянные ресурсы [2].



Рис.1- Счетчики воды в квартире

Для управляющих компаний, конечно, помимо сокращения количества жалоб от потребителей, имеются и другие плюсы. Возможность быстрого реагирования на проблемы. Например, потребитель обращается с какими либо неполадками. Дежурный диспетчер обрабатывает полученную информацию, проверяет все показатели дистанционно, а к заказчику отправляется сразу нужный мастер. В противном же случае на выявление проблемы может уйти какое то количество времени, например если проблема затронула сразу несколько квартир, но других жильцов коснулась в меньшей мере. Тогда неисправность надо искать не внутри отдельной квартиры, а на участках сетей. Автоматизация поможет ремонтникам по показателям узнать упавшие показатели дистанционно, а не устраивать поквартирный обход [3].

Появляется возможность реагировать на неисправности еще до того, как поступит жалоба от потребителя. Это возможно сделать сопоставив данные которые подает абонент, и реальное количество потребляемого им ресурса.

Потребители подают данные о пользовании услугами в конце месяца, в период с 20 до 30 число. А, например, водоканал в последний день месяца видит реальное количество воды, отправленное абоненту. Выходит, что объем воды, использованный после подачи данных, будет задокументирован только в конце следующего месяца, с обновлением данных. Такой ход событий не идет на пользу ни структуре ЖКХ, ни людям. При автоматическом отслеживании данных можно выявить проблему протечки системы. Например, если в квартиру было поставлено одно количество воды, а счетчик, который автоматически передает данные в конце месяца, зафиксировал меньший объем воды, управляющая компания может понять, что где то в системы существует протечка. Последующее исправление проблемы все еще будет зависеть от человека, но свою роль выявления неисправность система цифровизации выполнила. Так же вероятен случай, что в двух одинаковых домах при равных данных сильно различается количество потребляемой воды. Энергетический баланс в обоих случаях соответствует норма. Это значит, что в одном из зданий существует регулярная протечка, или несанкционированное портебление воды. Потери на протечки могут быть не велики в контексте одного потребителя, но общий объем воды не дошедший до конечной точки, но оплаченный потребителем очень велик [4].

Таки образом можно выделить следующие плюсы цифровизации:

- Моментальный и верный учет потребления ресурсов
- Начисление выплат ЖКХ
- Оборот документов
- Прогнозирование
- Создание единого информационного пространства

На данном этапе уже приняты некоторые государственные проекты по введению цифровизации ЖКХ в обиход. Но на данный момент эти проекты не являются обязательными, и носят необязательный характер. Вот несколько из них: ПП-416 от 15 мая 2013 г. N 416 «О порядке осуществления деятельности по управлению многоквартирными домами» “- направлен на качественное улучшение сервиса и ясность системы в целом для потребителя.”Федеральный закон N 522-ФЗ с 1 июля 2020 года - этот закон обязывает к установке “умных счетчиков ”в многоквартирных домах, так-же м исключает фактор “воровства” в домах, умные счетчики понимают, что магнит

ограничивает их работу и передает информацию в управляющие органы [5].

Формирование цифрового роля в ЖКХ имеет множество преимуществ, которые были явно видны еще до введения программы в оборот. Программа уже на данном этапе поддерживается на государственном этапе, и пока значительных провалов в ее работе выявлено. В 2021 году уже около 41% поместили в архивы умной системы свои данные о доходах и расходах. Процесс всеобщей цифровизации уже запущен, и его невозможно остановить, так и в сфере ЖКХ нововведения не заставили себя долго ждать и все активнее интегрируются в нашу жизнь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долматов А. В узнецов А. И. Инновационные технологии в системе ЖКХ//Экономика и управление 2016 №3(18)/ с.42-49
2. Кеймакин Н.К. Павленков М.Н. Направления развития ЖКХ России// Вестник ТГУ экономика 2020 №5 С.22-25
3. Токарь Б.Е. Количественный анализ инновационных стартапов в России// Управление. 2020. №2 С.20-29
4. Сологубова Г.С. Цифровой трансформации монографии.М: Юрайт 22=018 С.110-115
5. Интенсифицированный пластинчатый теплообменный аппарат в системах теплоснабжения ЖКХ РФ / Л. А. Куцев, В. А. Уваров, Н. Ю. Саввин, С. В. Чуйкин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2021. – № 2(62). – С. 60-69.

УДК 697.328

*Войтенко Д.С., Хвостова П.В., Догонина А.О.
Научный руководитель: Елистратова Ю.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДВУХТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Не смотря на современные решения в области модернизации конструктивных особенностей отопительных приборов [4], проблема дисбаланса теплоотдачи в жилых помещениях существует не только в вертикальных системах отопления (преимущественно многоэтажных), но и в горизонтальных [4]. В новом строительстве однотрубные

вертикальные системы отопления утратили свою актуальность из-за множества факторов не позволяющих взаимозвязано корректировать работу всей системы отопления с учетом реальных потребностей в тепле конечных потребителей. Практический опыт эксплуатации подтверждает преимущество двухтрубных систем перед однотрубными по критериям гидравлической и тепловой устойчивости.

Воспользовавшись патентным поиском [1], рассмотрим вариант применения поквартирной системы отопления в многоэтажных зданиях. Эта отопительная система включает в себя центральные трубопроводы с горячей и обратной водой, которые соединены с вертикальными подачей и обратной, а к ним подключены отопительные устройства на каждом этаже. Также в системе присутствует квартирный тепловой пункт. Авторы утверждают, что такая система может быть эксплуатирована потребителями тепла без необходимости изменять гидравлический и тепловой режим соседних квартир, а также обеспечивает индивидуальный учет расхода тепла для каждой квартиры. Это повышает тепловой комфорт в жилых помещениях и позволяет сэкономить теплоэнергию.

Согласно предлагаемой конструкции наблюдается запитка греющим теплоносителем в поэтажные ветки трубопроводов к радиаторам с учетом группировки этажей. Таким образом, наблюдается гидравлическая зависимость между сгруппированными этажами (2-4 этажи), а также между отопительными приборами в пределах этажа (или отдельной квартиры) [2].

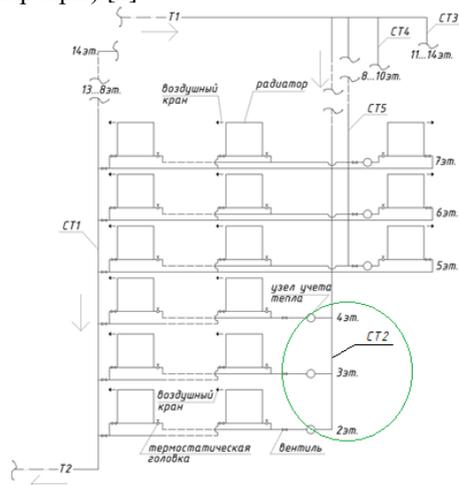


Рис. 1 - Вариант применения поквартирной системы отопления в многоэтажных зданиях

Основным методом уравнивания тепловых и гидравлических условий между отопительными приборами принято считать регулировку теплоотдачи радиатора при помощи регулирующей арматуры различной модификации [3]. Однако, индивидуальная настройка теплоотдачи каждого прибора отопления в процессе эксплуатации несомненно приведет к изменению режима работы остальных радиаторов в пределах сгруппированного участка.

Основная классификация запорной и регулирующей арматуры для радиаторов:

1. Шаровые краны;
2. Ручные регулирующие вентили;
3. Терморегулирующие вентили;
4. Узлы подключения;
5. Автоматические воздухоотводчики и краны Маевского;
6. Изделия с сервоприводами и выносным датчиком температуры.[4]

Использование любого вида регулировки, требует учета конструктивных особенностей всей системы отопления ещё на стадии проектирования, так как изменение расхода теплоносителя, протекающего через радиатор приведет к перераспределению температур в других отопительных приборах.[5] Кроме того, уравнивать гидравлические и тепловые условия на сгруппированных участках системы отопления и между отопительными приборами возможно только по результатам анализа фактического режима работы как всей системы, так и её отдельных участков. В таком случае модернизация исключительно конструктивных параметров системы отопления не решает проблемы подачи тепла конечному потребителю с учетом требуемых параметров и влияния внешних факторов.[6]

Учет фактических температур теплоносителя на отдельных участках, возможность удаленной корректировки теплоотдачи отопительных приборов, мониторинг режима работы системы отопления в реальном времени и т. д. – всё это является неотъемлемой частью в концепции современных программ по энергосбережению и энергоэффективности инженерных систем, требующие своего внедрения в работу систем отопления еще на стадии проектирования и монтажа. [7]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елистратова, Ю.В. К расчету фактического теплоснабжения жилых зданий / Ю.В. Елистратова, Т.Г. Огаркова // В сборнике:

Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2014. – С.230–234.

2. ГОСТ 31311-2022 Приборы отопительные. Общие технические условия

3. ГОСТ 34059-2017 Устройство систем отопления, горячего и холодного водоснабжения

4. ГОСТ 22270-2018 Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения

5. Грибков И.Н., Лыков А.Н./ текст научной статьи: анализ систем отопления

6. Елистратова Ю. В., Елистратов Д. В., Гайдаш Д. С. Перспективы информационного моделирования при проектировании инженерных систем // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, учёных и специалистов. В 2-х томах. Том I. Отв. редактор А.Н. Халин. Тюмень, 2022. – 26-29.

7. Пат. 2148755 Российская Федерация: МПК F24D3/02 Система отопления, преимущественно многоэтажных зданий: Новосельцев Б.П., Ходырев В.Ф., Шафеева Е.Б.; заявитель и патентообладатель Воронежская государственная архитектурно - строительная академия, ЗАО «Воронежское монтажное управление - 2». № 98121279/06, заявл. 23.11.1998; опубл. 10.05.2000.

УДК 697.95

Засыпкина А.М., Питинова Д.С., Чуриков А.С.

Научный руководитель: Шеремет Е.О., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОБЗОР МЕТОДОВ ФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА ДЛЯ ЗДОРОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ

Повышенный интерес к методам очистки воздуха [1, 2], характеризуется существенным снижением количества пригодного для дыхательных процессов человека воздуха в атмосфере, из-за всевозможных выбросов предприятий и продуктов сгорания топлива [3]. Однако, в связи с тенденцией человека все больше находится в помещениях, что характеризуется повышением количества рабочих вакансий, которые склоняют человека заниматься умственным трудом

преимущественно над физическим. Возникает новая угроза, для преодоления которой необходимо наращивание технологий по очистке воздуха в помещениях с использованием инновационных механизмов разложения загрязнителей органического и бактериального типа [4].

В настоящее время, фильтры для очистки воздуха способны адсорбировать на своей поверхности, преимущественно, взвешенные частицы, что приводит к их постоянному накоплению и созданию благоприятных условий для размножения вирусов и бактерий. Кроме того, они не способны очищать воздух от оксидов углерода (CO_x) и оксидов азота (NO_x), которые при длительном воздействии способны привести к хроническим респираторным и легочным заболеваниям [5].

Источниками загрязнения воздуха внутри помещения могут являться чистящие средства, освежители воздуха, органические соединения, образовавшиеся в результате приготовления пищи, материалы, используемые для внутренней отделки помещений и офисное оборудование [6].

В связи с обнаружением настоящей проблемы начались поиски решения, в результате которых больше количество исследований стали обращать внимание на следующие физико-химические методы очистки: фильтрация, адсорбция, фотокаталитическое окисление, ультрафиолетовая дезинфекция и ионизация. Так же существуют биологические технологии по очистке воздуха: растения, водоросли.

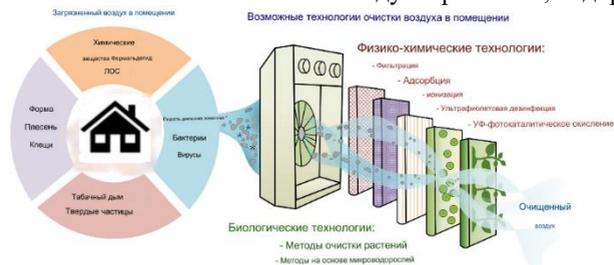


Рис. 1 Графическая визуализация методов очистки воздуха.

В механических системах фильтрации среда с пористой структурой, которая содержит волокна или растянутый мембранный материал с различными размерами волокон, плотностью и конфигурациями расширения среды для удаления частиц из воздушных потоков. Некоторые частицы воздуха, попадающие в фильтр, связываются со средой и удаляются из воздуха при его прохождении через фильтр. Удаление в основном происходит путем удара, перехвата и броуновского движения/диффузии, в зависимости от размера частиц.

