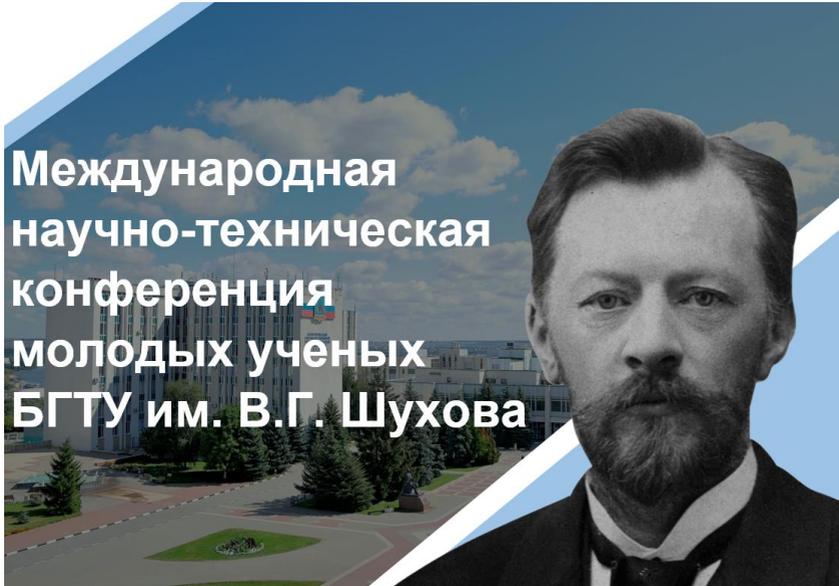


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов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



**Международная
научно-техническая
конференция
молодых ученых
БГТУ им. В.Г. Шухова**

Сборник докладов

Часть 3

**Инновации и энергосбережение при обслуживании
зданий и инженерных энергосистем**

**Белгород
20-21 мая 2024 г.**

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48
М 43

М 43 **Международная научно-техническая конференция
молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова
[Электронный ресурс]:**
Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024. – Ч. 3. – 82 с.

ISBN 978-5-361-01330-2

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова.

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+74.48

ISBN 978-5-361-01330-2

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2024

Авсюнова А.В., Нагорная С.Д.

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

КАК КАЧЕСТВО ВОДЫ ВЛИЯЕТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Жидкость, циркулирующая внутри систем теплоснабжения и отопления, играет важную роль связующего звена. От её состояния и качества зависит работоспособность, бесперебойность, а также общая эффективность и производительность системы [1].

Следующие параметры являются оптимальными требованиями к качеству воды для систем теплоснабжения и отопления:

- Кислотность рН должна быть в диапазоне от 8 до 9,5;
- Жёсткость воды должна составлять от 7 до 9 мг экв/литр;
- Количество растворённого кислорода не должно превышать 0,005 мг/куб. Метр или полностью отсутствовать;
- Концентрация железа в воде должна быть от 0,5 до 1 мг/литр [2].

Эти параметры играют важную роль в обеспечении нормальной работы системы, безопасности и долговечности её функционирования. Учитывая эти требования, необходимо обеспечить правильное качество воды в системе, чтобы избежать нежелательных поломок и обеспечить её эффективную работу [1].

Проблема в виде увеличенного показателя жёсткости имеет особое значение, так как именно этот параметр влияет на поломки и известковые отложения на внутренних частях системы [3]. Но её можно решить благодаря специальному смягчителю, который воздействует на содержание кальция и магния в воде. Дополнительно, в системах отопления можно использовать химически очищенную воду, известную как деионизированная вода, которая помогает поддерживать оптимальное соотношение компонентов и таким образом предотвращать негативное влияние жёсткости воды.

Рассмотрим виды теплоносителей, их достоинства и недостатки.