Некоторые фильтры имеют статический электрический заряд, нанесенный на среду для увеличения удаления частиц. Общеизвестно, что такие фильтры могут эффективно удалять частицы, но не эффективны для органических и неорганических загрязнителей [7].

Так же существует электронная фильтрация, которая бывает двух типов: электростатические осадители или генераторы или ионизаторы ионов. Удаление обычно происходит путем электрического заряда частиц, использования коронирующих проводов или посредством генерации ионов (например, с помощью штыревых ионизаторов), а также путем сбора частиц на противоположно заряженных пластинах осаждения (осадителей) или путем усиленного удаления частиц в обычный фильтрующий материал или на поверхности помещения [7]. По данным из материалов исследования [8] эффективность электростатических фильтров для частиц размером 0,3–6 мкм составляет более 90%, в то время как для генераторов ионов это значение колеблется между 75 и 95%.

Метод адсорбции характеризуется наличием в системе адсорбирующего материала, которой улавливает на своей поверхности загрязнитель, он успешно применяется для адсорбции летучих органических соединений, так и неорганических загрязнителей на адсорбентах, таких как активированный уголь, цеолиты, силикагель, активированный оксид алюминия, минеральная глина и некоторые полимеры. Недостатком такого метода является особенность адсорбции не очищать и не уничтожать загрязняющие вещества, а переносить их из одной фазы в другую. Кроме того, на поверхности адсорбируемого объекта могут развиваться аэрозольные бактерии [9].

Технология фотокаталитического окисления является фаворитом среди исследований в этой отрасли за последние несколько лет и определяется как светоопосредованная окислительно-восстановительная реакция газов и биологических частиц, адсорбированных на поверхности твердого чистого или легированного металлооксидного полупроводникового материала или фотокатализатора [7]. К преимуществам данной технологии можно отнести: использованием солнечного излучения, в качестве источника ультрафиолетового излучения, быстрая скорость реакции и низкие энергозатраты, возможность обработки широкого спектра соединений. Основным недостатком является неполное окисление, в результате которого образуются побочные продукты реакции, которые могут быть более токсичными или вредными, чем исходные компоненты (например, формальдегид). Катализаторы также могут быть загрязнены (отравлены) переносимыми по воздуху реагентами и/или продуктами

окисления, что приводит к снижению или полному снижению эффективности процесса. В тех случаях, когда вместо солнечного света используется лампа, в список недостатков входят энергопотребление лампы, стоимость ее замены и вероятность образования озона в зависимости от используемого источника лампы (например, лампы УФ-В ~185 нм производят озон) [7].

Биполярная ионизация генерируется, когда источник переменного напряжения (АС) подается на специальную трубку с двумя электродами. Это явление может происходить в природе, особенно в горных районах и у водопадов, где, как сообщается, производство положительных и отрицательных ионов очищает воздух [10]. Одними из больших преимуществ систем ионной очистки являются устранение летучих органических соединений, частиц, запахов и болезнетворных микроорганизмов при сниженном потреблении энергии и очень низких затратах на техническое обслуживание [11]. Основным недостатком является то, что, хотя существуют некоторые доказательства эффективности некоторых из этих подходов, литература все еще слишком скудна, чтобы сделать надежные выводы [7].

Зелень в помещении обеспечивает ряд преимуществ, таких как выработка кислорода, генерация влажности, приятная эстетическая интеграция, система пассивной звукоизоляции, положительное психологическое влияние на выполнение задач, здоровье, уровень стресса и комфорт [11].

Микроводоросли — это прокариотические или эукариотические микроорганизмы с одноклеточной или простой многоклеточной структурой. Они являются одними из наиболее эффективных фотосинтезирующих организмов на Земле, с высокой продуктивностью биомассы и относительно низкими потребностями в питательных веществах, накапливая метаболиты для различных применений. Они могут жить в суровых условиях, в морской или пресной воде, и экспоненциально размножаться в благоприятных условиях [12].

Проведя анализ существующих методов очистки, можно сказать, что для создания «здоровой вентиляции» зданий, необходима разработка комплексного подхода, в котором будут задействованы все описанные методы, так как все они имеют ряд недостатков и преимуществ, которые при комбинировании могут успешно дополнять друг друга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уляшева В. М., Совершенствование очистки воздуха в системах обеспечения микроклимата чистых помещений / В. М. Уляшева, С. М. Анисимов, Е. В. Михайлов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. – 2019. – №. 2. – С. 81–87.
2. Наилова В. Н. Методы очистки вентиляционных выбросов закрытых автопарковок / В. Н. Наилова, А. А. Топоркова, Т. Н. Ильина // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Алушта, 4–8 июня, 2018 г. Белгор. гос. технол. ун-т.; отв. ред. И. В. Старостина. – Белгород, 2018. – С. 73–78.
3. Петкевич А. П. Загрязнение атмосферы выбросами после печей: актуальное состояние и пути решения / А. Н. Петкевич, Т. И. Тихомирова // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования: Всероссийская научная конференция: сборник докладов. Ч. I (Белгород, 14–18 октября 2019 г.). - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2019. - С. 83–87.
4. Han S. Advances in air filtration technologies: Structure-based and interaction-based approaches / S. Han, J. Kim, S. H. Ko //Materials Today Advances. – 2021. – Т. 9. – С. 100134.
5. Mamaghani A. H. Photocatalytic oxidation technology for indoor environment air purification: The state-of-the-art / A. H. Mamaghani, F. Haghghat, C. S. Lee //Applied Catalysis B: Environmental. – 2017. – Т. 203. – С. 247–269.
6. Liu G. et al. A review of air filtration technologies for sustainable and healthy building ventilation //Sustainable cities and society. – 2017. – Т. 32. – С. 375–396.
7. Mata T. M. et al. Indoor air quality: a review of cleaning technologies // Environments. – 2022. – Т. 9. – №. 9. – С. 118.
8. Liu, G. Xiao, M.; Zhang, X.; Gal, C.; Chen, X.; Liu, L.; Pan, S.; Wu, J.; Tang, L.; Clements-Croome, D. A review of air filtration technologies for sustainable and healthy building ventilation. //Sustain. Cities Soc. 2017, 32, 375–396.
9. Luengas, A.; Barona, A.; Hort, C.; Gallastegui, G.; Platel, V.; Elias, A. A review of indoor air treatment technologies. Rev. Environ. Sci. Bio. Technol. 2015, 14, 499–522.
10. Schurk, D.N. A Bipolar Ionization Primer for HVAC Professionals. ASHRAE J. 2021, 63, 40–46.

11. Deng, L.; Deng, Q. The basic roles of indoor plants in human health and comfort. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2018, 25, 36087–36101.

12. Mata, T.M.; Martins, A.A.; Caetano, N.S. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2010, 14, 217–232.

УДК 628.11

Клубаков Н.А, Горбатовская А.Н.

Научный руководитель: Шеремет Е.О., канд. техн. наук, доц.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДОБЫЧИ ВОДЫ В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ

Водоснабжение является одним из важных факторов, который влияет на качество жизни и здоровье населения. Несмотря на развитие науки в современном мире еще остается актуальна проблема нехватки воды в некоторых регионах планеты. Одним из самых проблемных регионов остается африканский континент, на котором несмотря на разнообразный ландшафт, огромные территории и наличие полезных ископаемых, водный вопрос так и не решен окончательно.

Среди африканских стран, стоит обратить внимание на Эфиопию, ссылаясь на исследования сайта «ООН – Водные ресурсы» [1], данные показывают, что параметры качества и количества воды в настоящее время не достигают нужного результата.

Эфиопия расположена сразу в двух климатических поясах: экваториальном и субэкваториальном. Средняя температура в Эфиопии составляет примерно +27 °С, и величина осадков варьируется от 500 до 2000 мм в год в зависимости от региона. Средняя относительная влажность составляет 52.51% [2]. Населенные плоскогорья Эфиопии характеризуются умеренным климатом с сухим зимним сезоном и развитыми сезонными дождями. Это обусловлено наличием высокогорных хребтов, которые задерживают влагу и вызывают изобилие осадков. Влажные долины Эфиопии, такие как Омо, находятся на границе с Кенией и Танзанией. Эти регионы характеризуются высоким уровнем осадков и высокой влажностью, что создает идеальные условия для постоянного сбора дождевой воды. Её климат также схож с такими странами континента как Сомали, Гвинея-Бисау, Замбия, Зимбабве и т.д.

Прежде всего, ведущей из причин нехватки воды в стране является неравномерное распределение водных ресурсов. Большая их часть расположена в отдаленных и труднодоступных регионах страны, поэтому многие жители городов и сельских регионов испытывают постоянную нехватку воды. В 2012 году итальянский архитектор Артуро Виттори и его агентство Architecture and Vision разработали способ снабжения засушливых африканских стран водой.

Виттори решил уделить внимание проблеме недоступности чистой воды после посещения северо-восточной Эфиопии, узнав из первых рук о бедственном положении отдельных сельских жителей. С помощью краудфандинга Kickstarter, команде удалось собрать 40 000 долларов и усовершенствовать конструкцию.

Первый прототип башни был спроектирован в 2013 году. В 2015 году команда Виттори использовала средства от кампании Kickstarter для установки башни Warka в Дорзе, расположенном на юге Эфиопии С. Проект оказался успешным и дал команде ценную информацию о том, как улучшить будущие прототипы. На (рис.1) представлены различные виды модификаций башни Warka.

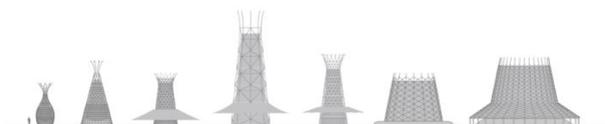


Рис. 1. Разновидности модификаций башни Warka.

Башня Warka добывает воду, конденсируя её из воздуха. Башня, похожая на вазу и состоит из бамбукового каркаса. Высотой может достигать 12 м, диаметром у основания до 4 м, а вес около 80 кг. Вся конструкция покрыта специальной двойной сетью из полиэстера.

С каждым годом команда стремилась к увеличению объема добываемой воды путем увеличения самой конструкции., таким образом прикрепляя больше капель воды к сетке.

"Варка" собирает воду путем конденсации капель из тумана, дождя или росы, которые стекают с помощью сетки в резервуар, расположенный в основании конструкции. На (рис.2) представлена схема поступления воды из башни Warka к потребителям.



Рис. 2. Схема поступления воды потребителям Warka.

Нижняя секция башни находится под сенью тканевого шатра во избежание испарения воды из резервуара. После, вода по трубопроводу поступает к емкостному баку, откуда вода напрямую используется для нужд местного населения. Такая башня способна конденсировать от 50 до 100 литров в сутки. В состав твердой внешней части башни входят упругие легкие стебли ситника – это позволяет сооружению выдерживать даже очень сильные порывы ветра и при этом свободно пропускать воздух. Внутри конструкции находится полипропиленовая или нейлоновая сетка для сбора росы.

Такая конструкция уже нашла свое применение не только в Эфиопии, Камеруне, но и еще в нескольких странах Восточной Африки, где реализуется проект Warka Water.

Преимуществом данного сооружения является дешевизна строительства. В среднем цена такой постройки варьируется от 550 до 1000 долларов, и зависит от местности возведения, климата, погодных условий и т.д. Конструкция выполнена из простых материалов, таких как бамбук, полиэфирная сетка, пеньковая веревка. Для строительства применяется менее 10 человек. Не менее важным плюсом продукта является высокое качество добытой воды. Это ведет к сокращению заболеваемости населения и развитию местного сельского хозяйства.

Недостатком конструкции является ее эффективность, то есть добыча воды составляет менее 1 м.куб/сутки, что может говорить о нехватке воды [4]. Однако, это можно решить путем увеличения количества башен.

Несмотря на то, что доступ значительно расширился благодаря финансированию со стороны иностранной помощи, многое еще предстоит сделать для достижения цели развития тысячелетия по сокращению доли людей, не имеющих доступа к воде и санитарии, для повышения устойчивости и улучшения качества обслуживания и такие технологические решения, как Башня Warka будут в этом помогать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Моментальный снимок ЦУР в Эфиопии [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://www.sdg6data.org/ru>
2. Климат Восточной Африки: особенности и климатические условия Эфиопии [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://molecula-sport.ru>
3. Водосборные башни Warka Water в Эфиопии [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://fishki.net>
4. Косухин М. М. Водоотводящие инженерные сети в прошлом, настоящем и будущем / М. М. Косухин, А. М. Косухин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2017. — №6 — С. 29-34. — DOI 10.12737/article_5926a059462d34.75656700. — EDN YQPJHX.

УДК 621.577

Кротова В.С., Метелкин В.А.

*Научный руководитель: Ильина Т.Н., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ТЕПЛОНАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Известно, что ископаемое топливо, как источник энергии, в ближайшем будущем закончится, поэтому человечество в середине 20 века начало изучение и внедрение альтернативных ее источников. Одним из них является неисчерпаемая тепловая энергия, которая может быть использована в инженерных системах с применением тепловых насосов[1].

«Тепловой насос – это установка для переноса теплоты от более холодного теплоносителя к более горячему за счет подвода внешней энергии или затраты работы. Тепловые насосы используются для выработки теплоты в системах централизованного и индивидуального отопления и горячего водоснабжения. Они более экономичны и безопасны, чем котлы на газовом или твердом топливе и поэтому являются хорошей альтернативой для систем индивидуального теплоснабжения многоквартирных жилых домов и коттеджей»[2].

«Возникновение тепловых насосов относят к 1852 году. Их изобретателем считают британского физика Уильяма Томсона, который разработал практическую теплонасосную систему, названную им

«умножителем тепла». Но еще до его изобретения в 1824 году была создана холодильная машина французским физиком Сади Карно, который сформулировал принцип работы теплового насоса» [3]. Практическое применение начали получать в 40х годах 20 столетия тепловые насосы начали применяться на практике, когда изобретатель Роберт Вебер, при эксперименте с морозильной камерой, заметил, что тепло, выбрасываемое наружу, можно использовать для нагрева различных сред.

Тепловой насос состоит из следующих элементов:

1. Наружный блок содержит теплообменник и вентилятор. Теплообменник является конденсатором (режим охлаждения) или же испарителем (режим нагрева). Обдувание наружным воздухом вентилятором способствует облегчению теплообмена.

2. Внутренний блок предназначен для обработки воздуха и содержит в себе теплообменник и вентилятор. Теплообменник используется как испаритель (режим охлаждения) или же конденсатор (режим нагрева). Вентилятор отвечает за перемещение воздуха по змеевику и по помещению.

3. Хладагент – вещество, поглощающее и отводящее тепло при его циркуляции в системе теплового насоса с использованием фазовых переходов рабочего вещества.

4. Компрессор нагнетает хладагент и перемещает его по всей системе.

5. Реверсивный клапан – это часть системы теплового насоса, которая изменяет направление потока хладагента, позволяя системе работать как в режиме нагревания, так и охлаждения.

6. Расширительный клапан работает как регулирующее устройство, контролируя поток хладагента по мере его прохождения через систему, позволяя снизить давление и температуру хладагента [4].

Тепловой насос в режиме нагрева работает по обратному циклу Карно (Рис. 1). Поток хладагента реверсируется с помощью клапана, источником нагрева становится наружный воздух (даже при низких температурах наружного воздуха), а тепловая энергия выделяется внутри дома. Внешний теплообменник теперь выполняет функцию испарителя, а внутренний конденсатора.

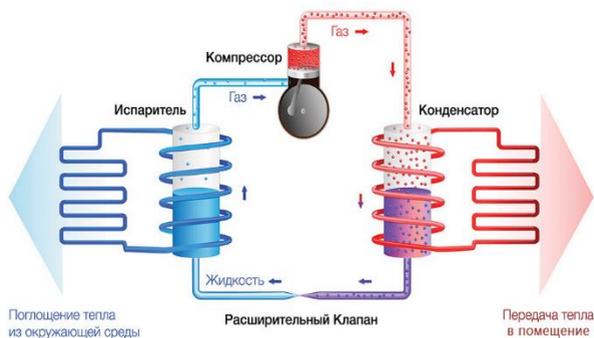


Рис. 1 Схема работы теплового насоса

Тепловая энергия поглощается из окружающей среды во внешнем блоке холодным жидким хладагентом, превращая его в охлажденный газ. Затем этот газ сжимается в компрессоре, превращаясь в горячий газ. Тот охлаждается во внутреннем блоке, пропуская через себя воздух. Далее газ нагревается и конденсируется в теплую жидкость. При поступлении теплой жидкости в наружный блок ее давление понижается, она превращается в холодную жидкость и цикл возобновляется.

Эффективность теплового насоса определяется по коэффициенту преобразования или отопительному коэффициенту (COP) приведенному в формуле (1). COP равен отношению теплопроизводительности теплонасосной установки к мощности, потребляемой компрессором. Для оценки эффективности в режиме охлаждения применяется холодильный коэффициент (EER), вычисляемый по формуле (2) EER равен отношению холодопроизводительности теплового насоса к мощности, потребляемой компрессором.

$$COP = \frac{Q_R}{N} = \frac{Q_C + N}{N} = EER + 1 = \frac{T_0}{T_K - T_0} + 1 \quad (1)$$

$$EER = \frac{Q_C}{N}, \quad (2)$$

где Q_R – отдаваемая энергия; Q_C – отбираемая тепловая энергия; N – электроэнергия затраченная установкой; T_K и T_0 – температуры конденсации и кипения хладагента.

Современные тепловые насосы могут иметь значение коэффициента до 5, то есть способны трансформировать 1кВт электроэнергии до 5кВт тепла [5]. Вследствие этого, тепло, получаемое

при работе теплового насоса, на 80% обходится человеку бесплатно и не загрязняет окружающую среду.

Тепловые насосы классифицируются по источникам и потребителям тепловой энергии. В зависимости от технологии работы с тепловой энергией, ее забора и перенаправления выделяют следующие виды теплонасосных установок [6]:

1. Тепловой насос «воздух-воздух»

Конструкция представляется собой стандартную сплит-систему, оптимизированную для работы при отрицательных температурах. Устройство справляется со своими задачами при температуре до -30°C , используя как источник энергии атмосферный воздух.

Характеристика теплонасоса «воздух-воздух»:

- + работает как на обогрев, так и на охлаждение;
- + имеет относительно невысокую стоимость по сравнению с другими типами насосов;
- + возможен быстрый монтаж, производимый за один день;
- + применим для частных домов и небольших помещений;
- система не позволяет организовать горячее водоснабжение и применяется для отопления частных домов с сезонным проживанием.

2. Тепловой насос «воздух-вода»

Этот типа используют цикл охлаждения для сбора тепловой энергии из окружающего воздуха и передачи ее холодной воде, тем самым производя горячую воду. Поскольку окружающий воздух подается бесплатно, тепловые насосы типа "воздух-вода" производят горячую воду за небольшую часть стоимости традиционных погружных нагревателей.

Характеристика теплонасоса «воздух-вода»:

- + возможность организовать горячее водоснабжение;
- при низких температурах окружающей среды установка снижает свою эффективность работы, а при -30°C не используется.

3. Тепловой насос «вода-вода»

Данный тепловой насос производит отбор тепла от жидкого теплоносителя, циркулирующего в трубах, расположенных в земле или водоёме. Такая система имеет несколько способов реализации: вертикальный, когда монтаж трубопроводов производится вглубь, и горизонтальный, когда площадь участка для монтажа существенно увеличивается.

Характеристика теплового насоса «вода-вода»:

- + для промышленных предприятий можно совместить с прокладкой водопровода или канализации;
- в горных регионах использовать такую систему не получится;

– трудоёмкий и дорогой монтаж системы.

Наиболее энергоэффективными в производстве и эксплуатации являются воздушные тепловые насосы за счёт простоты их монтажа и меньшей стоимостью в сравнении с другими [7]. Уданных типов тепловых насосов есть существенный недостаток – обмерзание, который приводит к снижению энергоэффективности всей установки. Существующие способы удаления наледи (различные виды оттаивания) требуют дополнительных затрат энергии. В качестве решения этой проблемы возможно применение метода воздействия механических колебаний. Его идея заключается в воздействии электрического напряжения на пьезометрический кристалл, который линейно изменяет свои размеры, то есть механически деформируется, и избавляет теплообменник от наледи [8].

Задача удаления наледи является весьма актуальной и требует разработки и исследования методов ее решения. Решение данной проблемы сделает использование воздушных тепловых насосов наиболее интересным для потребителей энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елистратова Ю.В Сравнительные критерии систем отопления / Елистратова Ю.В., Семенов А.С., Минко В.А. / В сборнике: Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве городов - 2012. с. 237-239.

2. Трубаев, П.А. Тепловые насосы: учеб. пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 143 с.

3. Henk Тепловые насосы. Кто придумал тепловой насос? [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.netgaza.ru> (дата обращения: 12.10.2023).

4. Carrier. HVAC EDUCATION, BUYING TIPS, HEAT PUMPS, TECHNOLOGY, FAN COILS, What is a Heat Pump? [Electronic resource]. – URL: <https://www.carrier.com> (date of treatment: 12.10.2023).

5. Бассейн сервис. Тепловой насос: принцип работы и эффективность. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.netgaza.ru> (дата обращения: 12.10.2023).

6. ХИКОНИКС. Классификация тепловых насосов. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.netgaza.ru> (дата обращения: 12.10.2023).

7. Гущин С.В., Семенов А.С., Шень Ч. Мировые тенденции развития энергосберегающих технологий // Вестник Белгородского

государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. №5. С. 31-43.

8. Орлов П.А., Ильина Т.Н., Орлов К.П. Воздействие механических колебаний на обследование испарителей воздушного теплового насоса // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова 2021. Т 6. №.6. С.36-44. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-6-36-44.

УДК 62-111.1

Московкин Д.Н.

*Научный руководитель: Маслова И.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ СОВМЕЩЕННОЙ СХЕМЫ

Ветроэнергетические установки, собранные по принципу совмещения двух схем - Ротора Дарье и Савониуса, способны стабильно вырабатывать небольшое количество энергии, которое может быть необходимо для использования в частном секторе. Полученные расчеты показали, что ветрогенератор совмещенной схемы сможет вырабатывать энергию, например, для освещения помещения, либо для зарядки аккумуляторов переносных устройств.

Принцип всех ветряных установок основан на том, что ветер своим потоком раскручивает лопасти, которые являются рабочим органом. Лопасти могут быть как горизонтально расположены, так и вертикально. Размер лопастей должен иметь соответствующие габариты, форму и вес. Ветроустановка, включающая в себя две схемы – схему Дарье и схему Савониуса, может содержать вместо одной пары лопастей две, причем, одна расположена горизонтально, вторая - вертикально.

В предлагаемой установке форма лопастей Савониуса имеет вид полумесяца. Форма лопасти в виде полумесяца, в процессе вращения, осуществляет как бы «захват» потоков воздуха с каждой стороны поочередно, в том случае, когда поток воздуха направлен преимущественно в одну сторону. Изготовить лопасти можно из поливинилхлорида, который имеет характеристику легкого и гибкого материала, а также легко обрабатывается. Знаменитый французский исследователь Жак Ив Кусто на своей яхте «Калипсо» вместо парусов использовал роторы Савониуса с большим удлинением, для питания

электроустановок, обеспечивающих энергией двигателя судна. Основной идеей проектирования судна была экологическая чистота его эксплуатации, поэтому силовыми установками являются электродвигатели.

В конструкции лопастей Дарье поток ветра раскручивает ось через вертикально расположенные лопасти, имеющие симметричную аэродинамическую форму поперечного сечения. В качестве базового профиля лопастей может выступать профиль крыла кордовых низкоскоростных авиамodelей стандарта NASA, так как технические, геометрические и аэродинамические характеристики подобраны путем точных расчетов, моделирования, лабораторных исследований, что обеспечивает их полную работоспособность в заданных условиях.

Немаловажным параметром профиля является его аэродинамическое качество – К. Аэродинамическое качество зависит от угла атаки профиля. Примером такого профиля, с высоким качеством, может служить профиль NASA 27-2012, созданный И. Джекобсом в конце 30-х годов. Однако, такие профили требуют очень точного и тщательного изготовления. Их применение показывает высокое аэродинамическое качество в ограниченных условиях по турбулентности набегающего потока. Для изготовления подобных лопастей можно использовать профильную древесину, либо тонколистовой металл. По предварительным расчетам, использование металла в качестве материала незначительно повлияет на изменение веса конструкции.

Конструкция ветроустановки может состоять из торцевых элементов, продольных частей, составляющих крепежный «скелет». Герметизация конструкции может производиться при помощи укрывной полиэтиленовой пленки. Самой распространенной и универсальной разновидностью полиэтиленовой пленки является пленка толщиной 100-200 мкм. Черная пленка используется в качестве защиты от солнца: такая пленка с добавлением пигмента полностью непрозрачная и способна надежно защитить любые материалы от попадания прямых солнечных лучей, что может увеличить срок их использования.