Вода, как теплоноситель имеет существенный недостаток - начинает замерзать в неотапливаемом помещении при температуре 0°C, а при - 1°C превращается в лёд и увеличивается в объёме приблизительно на 10%, в следствии этого система отопления выходит из строя. Основными причинами замерзания воды в системе являются: прекращение циркуляции и прекращение нагрева. Первая ситуация

может возникнуть при отключении электричества, питающего электронику котла и циркуляционные насосы, следовательно вода перестаёт циркулировать по системе. Если трубы находятся в неотапливаемом помещении, например в подвале и на чердаке, то они замерзают за несколько часов. Прекращение нагрева может возникнуть в случае замыкания в электрическом котле или потухании горелки в газовом. Если насос работает и теплоноситель продолжает циркулировать по трубам, то охлаждение будет происходить медленнее.

Для того чтобы решить проблему с замерзанием используют альтернативные теплоносители на основе жидкостей, способных не замерзать при низких температурах, так называемые антифризы. Чаще всего используют пропиленгликоль или этиленгликоль.

Основное свойство антифриза в том, что до определённых предельно низких температур он не затвердевает, а в случае отвердения - не расширяется, а превращается в гелеобразную массу, не изменяя свой объём и не разрушает элементы системы отопления. Когда температура повышается, антифриз способен возвращаться из гелеобразного состояния в жидкое. Для заполнения системы отопления антифриз, как правило, разбавляется дистиллированной водой в определённых пропорциях. В состав антифриза входят также антикоррозийные добавки и другие присадки.

Перейдём к рассмотрению теплоносителя на основе этиленгликоля.

Этиленгликоль - кислородосодержащее органическое соединение, двухатомный спирт, один из представителей полиолов. Это вещество токсичное, взрыво- и пожароопасное, не имеет запаха, только лёгкий сладковатый привкус.

Преимущества: страхует систему от размораживания; хорошие теплофизические свойства; низкие показатели отложения солей и накипи; средняя стоимость [5].

Недостатки: этиленгликоль токсичен, обладает наркотическим действием; в организм всасывается быстро, смертность при остром отравлении высока - более 50%. Этиленгликоль проникает в организм при вдыхании, поэтому крайне не рекомендуется его применять как теплоноситель в открытых системах отопления и в двухконтурных котлах [5].

Теплоноситель на основе этиленгликоля является экологически опасным, следовательно, его запрещается сливать в открытый грунт и в канализацию [5].

Имеет высокую вязкость при низких температурах. При полном

испарении воды из состава антифриза и последующем 13°C.

Антифризы на основе этиленгликоля, красного цвета, что помогает без труда выявить его утечки из системы.

Следующий теплоноситель сделан на основе пропиленгликоля.

Пропиленгликоль - это прозрачная вязкая жидкость. Её плотность ниже, чем у этиленгликоля, а вязкость выше, температура кристаллизации - 35°C.

Именно такие антифризы применяют в двухконтурных котлах.

Преимущества использования пропиленгликоля в системе отопления:

- обеспечивает защиту системы отопления от разрывов;
- при замерзании объём увеличивается всего на 0,1% (в сравнении с теплоносителем на этиленгликоле, у которого это значение составляет примерно 1,5%);

- не требуется сливать систему в зимнее время;

- при полном испарении воды из состава теплоносителя и последующем охлаждении, пропиленгликоль не замерзает до температуры - 60°C;

- имеет более высокие показатели безопасности по сравнению с этиленгликолевым теплоносителем;

- не представляет опасности при длительном вдыхании паров и не вызывает острого отравления при случайном попадании внутрь;

- не обладает коррозионной активностью и совместим со всеми конструкционными материалами системы;

- обладает хорошими теплофизическими свойствами, что позволяет быстро и равномерно нагревать помещение, а также удерживать тепло дольше;

- имеет бактерицидные и стерилизующие свойства;

- несмотря на свою вязкость, обладает смазывающим эффектом, который снижает гидродинамическое сопротивление и улучшает условия работы насосов во вторичном контуре системы;

- не образует накипи и способствует удалению отложений с внутренних поверхностей теплообменного оборудования;

- имеет меньшую плотность по сравнению с этиленгликолевыми теплоносителями, что приводит к меньшему расходу электроэнергии на прокачку теплоносителя;

- обладает пожаровзрывобезопасностью [5].