Системы двух лопастей и оси вращения в совокупности составляют конструкцию, называемую ротором. Такая конструкция использует силу ветра для вращения лопастей вокруг вращающегося вертикального вала. Конструкция может быть дополнена крепежными платформами, выполненными из тонколистового металла, которые в свою очередь, являются торцовыми пластинами лопастей Савониуса.

Ось всей конструкции представляет собой вал, выполненный из полой трубы, что так же обеспечивает уменьшение веса конструкции, с сохранением прочности. Длину и материал трубы необходимо подобрать с учетом возможности ее изгиба в поперечном и продольном направлениях. Однако количество изгибов должно быть минимальными, так как это может повлиять не только на снижение производительности, но и на безотказную работу ветрогенератора.

Вращение основного вала осуществляется при помощи подшипников качения, установленных между самим валом и корпусом-гильзой, имеющей форму полого цилиндра. Подшипники качения выбраны исходя из немногочисленных и непостоянных нагрузок, возникающих в ходе вращения. Вращательное движение выполняет зубчатый венец маховика, посредством зубчатого зацепления, который устанавливается на ось с натягом. Подвижная часть конструкции завершается маховиком, которым может являться диск небольшой толщины, который может быть выполнен как из древесины, так и из металла. Вращение передается на вал электродвигателя, который, вращаясь, вырабатывает ток.

Все составные части ветроэнергетической установки размещаются в корпусе из металла, который обеспечивает ее надежную защиту.

Предлагаемая конструкция ветрогенератора может быть изготовлена с минимальными затратами, так как технология изготовления составных частей несложная и использование предлагаемой конструкции полностью окупится выработанным количеством энергии даже за относительно небольшой промежуток времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электроснабжение : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / А. В. Белоусов, А. В. Сапрыка. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016 - URL: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016110816031388200000657214>

2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб. пособие для студентов специальности 140100 - Энергетика теплотехнологий / И. А. Щетинина; Т. И. Тихомирова; Н. А. Щетинин ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014 - URL: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015051411263761400000653144>

3. Патент RU2539604C2. Ветроэнергетический комплекс :№ 2011135900/06 : заявл. 30.08.2011 :опубл. 10.03.2013 / Отарашвили Зураб Автандилович (RU), Титов Дмитрий Дмитриевич (RU), Никитин Михаил Андреевич (RU), Палкин Павел Евгеньевич (RU) – URL: <https://www.fips.ru>

4. Патент RU2182258. Ротор типа Савониуса :№ 94045216/06 : заявл. 27.12.1994 :опубл. 27.10.1996 / Соловьев А.П. : заявитель, патентообладатель Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова – URL: <https://www.fips.ru>

5. Возможность практического применения ветроэнергетической установки в частном пользовании / Д.Н. Московкин // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова [Электронный ресурс]: Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. –с.96-101 <https://www.bstu.ru/shared/attachments/261743>

УДК 628.164

Павелкова А.М.

*Научный руководитель: Спицов Д.В., канд. техн. наук, доц.
Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет, г. Москва, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕКОНСТРУКЦИИ ИОНООБМЕННЫХ УСТАНОВОК. РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.

Ионный обмен является одним из наиболее распространенных методов умягчения и обессоливания. Особенность установок ионного обмена – проведение восстановления обменной способности ионита с помощью концентрированных растворов кислот, щелочей или солей. Большинство ионообменных установок представлены прямоточными схемами, где направление движения регенерационного раствора и воды совпадают [1]. К преимуществам прямоточной регенерации относятся простота и надежность конструкции фильтра, широкий разброс объемов пропускаемой воды без ухудшения качества ее обработки.

К недостаткам относятся значительные расходы реагентов при неполной глубине регенерации смолы, также значительны расходы отмывочной воды. В результате происходит образование значительного объема сточных вод, негативно влияющих на водоемы. В последние годы наблюдается тенденция к внедрению технологий

ресурсосбережения, положительно влияющих на экологическую ситуацию.

В настоящее время большинство установок ионного обмена нуждается в реконструкции.

Существуют три основных направления реконструкции:

- использование современных ионообменных смол с большей обменной емкостью и меньшими отмывочными расходами [2];
- замена классической прямоточной регенерации на противоточную [3];
- замена на мембранные установки [4];
- применение локальных очистных сооружений с переходом на бессточную технологию водоподготовки [5].

Особенностью эксплуатации установок водоподготовки являются колебания производительности, связанные с приостановкой подачи подготовленной воды потребителям, что приводит к проблеме неполной загрузки блоков водоподготовки [6].

В 60-х годах прошлого века была предложена технология регенерации ионообменных фильтров с направлением движения раствора противонаправленным движению воды. В результате проходящая через ионит вода обменивается ионами с ионитом со все более увеличивающейся глубиной регенерации. Таким образом при противоточной регенерации максимально используется обменная емкость ионообменной смолы. В результате чего регенерации происходят реже при той же концентрации регенерационных растворов. Помимо положительного эффекта в виде экономии реагентов улучшается качество подготовленной воды, установка ионного обмена становится более компактной. Для максимального использования преимуществ противоточной регенерации установка ионного обмена может быть автоматизирована. Различия в направлении движения подготовленной воды и регенерационного раствора приведены на (Рис. 1).

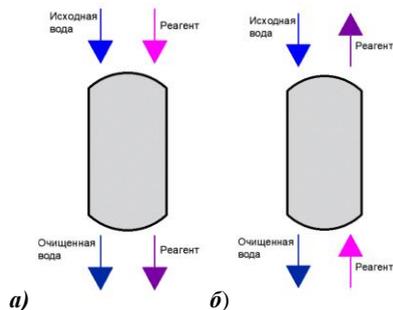


Рис. 1 Способы регенерации ионообменных установок:
а – прямоточная; *б* – противоточная

В случае проведения реконструкции с применением обратного осмоса необходимо учитывать, более высокие требования обратного осмоса к исходной воде, что может привести к дополнительным затратам на систему предочистки воды [7]. Ионный обмен применяется в разных отраслях промышленности, в основном для подготовки подпиточной воды тепловых и паровых котлов. Мембранные методы не всегда могут достичь требуемых показателей качества воды в одну ступень, для сокращения объемов сбрасываемых сточных вод комбинации ионообменных и мембранных методов. Наиболее целесообразно установка мембранной установки в качестве первой ступени с дальнейшим полным обессоливанием ионообменными фильтрами (Рис. 2), такой подход реализован на Стерлитамакской ТЭЦ [8]. Комбинирование методов позволяет отсечь основную часть примесей воды на мембранной установке, в результате ионообменные фильтры работают в облегченном режиме и потребляют меньше реагентов.



Рис. 2 Комбинированная схема водоподготовки

Рациональное водопользование непосредственно связано как с уменьшением потребления воды за счет совершенствования технологий, так и с уменьшением сбрасываемых сточных вод.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что варианты реконструкции ионообменных установок отличаются различными подходами. Для реализации выбор метод реконструкции и состав технологических сооружений осуществляется на основании технико-экономического расчета, а также с возможностью обеспечения простота, связанного с внесением изменений в обвязки и конструкцию ионитных фильтров, заменой насосов, арматуры, установки контрольно-измерительных приборов, выполнению автоматизации системы водоподготовки, процесса пуска-наладки оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вихрев, В.Ф. Водоподготовка: учебник для вузов / В.Ф. Вихрев, В.В. Шкроб М.С.; под ред. М.С. М.С. – М.: Энергия, 1973. – 416 с.
2. Кривченкова, Е.А. Анализ ассортимента и качества катионитов, представленных на российском рынке и предназначенных для применения на водоподготовительных установках ТЭС / Е.А. Кривченкова, Л.А. Панфилова // Теплоэнергетика. — 2021. — № 10. — С. 63-72.
3. Жадан, А.В. Практическая реализация противоточной технологии ионного обмена / А.В. Жадан, Е.Н. Бушуев // Вестник ИГЭУ. — 2012. — № 5. — С. 10-15.
4. Первов, А.Г. Использование мембранных технологий в системах

водоподготовки энергетических объектах / А.Г. Первов, Е.Б. Юрчевский // Энергосбережение и водоподготовка. — 2005. — № 5(37). — С. 10-14.

5. Михайлин, А.В. Бессточная технология обессоливания воды / А.В. Михайлин, В.А. Чухин // Вестник МГСУ. — 2009. — № 2. — С. 151-153.

6. Жадан, А.В. Анализ современных технологий водоподготовки на ТЭС / А.В. Жадан, Е.Н. Бушуев, Н.А. Еремина // Новости теплоснабжения. — 2013. — № 7. — С. 35-40.

7. Мамет, А.П. Сравнение экономичности ионитного и обратногоосмотического умягчения воды / А.П. Мамет, Ю.А. Ситняковский // Энергосбережение и водоподготовка. — 2002. — № 6. — С. 63-66.

8. Власова, А.Ю. Ресурсосберегающие технологии утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части водоподготовительной установки на Стерлитамакской ТЭС / А.Ю. Власова // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. — 2022. — Т.24. — №6 — С. 25-36.

УДК 621.793

*Питинова Д.С., Засыпкина А.М., Чуриков А.С.
Научный руководитель: Шерemet Е.О., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Постоянный рост населения и изменение климата каждый день приводят к проблеме кризиса питьевой воды, свободной от болезнетворных вирусов, бактерий и других органических и неорганических загрязнителей [1]. Так же установлено, что большая часть природных ресурсов питьевой воды загрязнена различными токсичными загрязнениями и патогенными микроорганизмами [2]. Особенно актуальность этой проблемы показала пандемия коронавирусной инфекции, в период которой стала очевидна нехватка антимикробных поверхностей для очистки воды и воздуха [3].

Наиболее перспективным механизмом для создания таких поверхностей является очистка воды методом фотокаталитического окисления органических и биологических загрязнителей. В качестве

материалов для достижения данного эффекта целесообразно использовать диоксид титана (TiO₂) [4], оксид цинка ZnO [5] и их комбинирование с благородными металлами Au, Ag, Pd или Pt, а также переходными металлами V, Cr, Fe, Co, Cu, Mo, Ni и Zn [6]. Наглядная демонстрация механизма фотокаталитической очистки продемонстрирована на рисунке 1.

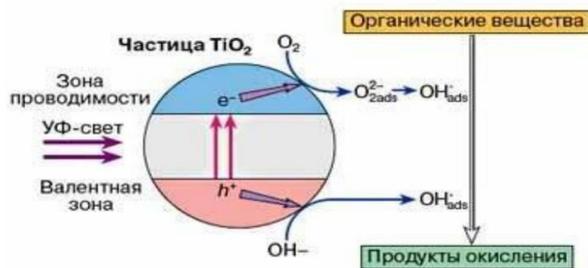


Рис. 1 Механизм окисления органических веществ на поверхности TiO₂

Главным преимуществом фотокаталитического очищения воды от традиционных методов таких как нагрев, хлорирование, озонирование, является высокая экологичность, так как процесс фотокатализа протекает под действием ультрафиолетового излучения, которое в достаточном количестве можно получить от солнечного излучения. Поэтому по мнению многих исследователей фотокаталитическое окисление является одной из наиболее инновационных и перспективных альтернативных технологий среди процессов по очистке воды [7].

Создание фотокаталитических фильтров для очистки воды полностью из фотокаталитически активного материала не является целесообразным, в связи с широким спектром существующих технологий по нанесению функциональных покрытий.

Так, например, известна золь-гель технология и в приведенном источнике [8] описан процесс создания фотокаталитического покрытия с её использованием. Суспензии кристаллических наночастиц анатаза TiO₂, предположительно именно эта фаза диоксида титана является самой фотокаталитически активной [9], синтезировали золь-гель, обычно добавляя 11,5 мл тетраизопророксида титана к кислому водному раствору с соотношением воды к азотной кислоте 140:1, при интенсивном перемешивании. Полученную суспензию выдерживали в течение трех дней. Полученная суспензия имеет содержание TiO₂ 20 ± 5 мас.%. 2 мл этого препарата TiO₂ с концентрацией 20 мас. % наносили на гладкие предметные стекла размером 76 × 26 мм и фильтры из

стеклянного микроволокна диаметром 47 мкм и размером пор 1,6 мкм. Суспензию TiO₂ наносили размазыванием в случае предметных стекол и пропиткой в случае стеклянных фильтров. До и после осаждения подложки с покрытием сушили при 110 °С и взвешивали для оценки количества осажденного фотокаталитического материала. Данный метод, является перспективным, так как в итоге авторы статьи получили хорошие результаты, но возможным недостатком может являться низкая адгезия покрытия к подложке, что существенно снизит диапазон условий для использования таких покрытий.