Недостатки: стоит в среднем на 35% дороже, чем другие виды теплоносителей [6].

Для визуального определения принадлежности антифриза к указанной группе, в него добавляют зелёный краситель.

Теплоносители на основе пропиленгликоля наиболее надёжные, безопасные и современные. На сегодняшний день они применяются практически во всех странах Европы. В России их доля от общего объёма продаваемых теплоносителей быстро растёт.

Доля антифризов на мировом рынке

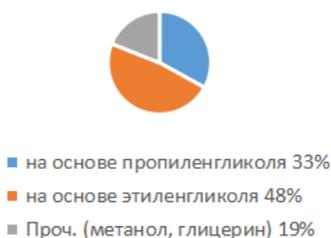


Рис. 1 Доля антифризов на мировом рынке

В специально разработанных системах отопления с температурами достигающими 180°C применяется антифриз на основе триэтиленгликоля. Такое вещество отличается высокой температурой закипания и повышенными параметрами температурной стабильности, что позволяет его успешное использование в системах отопления. Однако, применение данного антифриза для отопительных систем ограничено. В основном его применяют в специальных системах отопления, с установленными в них специальными радиаторами, также рассчитанными на эксплуатацию при высоких температурах [5].

В России наибольшее распространение получили антифризы на основе водного раствора этиленгликоля: Прайд - 40, Прайд Элит - К/ «ПРАЙД», Москва /, Хот Блад - 30 М и другие - с антикоррозийными и антивспенивающими присадками.

Компания «Viessmann» (Германия) предлагает антифризы марки «Clariant» (Германия):

- незамерзающая жидкость «Antifrogen L» на основе моноэтиленгликоля с антикоррозийными присадками.
- незамерзающая жидкость «Antifrogen L» на основе 1,2 - пропиленгликоля с антикоррозийными присадками [4].

В качестве теплоносителей для системы отопления так же используют бишофит, нефтяные масла, расплавы металлов (Sn, Pb, Na,

К), воздух, азот (в т.ч. жидкий), фреоны (в случае использования фазовых переходов (хладагенты).

Несмотря на ряд недостатков, антифризы на основе этиленгликоля наиболее распространены, так как стоят дешевле, чем антифризы на основе дорогостоящего пропиленгликоля. Однако, теплоносители на основе пропиленгликоля являются более безопасными для человека, потому что они обладают характеристиками близкими к пищевому пропиленгликолю [4].

На основе вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы. Для стабильной работы автономной системы отопления определяющее значение имеет качество теплоносителя. Необходимо соблюдать требования: теплоёмкость теплоносителя должна быть максимально высока, что необходимо для эффективного и быстрого переноса тепловой энергии (здесь антифризы уступают воде приблизительно на 15%); теплоноситель должен обладать широким диапазоном от замерзания до закипания; в нём не должно быть солей, которые откладываются на материалах системы; он должен быть безопасным. Также необходимо тщательно следить за системой отопления, особенно в которой теплоносителем является антифриз, потому что он имеет свойство густеть, вследствие чего забиваются фильтры (с теплоносителем на основе воды таких проблем нет, так как он более экологичный и чистый). Правильно подобранный теплоноситель поможет обеспечить долгосрочную и бесперебойную работу системы отопления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об отрицательном влиянии загрязненной воды / Б.А. Крупнов // СОК №5 / 2011.

2. Как подготовить воду для системы отопления частного дома / Козырев Алексей // ООО «МАРАЛЕКС» 2024.

3. Влияние отложений на рабочих поверхностях системы отопления на показатели работы элементов системы / В.А. Минко, А.С. Семенов, И.В. Гунько, Ю.В. Елистратова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2014. - № 5. - С. 32-35. - ED SXDJOR.

4. Стройкомплект: сайт - URL: [htt: // www.navodu.ru](http://www.navodu.ru) (дата обращения: 15.03.2024). - Текст: электронный.

5. POLYMERY.RU: сайт. - URL: [https: // www.polymer.ru](https://www.polymer.ru) (дата обращения: 12.03.2024). - Текст: электронный.