Еще одним методом создания покрытий для фотокаталитических фильтров, может являться газоплазменный метод, который часто используется для создания высококачественных износостойких и коррозионностойких покрытий или для восстановления различных металлических деталей, но в меньшей степени при изготовлении фотокаталитически активных покрытий. Метод газоплазменного напыления обеспечивает вторую по величине температуру обработки (обычно в диапазоне 2500–3400 °С) после плазменного напыления. При таком методе термического напыления окисление сырья в значительной степени практически неизбежно. Так называемое «время полета», т. е. время, необходимое для прохождения сырья от сопла термического напыления до подложки, является решающим параметром в технологии газоплазменного напыления. Его необходимо тщательно выбирать, регулируя расстояние между распылителем и материалом основы [10]. Данный метод по сравнению с золь-гель технологией может быть использован при создании фотокаталитических покрытий, которые предполагается использовать в агрессивных условиях и где требуется эрозионно и износостойкость.

Стоит отметить, что процесс моделирования фотокаталитических фильтров может быть очень затруднительным, в связи с необходимостью учета возможности взаимодействия поверхности фильтра с естественным источником ультрафиолетового излучения, в ином случае в модели необходимо учитывать искусственные источники ультрафиолетового излучения. Вопрос о создании таких фильтров с использованием предложенных технологий нанесения покрытий, является актуальным в связи с большим количеством публикаций на данную тематику за последние десять лет.

К примеру, согласно литературным источникам, применение фотокаталитических фильтров может быть реализовано для очистки сточных вод в накопительных резервуарах и отстойниках [11]. Показано, что пестициды, используемые в сельском хозяйстве, в водоемах разрушаются в течение нескольких месяцев. Использование

механизма фотокатализа может сокращать необходимое количество времени до нескольких дней, без затраты дополнительной энергии, так как процесс может происходить вод воздействием солнечного света.

Применение фотокаталитической технологии очистки воды от загрязнителей органического и бактериального типа является одним из наиболее перспективных методов для реализации недорогостоящей и энергетически эффективной методики очистки воды. Так как в идеальных условиях фотокаталитический материал не нуждается в замене, что обеспечивает непрерывность работы системы в который он используется [12].

Исходя из выдвинутых суждений, можно сказать, что разработка фильтров для очистки воды, с использованием технологии нанесения фотокаталитических покрытий, является актуальной темой для дальнейшего исследования и проектирования такой системы, с целью практического применения в сельскохозяйственной отрасли и для получения питьевой воды из загрязнённых источников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abedin, M. Climate change, water scarcity, and health adaptation in southwestern coastal / Collins, A.E.; Habiba, U.; Shaw, R. // *Bangladesh.Int. J. Disaster Risk Sci.*2019,10, 28–42.
2. Baruah S., Perspectives, and applications of nanotechnology in water treatment / Najam Khan M., Dutta J. // *Environmental chemistry letters.* – 2016. – Т. 14. – С. 1-14.
3. Birkett, M. Recent Advances in Metal-Based / Dover, L.; Cherian Lukose, C.; Wasy Zia, A.; Tambuwala, M.M.; Serrano-Aroca, Á. // *Antimicrobial Coatings for High-Touch Surfaces. Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 1162.
4. Лукутцова Н. П. Эффективность применения нанодисперсного диоксида титана в фотокатализе / Н. П. Лукутцова, О. А. Постникова, А. А. Пыкин, И. А. Ласман, М. Ю. Солодухина, Е. А. Бондаренко, Л. А. Сулейманова // *Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова.* - 2015. - № 3. - С. 54–57.
5. Colmenares J. C. et al. Polypropylene nonwoven filter with nanosized ZnO rods: Promising hybrid photocatalyst for water purification // *Applied Catalysis B: Environmental.* – 2015. – Т. 170. – С. 273-282.
6. Seiß V. Preparation and Real World Applications of Titania Composite Materials for Photocatalytic Surface, Air, and Water Purification: State of the Art / Thiel S., Eichelbaum M // *Inorganics.* – 2022. – Т. 10. – №. 9. – С. 139.

7. Kondarides D. I. Anaerobic photocatalytic oxidation of carbohydrates in aqueous Pt/TiO₂ suspensions with simultaneous production of hydrogen / Patsoura A., Verykios X. E. //Journal of Advanced Oxidation Technologies. – 2010. – Т. 13. – №. 1. – С. 116-123.

8. Jalvo B. et al. Antimicrobial and antibiofilm efficacy of self-cleaning surfaces functionalized by TiO₂ photocatalytic nanoparticles against Staphylococcus aureus and Pseudomonas putida //Journal of hazardous materials. – 2017. – Т. 340. – С. 160-170.

9. Подгорный Д. С. Фотокаталитические покрытия на основе диоксида титана как перспективный метод повышения долговечности строительных материалов / Д. С. Подгорный, Д. О. Бондаренко // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова. Сборник докладов. Белгород, 2023. С. 162–166.

10. Roata I. C. et al. / Photocatalytic coatings via thermal spraying: A mini-review //AIMS Materials Science. – 2019. – Т. 6. – №. 3. – С. 335-353.

11. Kostedt, W. L., IV. Магнитно-активированный фотокаталитический реактор для фотокаталитического окисления водных фазорганических загрязнителей / Drwiega, J; Mazyck, D. W.; Lee, S.-W.; Sigmund, W.; Wu, C.-Y.; Chadik, P. // Environmental Science & Technology 2005, 39(20), 8052–8056.

12. Баглов А. В. Установка для фотокаталитической очистки воды от органических загрязнений в проточном реакторе / А. В. Баглов, А. А. Радионов, Е. Б. Чубенко, В. А. Зайцев, В. Е. Борисенко // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. 2018. № 4 (114). С. 45–50.

УДК 658.264

Понуровский Я.А

Научный руководитель: Чекардовский М.Н., д-р техн. наук, проф.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ИЗНОСА В ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Большинство крупных городов России обладают развитой системой централизованного теплоснабжения (ЦТС). Однако, с течением времени и под воздействием эксплуатационных факторов (силовые, деформационные воздействия) и природных явлений, данная система может подвергаться повреждениям, дефектам и

неисправностям, которые в свою очередь не позволяют удовлетворить потребительские требования за счет минимальных затрат и минимального уровня выбросов загрязняющих веществ. Следовательно, это приводит к эксплуатационным проблемам, когда их приходится решать одновременно, соблюдая технические, экономические и экологические ограничения. В частности, эти трудности усугубляются при максимальной нагрузке сетей централизованного теплоснабжения в наиболее холодные периоды года, поскольку повышаются риски прекращения подачи тепловой энергии до потребителей ввиду несвоевременного технического обслуживания и ремонта системы.

Финансовые соображения требуют сохранения труб как можно дольше, но без ущерба для надежности снабжения, рабочей среды и безопасности для населения, а также без риска нанесения ущерба имуществу. В новых трубах встроена система оперативного дистанционного контроля (СОДК) для мониторинга состояния теплоизоляционного слоя изолированных трубопроводов и обнаружения участков с повышенной влажностью, что дает больше возможностей для мониторинга сети. Однако для старых типов труб технология сигнализации влажности еще не была разработана, когда трубы помещались в землю.

Обычно трубы централизованного теплоснабжения заменяются только при обнаружении утечки. Стандартная процедура заключается в незамедлительном устранении утечек, после чего в годовой график работ по обслуживанию и ремонту планируют и включают действенные меры, предотвращающие их дальнейшее возникновение. Выбор того, следует ли заменять весь трубопровод или нет, зависит от состояния трубы, стоимости замены и наличия других дефектов. Хотя замена труб централизованного теплоснабжения только при появлении утечек или иных проблем является рискованным и реактивным подходом, слишком ранняя замена исправных труб не имеет экономического смысла. Несмотря на то, что изношенные трубопроводы ЦТС часто имеют менее эффективную изоляцию, восстановление или улучшение которой благоприятствует снижению потерь тепловой энергии – к сожалению, данный фактор не способствует увеличению размера выделяемых финансовых средств для их заблаговременной замены.

В последние десятилетия можно видеть, что предприятия централизованного теплоснабжения в Российской Федерации увеличили свои инвестиционные затраты как в источники теплоснабжения, так и в распределительные сети.

Анализ моделей теплоснабжения и практики теплоснабжающих организаций в регионах России показали, что коммунальные предприятия используют либо качественные, либо полуколичественные методы. При этом использование методов количественного анализа рисков, таких как анализ дерева отказов, в коммунальных предприятиях, по-видимому, не получило широкого распространения.

В свою очередь, матрицы рисков могут использоваться для представления результатов, например, предварительного анализа опасностей процесса. Вероятность обычно отображается на вертикальной оси, а последствия — на горизонтальной оси, как показано в примере таблицы.

Таблица 1 – Матрица рисков с мерами их предотвращения

Вероятность		Матрица рисков			
Очень высокая	4	Необходим анализ издержек и выгоды	Требует срочного решения!		
Вероятная	3				
Возможная	2		Требует наблюдения		
Невероятная	1				
Последствия		1	2	3	4
		Минимальные	Значительные	Серьезные	Катастрофические

Матрица рисков, представленная в таблице, обозначает приемлемые риски зеленым цветом, а неприемлемые – красным. Желтая вертикальная зона справа представляет трубы и компоненты, которые могут привести к значительным последствиям в случае сбоя. Однако, так как вероятность этого невелика, усиленного надзора может быть достаточно. Горизонтальная верхняя зона демонстрирует трубы и компоненты с высоким риском отказа, но с незначительными прогнозируемыми результатами. Здесь важно провести анализ затрат и результатов возможных мер для смягчения последствий. Методы определения рисков и последствий различны, от ручных до автоматических. При оценке рисков и последствий сбоев в централизованном теплоснабжении учитываются следующие аспекты:

- Возраст. Материалы деградируют с возрастом.
- Тип трубы. Различные типы труб имеют разную склонность к отказам и наличию слабых мест, что может повлиять на ожидаемый срок службы.

- Размер трубы: как правило, трубы меньшего размера имеют большую частоту повреждений.

- Определение уязвимых потребителей: это учреждения, особо чувствительные к перебоям в теплоснабжении (например, больницы, детские сады).

- Статистика повреждений: информация об ущербе позволяет определить, где требуются срочные меры, а также оценить срок службы.

- Конкретные трубопроводы или элементы, расположенные в зонах с повышенной вероятностью отказа или значительными последствиями отказа.

- Условия эксплуатации и вопросы безопасности.

Матрица рисков может сыграть важную роль в определении приоритетности различных стратегий по плановым ремонту и восстановлению. Возможно, некоторые проекты придется реализовать немедленно, но анализ рисков может подсказать, когда стоит подождать.

Также, существует система классификации рисков, включающая автоматизацию и интеграцию ее с Географической информационной системой (ГИС-система) централизованного теплоснабжения города, которая может представлять особый интерес.

При данной модели диагностики для оценки вероятности отказа фокус сконцентрирован, в первую очередь, на типе трубы, рабочей среде, а также на том, установлена ли СОДК или нет, для создания определенных классов труб с низким, средним или высоким риском, которые в сочетании с возрастом трубы, будут давать конкретное значение вероятности отказа в случае определенного значения износа для реальной трубы.

Вероятность выхода из строя возрастает с возрастом труб, хотя новые трубы имеют несколько более высокую вероятность выхода из строя, чем более старые трубы.

Благодаря удобству выбора переменных, была разработана система автоматической оценки риска, которая будет совершенствоваться в зависимости от износа труб. Кроме того, пользователь системы может вручную повысить класс риска трубы, например, исходя из результатов инспекции или обхода. В ГИС-системе разным классам риска соответствуют разные цвета (рисунок 1).



Рис. 1 – Снимок экрана цветового обозначения трубопроводов в ГИС-системе ZuluGIS

Работа с вышеописанными инструментами может принести ряд преимуществ в планировании обслуживания и ремонтов в системах ЦТС. Она включает в себя:

- возможность получения информации о требуемых ремонтных работах;
- разработка структуры, которая помогает оператору сети определять приоритеты между различными требованиями и потребностями.

Все это важно для вопросов охраны здоровья и безопасности людей.

На основе данных о возрасте и дате сооружения тепловых сетей, а также о типе прокладки, появляется эвентуальность по упрощению долгосрочного планирования. Дополнительное внедрение графиков зависимости срока службы от различных факторов способствует более точному расчету оставшегося срока службы труб. Все вышеперечисленное открывает возможность ясного видения о потребности в обновлении и распределении инвестиций на протяжении длительного периода времени, снижая риск внезапных и крупных затрат. Если расчетный оставшийся срок службы значительной части труб одинаков, возможно, потребуется постепенное увеличение инвестиций.

Ввиду того, что с течением времени большое число тепловых сетей достигают своего предельного срока эксплуатации (≥ 50 лет), вопрос о необходимости совершенствования планирования технического обслуживания и ремонта с целью правильного распределения финансовых, технических и людских ресурсов с каждым годом будет только острее.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс]: официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru>
2. Сироткин В.А. Матричный подход к оценке рисков муниципального образования / В.А. Сироткин // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2013. – №6. – С. 33-41.
3. Новожилов Е.О. Принципы построения матрицы рисков / Е.О. Новожилов // Надежность. – 2015 – №3. – С. 73-86.
4. Половников В.Ю. Тепловые потери в бесканальных тепловых сетях в условиях эксплуатации / В.Ю. Половников, Ю.Ю. Губанов // Электрические станции. – 2014 – № 8. – С. 19-23.
5. Tereshchenko, T. Importance of Increased Knowledge on Reliability of District Heating Pipes / T. Tereshchenko, N. Nord // Procedia Engineering. – 2016 – №146. – pp. 415 – 423.

УДК 004.942

Старченко С.Ф.

*Научный руководитель: Шерemet Е.О., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭНЕРГОМОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BEM - ТЕХНОЛОГИЙ

Building Energy Modeling (BEM) – процесс разработки цифровой энергетической модели проектируемого, либо уже существующего здания, которая дает возможность произвести расчет расхода энергии, необходимой для эксплуатации здания, а также оптимизировать основные энергетические показатели, проанализировать финансовые затраты.

Современный процесс энергомоделирования рассматривается с учетом так называемого «жизненного цикла» проекта в течение определенного расчетного периода. Современные программные продукты позволяют учитывать большое количество показателей напрямую влияющих на показатель энергоэффективности модели здания, моделировать процессы энергопотребления, задаваясь конкретной географической привязкой проектируемого здания, которая характеризуется климатическими параметрами региона проектирования.

В целях повышения качества расчетов на первом этапе процесса энергомоделирования создается базовая модель рассчитываемого объекта, описывающая стандартный расход энергии без учета оптимизации энергопотребления за жизненный цикл проекта – год, несколько лет. Второй этап – создание модели с учетом оптимизации энергопотребления объекта за жизненный цикл проекта. Третий этап – анализ и оценка основных показателей энергетической модели здания, таких как тепловыделение, охлаждение, инсоляция, инфильтрация, освещенность, энергопотребление здания в целом, а также финансовых затрат по эксплуатации здания и прогнозирования сроков его окупаемости. Общий вид энергетической модели жилого дома с учетом жизненного цикла представлен на рис.1.

На сегодняшний момент в РФ применение ВЕМ-технологий не настолько распространенное явление, как в европейских странах, однако в последние годы стремительно начинает набирать обороты. В США, Великобритании, странах ЕС функционирует система «зеленой» сертификации и оценка энергетической модели здания осуществляется на основе рейтинговых систем, таких как LEED, BREEM, ZOOM и др. [1]. В свою очередь системы имеют под собой нормативное обоснование, к примеру, рейтинговая система LEED основывается на стандарте ASHRAE 90.1-010 [2].

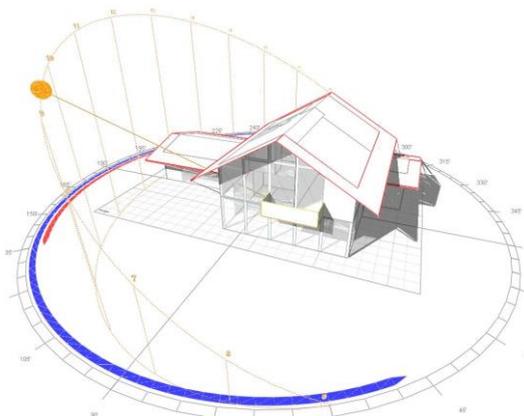


Рис.1 Общий вид энергетической модели жилого дома с учетом жизненного цикла в один календарный год

В РФ же расчет энергетической модели здания и сертификация здания, на данный момент, не являются обязательными, однако для

возможности подтверждения статуса энергоэффективного здания научно-исследовательским институтом АНО «НИИУРС» была разработана национальная система сертификации объектов недвижимости GREEN ZOOM, опирающаяся на опыт западных систем сертификации. В данной системе сертификации выделяют 4 уровня энергетической модели зданий, каждому уровню соответствует определенный рейтинг, который рассчитывается по 8 критериям. Наивысший уровень энергетической модели зданий – платиновый, с рейтингом 70 баллов. Наименьший уровень для получения сертификата энергоэффективного зданий – бронзовый с рейтингом в 35 баллов.

Примером реализации стадии «проект» жилого комплекса с использованием ВЕМ-технологий по данной системе является многоквартирный жилой комплекс ARTNOVA в г. Ижевск, состоящий из двух разновысотных корпусов, получивший по данной системе «серебряный» сертификат. Кроме того, исходя из [3] на 2022 год по данной системе сертифицированы свыше 200 объектов недвижимости.

Если же говорить о количественных показателях в [4] представлены результаты реализации энергетической модели жилого комплекса «Слава» в г. Москва: разработка ВЕМ-модели и последующее внедрение мероприятий по увеличению энергоэффективности способствовали уменьшению энергопотребления жилого комплекса на 30 %, при этом затраты эксплуатации уменьшились на 16 % за год.

Таким образом, создание цифровой энергетической модели здания является перспективным направлением развития компьютерных технологий в строительной области и решает ряд актуальных задач: уменьшение первоначальных капитальных затрат за счет оптимизации параметров энергетической модели здания, снижение эксплуатационных затрат за жизненный цикл, привлечение потенциальных инвесторов при наличии высокого рейтинга энергоэффективности, подтвержденного сертификатом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чижков А.С., Юкова К.В. Актуальность и способы внедрения энергомоделирования зданий // Символ науки. 2019. С. 30-33.
2. ANSI/ASHRAE Standard 140-2007: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.
3. Годовой отчет научно-исследовательского института устойчивого развития в строительстве. – Санкт-Петербург, 2022. – 69 с.

4. Д.С. Королев, А.В. Липатова. BIM-технологии при эксплуатации зданий и сооружений. Внедрение технологии информационного моделирования в сфере ЖКХ // Урбанистика. Строительство. Архитектура. 2019. С. 56-68.

5. Энергомоделирование зданий (BEM): энергоэффективность зданий и сооружений. [Электронный ресурс]. URL: <https://prof-resurs.ru>

6. Жариков И.С. Эффективное использование BIM-технологий при проведении строительно-технических экспертиз / И.С. Жариков, П.В. Давиденко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2018. – №1. – С. 42-48. – DOI 10/12737/article_5a5bdb319b19d1.27724576. – EDN YNSCMC

УДК 666.94:621.926

Хвостова П.В., Догонина А.О.

***Научный руководитель: Саввин Н.Ю. канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОНВЕКЦИИ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Автоматизация процессов конвекции в системах отопления является важным и эффективным решением, которое помогает оптимизировать работу отопительных систем и обеспечить комфорт в помещениях. Конвекция - это процесс передачи тепла от нагретых поверхностей к окружающей среде, который основан на движении воздуха [1].

Одним из основных преимуществ автоматизации процессов конвекции в отоплении является возможность точной регулировки температуры в помещении. Автоматические системы управления способны контролировать работу обогревательных приборов и насосов, оптимизируя расход энергии в соответствии с заданными параметрами. Это позволяет поддерживать оптимальный уровень комфортной температуры в помещении и снижать затраты на энергию. Другим преимуществом автоматизации процессов конвекции является возможность интеграции системы отопления с другими устройствами и сетями. Благодаря этому можно создать умный дом, где система отопления будет взаимодействовать с управляющими системами освещения, системами безопасности и другими устройствами. Например, при открытии окна система отопления автоматически может снизить нагрев для экономии энергии [2].

Автоматизация процессов конвекции также способствует улучшению эффективности и безопасности работы системы отопления. Автоматические контроллеры и датчики могут непрерывно мониторить параметры системы и автоматически корректировать работу оборудования. Это помогает избежать перегрева или переохлаждения помещений, а также сокращает риск возникновения аварийных ситуаций [2].

В заключение, автоматизация процессов конвекции в системах отопления является эффективным подходом, который способствует оптимизации работы системы, повышает комфорт в помещениях и снижает энергозатраты. Это позволяет создать современные и умные системы отопления, которые обеспечивают оптимальные условия для проживания и работы.

Еще одним важным аспектом автоматизации процессов конвекции в отоплении является возможность удаленного управления системой. С помощью специальных приложений или пультов управления, пользователь может мониторить и контролировать работу отопительной системы из любого места. Это особенно удобно, если вы покидаете дом на продолжительное время или хотите предварительно подогреть помещение перед своим приездом.

Автоматизация также позволяет улучшить равномерность распределения тепла по помещению. Системы отопления могут быть настроены таким образом, чтобы учитывать особенности каждого помещения и автоматически регулировать работу обогревательных приборов, чтобы создать комфортную и равномерную температуру везде [3].

Кроме того, с использованием автоматизации процессов конвекции можно сократить расходы на обслуживание и ремонт системы отопления. Автоматическая система может контролировать работу оборудования и оповещать пользователя о возможных неисправностях или необходимости проведения технического обслуживания. Это помогает оперативно реагировать на проблемы и предотвращать возникновение серьезных поломок.

Так-же автоматизация конвекции в отоплении способствует снижению экологического влияния системы. Благодаря точному контролю температуры и эффективной работе системы, можно сократить потребление энергии и выбросы вредных веществ. Это важно с учетом всеобщего стремления к устойчивости и экологической ответственности [4].

В целом, автоматизация процессов конвекции в отоплении имеет множество преимуществ: от повышения комфорта и эффективности

работы системы до улучшения безопасности и снижения экологического влияния. Этот подход становится все более популярным в современных домах и коммерческих зданиях, позволяя создать современные и интеллектуальные системы отопления, которые сочетают в себе высокую функциональность и энергоэффективность [5].

Когда речь идет об автоматизации процессов конвекции в системах отопления, часто используются различные устройства и технологии. Вот несколько примеров:

1. Термостаты с программным управлением: Это устройства, которые позволяют задавать температуру в помещении и автоматически управлять работой обогревательных приборов. Они могут иметь функцию программирования, которая позволяет задавать различные температурные режимы в разное время суток.

2. Зоны отопления: Системы с разделением на зоны позволяют управлять температурой в разных частях дома или здания независимо друг от друга. Это достигается установкой отдельных термостатов в каждой зоне и использованием насосов или клапанов, чтобы регулировать поток горячей воды или воздуха в каждую зону.

3. Модули управления отоплением: Существуют комплексные системы, которые объединяют различные устройства и функции для автоматизации конвекции в системе отопления. Они могут включать в себя управление температурой, расписание работы обогревателей, контроль вентиляции и даже возможности удаленного управления через приложение на смартфоне или компьютере.

4. Датчики температуры и движения: Датчики могут быть использованы для контроля температуры в помещении и обнаружения движения людей. С помощью этих данных система может адаптироваться и реагировать на изменения среды, например, включая или выключая обогревательные приборы, когда люди находятся или покидают помещение.

Наконец, стоит отметить, что автоматизация процессов конвекции в отоплении также открывает возможности для использования более эффективных и экологически чистых технологий. Например, системы с использованием тепловых насосов или солнечных коллекторов могут быть автоматизированы для оптимального использования доступных ресурсов и снижения затрат на энергию.

Другой важный аспект автоматизации процессов конвекции в системах отопления - это использование сенсоров и датчиков для наблюдения и контроля различных параметров. Например, датчики могут измерять температуру в разных зонах помещения, а также

наружную температуру, чтобы система могла оптимизировать работу обогревателей и поддерживать комфортный уровень тепла. Еще одним примером датчиков, которые можно использовать в автоматизации конвекции в отоплении, являются датчики движения. Они могут обнаруживать, когда люди находятся в комнате, и регулировать работу обогревателей в зависимости от присутствия или отсутствия людей. Это позволяет экономить энергию, не обогревая пустые помещения.

Другие возможные датчики могут включать датчики качества воздуха, которые могут измерять уровень CO₂ или VOC (органических соединений, испаряющихся из газов и жидкостей), и датчики влажности, которые определяют уровень влажности в помещении. Это позволяет системе отопления контролировать и поддерживать оптимальные условия в помещении, улучшая комфорт и здоровье обитателей.[1]

Кроме того, автоматизация процессов конвекции может включать в себя такие функции, как самодиагностика и автоматическое оповещение об ошибках или неисправностях в системе. Например, система может отслеживать производительность обогревателей и поддерживать их в оптимальном состоянии. Если возникает проблема, система может отправить оповещение пользователям или запросить помощь от настраиваемой службы поддержки.

Еще одним важным аспектом автоматизации конвекции в отоплении является возможность удаленного управления системой. С помощью специальных приложений или пультов управления, пользователь может мониторить и контролировать работу отопительной системы из любого места с доступом в Интернет. Это может быть особенно удобно, если вы хотите включить или выключить отопление перед приходом домой или настроить график работы системы в соответствии с вашими потребностями [6].

В итоге, автоматизация процессов конвекции в системах отопления позволяет повысить уровень комфорта, эффективности и управляемости, а также снизить расходы на энергию и улучшить экологическую устойчивость. В дальнейшем, с развитием технологий и новыми инновациями, автоматизация процессов конвекции в отоплении будет продолжать развиваться и улучшаться, делая наши дома и здания более эффективными и удобными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Интенсифицированный пластинчатый теплообменный аппарат в системах теплоснабжения ЖКХ РФ / Л. А. Куцев, В. А. Уваров, Н. Ю.

Саввин, С. В. Чуйкин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2021. – № 2(62). – С. 60-69. – DOI 10.36622/VSTU.2021.62.2.004. – EDN QPAAKQJ.

2. Остроумов Г.А. Электрическая конвекция (обзор) // ИФЖ. 1966. 10. No 5. С. 683.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматгиз, 1957

4. Пановский В., Филипс М. Классическая электродинамика. М.: Физматгиз, 1963.

5. Гросу Ф.П., Болога М.К. Силы, обуславливающие электрическую конвекцию слабопроводящих жидкостей // Электронная обработка материалов. 1970. No 2. С.

6. Кузнецов, В. А. Математическая модель свободной конвекции / В. А. Кузнецов // Вестн. БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2006. - N 14. - С. 56-59.

УДК 666.94:621.926

Хвостова П.В., Догонина А.О.

*Научный руководитель: Саввин Н.Ю. канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Приборостроение в животноводческих комплексах играет важную роль в оптимизации производственных процессов, повышении эффективности и качества работы. Это направление тесно связано с автоматизацией и механизацией в животноводстве, а также разработкой и производством специализированного оборудования.

Одной из ключевых задач, решаемых при помощи приборостроения в животноводстве, является создание современных систем контроля и управления процессами, связанными с содержанием и выращиванием животных. Это включает в себя автоматизацию питания, поения, вентиляции животноводческих помещений, контроль состояния и микроклимата, а также мониторинг здоровья и поведения животных [1].

С помощью различных датчиков и устройств, разработанных приборостроителями, можно получать точные данные о температуре, влажности, уровне освещенности, содержании кислорода и других параметрах, которые влияют на комфортные условия и здоровье

животных. Эти данные позволяют оперативно реагировать на изменения и принимать меры по оптимизации процессов [1].

Еще одной важной сферой, в которой применяется приборостроение в животноводстве, является разработка и производство специализированного оборудования. Это включает в себя различные виды кормораздаточных машин, молочных аппаратов, автоматических систем подачи воды, механизированных систем очистки и уборки животноводческих помещений и многое другое [2].

Разработка и внедрение новых технологий в приборостроении позволяют значительно повысить эффективность производства и оптимизировать затраты на содержание животных. Автоматизация процессов позволяет сократить ручной труд и улучшить точность выполнения задач. Кроме того, современные приборы и устройства позволяют повысить качество продукции и обеспечить более комфортные условия для животных, что в свою очередь положительно сказывается на их здоровье и росте.

Таким образом, приборостроение в животноводческих комплексах является неотъемлемой частью современного животноводства. При помощи разработанных приборов, систем контроля и управления, а также специализированного оборудования, достигается оптимальное сочетание удобства работы, эффективности производства и качества жизни животных. Это дает возможность сельскохозяйственным предприятиям и комплексам улучшить свои показатели и успешно развиваться в современных условиях.

Помимо описанных выше задач, приборостроение в животноводческих комплексах также занимается разработкой и внедрением систем и устройств для обработки и утилизации отходов животноводства. Это включает в себя различные технологии переработки навоза, соломы и других органических отходов, с целью получения биогаза, органических удобрений и других ценных продуктов.

Современные приборы и оборудование, разработанные в области приборостроения, также помогают обеспечить контроль качества продукции животноводства. Это включает в себя различные аналитические приборы и датчики, позволяющие определить содержание питательных веществ и вредных примесей в кормах и продуктах животноводства. Такой контроль позволяет гарантировать безопасность продуктов питания, соответствие требованиям качества и соблюдение нормативов и стандартов [3].

Приборостроение также активно применяется в области животноводческой генетики и разведения. С помощью

специализированных приборов и систем можно проводить генетические исследования животных, определять генетическую предрасположенность к определенным заболеваниям или качествам, а также осуществлять контроль за процессами и результатами искусственного осеменения и инкубации.

Важным аспектом приборостроения в животноводческих комплексах является также экономическая эффективность и экологическая устойчивость. Оптимизация производства, снижение потерь и энергетических затрат, а также использование современных энергосберегающих технологий и ресурсов – все это направлено на достижение устойчивого развития и снижение отрицательного воздействия на окружающую среду [4].

Таким образом, приборостроение играет значимую роль в животноводстве, обеспечивая эффективность, качество и устойчивость производства. Разработка и использование современных приборов и систем позволяет сельскохозяйственным предприятиям достигать высоких показателей производительности, улучшать условия содержания животных, обеспечивать безопасность и качество продукции, а также более эффективно использовать ресурсы и снижать негативное воздействие на окружающую среду.

Конкретные примеры приборов и устройств, используемых в приборостроении для животноводческих комплексов, включают:

1. Автоматические системы кормления и поения: эти системы предназначены для автоматического кормления и поения животных в соответствии с их потребностями. Они обеспечивают точное дозирование кормов и воды, контроль за потребляемыми порциями, а также мониторинг состояния животных.

2. Автоматические системы отсева и сортировки: эти системы позволяют разделять животных по различным параметрам, таким как размер, вес, возраст и другие характеристики. Они облегчают процесс управления стадом, позволяют оптимизировать планы содержания и обеспечивают индивидуальный подход к уходу за каждым животным.

3. Системы контроля параметров окружающей среды: это включает измерение и контроль температуры, влажности, освещения и других параметров, которые влияют на комфорт и здоровье животных. Такой контроль позволяет своевременно реагировать на изменения условий и принимать меры по обеспечению оптимальных условий содержания.

4. Автоматические системы уборки и обработки навоза: эти системы помогают эффективно удалять навоз из животноводческих помещений и его перерабатывать. Они минимизируют необходимость

ручной работы, снижают запахи и бактериальную нагрузку, а также предотвращают загрязнение окружающей среды.

5. Различные аналитические приборы и датчики: они используются для определения качественных и количественных показателей кормов, молока и других продуктов животноводства. Это позволяет контролировать содержание питательных веществ, а также выявлять наличие вредных примесей или заболеваний.

6. Устройства для идентификации и маркировки животных: они позволяют однозначно идентифицировать каждое животное и отслеживать его местоположение и историю. Это особенно полезно для целей учета, контроля за здоровьем животных и управления разведением.

Это лишь несколько примеров приборов и устройств, применяемых в приборостроении для животноводческих комплексов. Приборостроение в этой области продолжает развиваться, внедряя новые технологии и инновации для повышения эффективности и улучшения условий животноводства [5].

Кроме того, приборостроение для животноводства также занимается разработкой и внедрением систем автоматизации и роботизации процессов. Это включает в себя использование роботов и автоматических устройств для выполнения различных задач, таких как уборка помещений, уход за животными, доение, сбор яиц и другие операции.

Например, роботизированные системы доения позволяют автоматически доить коров и коз без участия человека. Это облегчает работу фермеров и обеспечивает оптимальные условия для животных. Такие системы могут проводить доение в соответствии с заданным расписанием или по запросу самого животного.

Еще одним примером являются автоматические системы ухода за свиньями. Они могут наблюдать за состоянием свиней, следить за их поведением и здоровьем, а также обеспечивать подходящие условия содержания, такие как температура, освещение и вентиляция [6].

Такие автоматизированные системы помогают повысить эффективность животноводческого производства, улучшить условия содержания животных, сократить трудозатраты и улучшить качество и безопасность продукции.

Кроме того, разработки в области приборостроения для животноводства также нацелены на улучшение энергоэффективности и экологической устойчивости. Например, исследуются и разрабатываются технологии для использования возобновляемых

источников энергии, улучшения систем отопления и вентиляции, а также снижения потребления воды.

Приборостроение в животноводстве играет важную роль в современном агропроизводстве, способствуя повышению эффективности, стабильности и устойчивости животноводческих комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кушев, Л. А. Компьютерное моделирование движения теплоносителя в гофрированном канале пластинчатого теплообменника / Л. А. Кушев, В. Н. Мелькумов, Н. Ю. Саввин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2020. – № 4(60). – С. 51-58. – DOI 10.36622/VSTU.2020.60.4.005. – EDN QEMGOY. (дата обращения 18.04.2023 год).

2. Аликаев В.А. Зоогигиена М.: Колос, 1970. 248 с.

3. СП 106.13330 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения.

4. РД-АПК 1.10.01.01-18 Методические рекомендации проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота

5. РД-АПК 3.10.07.05-17 Ветеринарно-санитарные требования при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации животноводческих помещений.

6. Ильина Т.Н., Колесников М.С., Крюков И.В., Орлов П.А. О способах обеспечения воздухообмена в цехах животноводческих комплексов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 3. С. 46–55. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-3-46-55

УДК 666.94:621.926

Хвостова П.В., Догонина А.О.

*Научный руководитель: Саввин Н.Ю. канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АВТОМАТИЗАЦИЯ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Автоматизация систем отопления направлена на повышение комфорта и энергоэффективности. Современные системы отопления играют важную роль в обеспечении комфортных условий в жилых и коммерческих помещениях. Одним из важных направлений развития таких систем является их автоматизация. Автоматическое управление и

контроль отопительных процессов позволяют значительно повысить эффективность работы системы и снизить энергозатраты.

Одной из ключевых функций автоматизации систем отопления является программируемое управление. С помощью специального контроллера и датчиков температуры, система может самостоятельно поддерживать оптимальную температуру в помещении в зависимости от времени суток или заданных параметров. Например, система может автоматически устанавливать более низкую температуру ночью или во время отсутствия людей в помещении, что позволяет сократить энергозатраты без ущерба для комфорта.

Другой важной функцией автоматизации систем отопления является интеграция с другими системами в здании. Например, система отопления может быть связана с системой управления освещением или системой безопасности. Это позволяет более эффективно использовать энергию и управлять всеми процессами в здании с помощью одного централизованного интерфейса. Например, при выходе людей из помещения, система автоматически может снизить температуру и выключить свет, что позволяет снизить энергозатраты и обеспечить безопасность [1].

Кроме того, автоматическая диагностика и контроль системы отопления также являются важными аспектами автоматизации. С помощью датчиков и анализаторов, система может контролировать работу всех компонентов отопительной системы и выявлять возможные сбои или неисправности. Это позволяет оперативно реагировать на проблемы и обеспечивать бесперебойную работу системы, а также предупреждать возможные аварийные ситуации.

Важным направлением развития автоматизации систем отопления является использование "умных" технологий и интернета вещей (IoT). С помощью специальных датчиков и подключенных устройств, система отопления может получать данные о погоде, интенсивности использования помещений и других параметрах. Это позволяет системе адаптироваться и самостоятельно регулировать работу в зависимости от изменяющихся условий. Например, система может автоматически регулировать температуру в помещении в зависимости от прогноза погоды, что позволяет снизить риск перегрева или излишних энергозатрат [1].

Автоматизация систем отопления имеет множество преимуществ. Она позволяет снизить энергозатраты и повысить эффективность работы системы, что в свою очередь приводит к уменьшению эксплуатационных расходов. Также, автоматизация способствует повышению комфорта для пользователей, так как система

самостоятельно контролирует и регулирует параметры отопления в зависимости от ситуации. Это также способствует более равномерному распределению тепла и снижению риска перегрева или переохлаждения помещений [2].

Несомненно, автоматизация систем отопления является важным шагом в развитии современных технологий в сфере энергетики и улучшении условий жизни пользователей. Она позволяет достичь высокого уровня комфорта при минимальных энергозатратах, что соответствует современным требованиям экологической эффективности и устойчивого развития. Активное применение автоматизации систем отопления в будущем поможет снизить потребление энергии и защитить окружающую среду, делая наши жилища более удобными и экологически безопасными.

Снизить энергозатраты и улучшить энергоэффективность системы отопления. Это, в свою очередь, помогает снизить затраты на энергию и уменьшить нагрузку на окружающую среду [3].

Кроме того, автоматизация систем отопления обеспечивает более высокий уровень комфорта для пользователей. Система самостоятельно поддерживает оптимальную температуру в помещении, реагирует на изменения условий и предотвращает перегрев или переохлаждение. Это создает более приятную и удобную среду для проживания или работы.

Автоматический контроль и диагностика системы отопления также позволяют оперативно обнаруживать и устранять неисправности или сбои. Это помогает предотвращать аварийные ситуации и снижает риск повреждения оборудования. Благодаря раннему обнаружению проблем, можно проводить своевременное обслуживание и ремонт системы, что увеличивает ее надежность и срок службы.

Использование "умных" технологий и интернета вещей позволяет создать более гибкую и адаптивную систему отопления. Система может изучать и анализировать данные о расходе энергии, прогнозах погоды и поведении пользователей, чтобы оптимизировать работу системы под конкретные условия. Например, система может автоматически регулировать температуру в зависимости от присутствия людей в помещении или использовать энергию из возобновляемых источников, если она доступна.

Автоматизация систем отопления является важным шагом в направлении повышения комфорта, энергоэффективности и устойчивости зданий. Она позволяет рационально использовать энергию, снижает затраты и влияние на окружающую среду, а также обеспечивает более комфортные условия проживания или работы.

Ещё одним важным аспектом автоматизации систем отопления является возможность удаленного управления. С помощью специальных приложений на смартфонах или компьютерах, пользователь может контролировать и регулировать систему отопления из любого места. Это особенно удобно, если вы хотите включить отопление перед возвращением домой или если вам нужно регулировать температуру в офисе или отеле на расстоянии. Такой подход также позволяет экономить энергию и деньги, поскольку вы можете включать и выключать систему только по необходимости [4].

Продвинутые системы автоматизации отопления также могут включать функции мониторинга и аналитики. Они могут собирать данные об энергопотреблении, расходе топлива, температуре и других параметрах работы системы. Это позволяет анализировать эффективность и оптимизировать работы системы с целью снижения затрат на энергию и повышения её производительности.

Ещё одним преимуществом автоматизации систем отопления является возможность интеграции с другими умными устройствами в здании, такими как системы умного освещения, управление шторами или охранная система. В таких случаях системы могут взаимодействовать между собой и координировать свою работу для достижения максимального комфорта и эффективности [5].

В заключение, автоматизация систем отопления является важным шагом в направлении повышения комфорта, энергоэффективности и устойчивости зданий. Она позволяет рационально использовать энергию, снижает затраты и влияние на окружающую среду, а также обеспечивает более комфортные условия проживания или работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саввин, Н. Ю. С13 Теплотехника: курс лекций: учебное пособие / Н. Ю. Саввин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – 161 с.
2. Грановский В. Л. Система отопления жилых зданий массового строительства и ре- конструкции с комплексным автоматизированием теплотребления / В.Л. Грановский, С.И. Прижижецкий // АВОК. – 2002. – № 5.
3. Борисов С. А. Автоматизированные системы отопления частного дома // Красная линия. – 2008.
4. Жучков А.С. Автоматизация тепловых пунктов и систем отопления // Энергетика региона. – 2004.
5. СП 41-101-95—правила проектирования тепловых пунктов. - МГУП ЦЦП 1997.

УДК 697.328

Хвостова П.В., Догонина А.О.

*Научный руководитель: Елистратова Ю.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В РАЗЛИЧНЫХ СУБЪЕКТАХ РФ

Геотермальная энергия, основанная на использовании тепла, накопленного внутри Земли, является одним из наиболее перспективных и экологически чистых источников возобновляемой энергии. Эта форма энергии может быть использована для производства тепла и электроэнергии, и она имеет большой потенциал для развития в различных субъектах Российской Федерации.



Рис.1 Геотермальная энергия

Россия имеет обширные геотермальные ресурсы, расположенные на территории многих субъектов федерации. Одним из наиболее перспективных регионов в этом отношении является Западная Сибирь, где существует значительный потенциал для развития геотермальной энергии. В этом регионе глубинные воды источников геотермальной энергии можно использовать для обогрева зданий, а также для генерации электроэнергии.

Еще одним перспективным регионом является Камчатка, известная своим богатым вулканическим наследием. Вулканическая активность создаст идеальные условия для использования

геотермальной энергии. Здесь могут быть построены геотермальные электростанции, которые будут извлекать тепло из недр Земли и использовать его для производства электроэнергии [1].

Северная часть России также обладает потенциалом для развития геотермальной энергетики. В условиях экстремального климата и недоступности других источников энергии, геотермальные системы могут обеспечить стабильное и эффективное отопление жилых и промышленных зданий. Это особенно важно для отдаленных населенных пунктов, которые в настоящее время зависят от топлива, доставляемого из других регионов.

Однако, несмотря на потенциал развития геотермальной энергетики в России, есть несколько препятствий, которые нужно преодолеть. Одной из главных проблем является отсутствие инфраструктуры и технологий для разработки и использования геотермальных ресурсов. Также требуется дальнейшее исследование и освоение геотермальных месторождений для определения их потенциала и возможности коммерческой эксплуатации.

Перспективы развития геотермальной энергии в различных субъектах Российской Федерации являются обнадеживающими. Ее использование может сократить зависимость от традиционных видов энергии, снизить выбросы парниковых газов и обеспечить устойчивое развитие регионов. Усилия по развитию и освоению геотермальной энергетики должны быть усилены с целью использования этого потенциала для блага всей страны [2].

Дополнительными мерами, способствующими развитию геотермальной энергии в различных субъектах Российской Федерации, могут быть:

1. Исследования геотермальных ресурсов: Проведение детальных исследований и оценка потенциала геотермальных месторождений в каждом регионе. Это поможет определить наиболее перспективные зоны для строительства геотермальных электростанций или систем отопления.

2. Создание инфраструктуры: Необходимо, создание соответствующей инфраструктуры, включающей буровые установки, системы перекачки, теплообменные установки и сети для транспортировки тепла и электроэнергии.

3. Выделение средств на исследования и разработки: Государственная поддержка и финансирование исследовательских работ и разработок в сфере геотермальной энергетики могут стимулировать развитие этой отрасли и привлечение частных инвестиций.

4. Разработка законодательства: Необходимо создание надлежащего законодательства и регулирования в сфере геотермальной энергетики, что обеспечит правовую и экономическую стабильность для инвесторов.

5. Обучение и подготовка кадров: Развитие геотермальной энергии требует специализированных знаний и навыков. Поэтому важно организовывать профессиональную подготовку и обучение специалистов в сфере геотермальной энергетики.

6. Популяризация и информирование: Прошедшие успешные проекты и результаты исследований должны быть широко представлены общественности и бизнес-сообществу, чтобы привлечь больше внимания и интереса к геотермальной энергетике.

В целом, с учетом обширных геотермальных ресурсов и перспектив развития данного вида энергетики, геотермальная энергия имеет все возможности стать значимым источником энергии в различных субъектах Российской Федерации. Такой переход на экологически чистые методы энергопроизводства будет способствовать устойчивому развитию регионов и снижению негативного влияния на окружающую среду.

7. Привлечение инвестиций: Для успешного развития геотермальной энергетики важно привлекать как национальные, так и иностранные инвестиции. Это может быть достигнуто через создание благоприятного инвестиционного климата, предоставление налоговых льгот и государственных гарантий.

8. Международное сотрудничество: Россия может укрепить свое место на мировой арене в сфере геотермальной энергетики через участие в международных проектах и программах обмена опытом с другими странами.

9. Символическая поддержка: Пропаганда и продвижение геотермальной энергии, включая использование символики, лозунгов и прочих методов, может помочь сформировать позитивное отношение общественности и создать дополнительную мотивацию для развития этой отрасли.

10. Интеграция с другими видами возобновляемой энергии: Геотермальную энергию можно комбинировать с другими источниками возобновляемой энергии, такими как солнечная и ветровая энергия, для обеспечения более надежной и устойчивой системы энергоснабжения [1].

Важно отметить, что все эти меры требуют согласованного участия государства, индустрии и общества для достижения максимальных

результатов в развитии геотермальной энергетики в Российской Федерации.

11. Поддержка научных исследований: Финансирование научных исследований в области геотермальной энергетики поможет улучшить технологии, повысить эффективность и надежность геотермальных систем, а также расширить географию их применения.

12. Содействие созданию местных коммунальных проектов: Поощрение создания местных проектов геотермальной энергетики, таких как системы отопления и охлаждения, позволит снизить зависимость от традиционных источников энергии и повысить устойчивость местных сообществ к изменениям климата.

13. Обмен опытом с уже развитыми странами: Россия может извлечь пользу из опыта развитых стран в области геотермальной энергетики, участвуя в программах обмена опытом и заключении соглашений о сотрудничестве.

14. Информационная кампания и осведомленность общества: Проведение информационных кампаний и мероприятий для повышения осведомленности общественности о выгодах геотермальной энергетики поможет создать поддержку и понимание ее важности [2].

15. Поддержка МСБ и стартапов в сфере геотермальной энергетики: Предоставление финансовой и инфраструктурной поддержки малому и среднему бизнесу, а также стартапам в области геотермальной энергетики способствует инновационному развитию и привлечению новых игроков на рынок.

16. Активное вовлечение местных сообществ: Вовлечение местных сообществ в процессы разработки и реализации проектов геотермальной энергетики способствует повышению их заинтересованности и поддержке этих инициатив.

17. Регулярное обновление нормативно-правовой базы: Регулярное обновление и совершенствование нормативно-правовой базы в области геотермальной энергетики помогает создать четкие и прозрачные правила и условия для инвесторов и операторов.

18. Проведение пилотных проектов: Организация пилотных проектов геотермальной энергетики позволяет оценить эффективность и потенциал таких систем на практике, а также снизить риски и преодолеть возможные препятствия.

19. Проведение исследований и оценка экологических последствий: Необходимо проведение исследований и оценок экологических последствий при разработке и эксплуатации геотермальных систем, чтобы обеспечить их минимальное влияние на окружающую среду.

20. Участие в международных экологических и энергетических программах: Россия может принимать активное участие в международных экологических и энергетических программах, таких как Парижское соглашение или программы ООН, для сотрудничества и обмена опытом в области геотермальной энергетики [3].



Рис.2 Геотермальные месторождения РФ

Стоит отметить, что в России уже функционируют геотермальные электростанции, такие как те, что находятся на Камчатке и в Сахалинской области. Согласно отчету Всемирного геотермального конгресса 2015 года, российские специалисты провели исследования потенциала геотермальной энергии в других регионах, где присутствуют запасы горячего геотермального теплоносителя с температурой от 50 до 200 °С на глубине от 200 до 3000 метров. [4].



Рис.3 Геотермальная электростанция

Использование геотермальной энергии в различных регионах Российской Федерации имеет большие перспективы. Обладая огромными запасами этой формы энергии, она теоретически представляет собой очень привлекательную альтернативу. Однако, на данный момент разработка технологий и создание опытно-промышленных установок являются дорогостоящими задачами. Кроме того, количество заинтересованных компаний пока еще невелико, что требует государственной поддержки [5].

В настоящее время использование геотермальной энергии ограничено лишь эксплуатацией месторождений энергетических вод в соответствии с законодательством. Для успешного развития геотермальной энергетики в Российской Федерации необходимо принятие соответствующей документации, которая пока отсутствует.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Величко В.В., Прохоров А.И. «Автономные энергоустановки на местных видах горючих и возобновляемых источниках энергии, базирующиеся на адаптивном термодинамическом цикле и системе безнагнетательной циркуляции рабочего тела».

2. Свен Уделл. «Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии»

3. М.В. Голицын, А.М. Голицын, Н.В. Пронина. «Альтернативные энергоносители» Алхасов А.Б./ текст научной статьи: геотермальная энергия

4. Елистратова Ю.В., Елистратов Д.В., Гайдаш Д.С. Перспективы информационного моделирования при проектировании инженерных систем // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, учёных и специалистов. В 2-х томах. Том I. Отв. редактор А.Н. Халин. Тюмень, 2022. – 26-29.

5. ГОСТ Р 56909-2016 Нетрадиционные технологии. Геотермальная энергетика. Термины и определения