6. ООО «Профессиональные комплексные решения»: сайт. - URL:

[https:// www.prcs.ru](https://www.prcs.ru) (дата обращения: 14.03.2024). - Текст: электронный.

УДК 628.3

Артемова К.А., Баранова В.С., Давиденко М.В.

Научный руководитель: Кладиева П.В.

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

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Вода, главный ресурс всего человечества, без него человек не в состоянии существовать. [1]

В связи с этим, мы должны обеспечить не только подачу данного ресурса, но и его качество.

Каждый населённый пункт должен иметь эффективные системы очистки воды, от этого зависит, то какая вода попадёт в экосистему и будут ли серьезные последствия для этой экосистемы. Пример сооружений представлен на рис. 1.



Рис. 1 Сооружения для очистки.

Так же, каждое предприятие имеющие токсичные жидкие отходы , должны иметь систему для очистки сточных вод, дабы не допустить загрязнения окружающей среды. [2]

Есть основные этапы очистки сточных вод, первоначально, все воды из канализации поступают в главный резервуар, далее вода поступает в цех механической обработки, где именно 75% загрязнений удаляются, на этом этапе существует несколько приспособлений для очистки воды:

1. Решетки и сита – они удаляют крупный мусор, дабы в дальнейшем его переработать. Представлены на рис. 2 [3]



Рис. 2 Сита для удаления крупных отходов.

2. Песколовки – это второй этап очистки, они улавливают не только песок, но и мелкие камни, которые не способны уловить сита.[4] , представлены на рис. 3.



Рис. 3 Вертикальная песколовка.

3. Жироловки – этот этап предназначен для удаления примесей масел и жиров из воды. Показаны на рис. 4. [5]

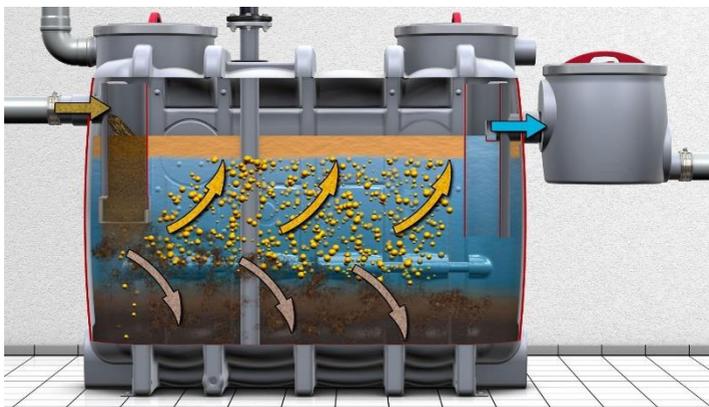


Рис. 4 Жирословка.

4. Отстойники - важный элемент любой линии очистных сооружений. В них происходит освобождение воды от взвешенных веществ, в том числе от яиц гельминтов, представлены на рис. 5.

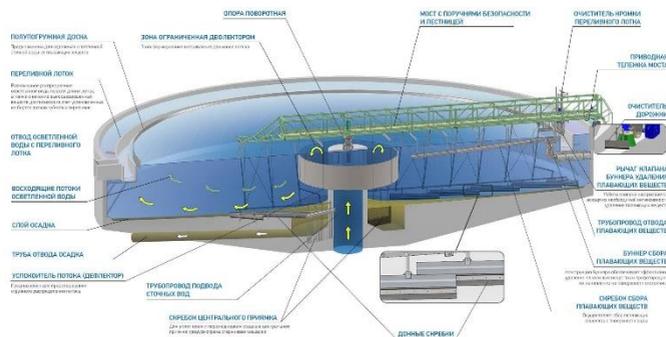


Рис. 5 Пример отстойника.

После всех этих этапов, происходит биологическая очистка вод, включающая в себя, азотек, аэробные, цех очистки воздуха и вторичные отстойники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. // КГАУ. 2019. С. 58.
2. Иванов А.М. Промышленное водоснабжение. // Тула: Изд-во

ТулГУ, 2019, С. 6-9.

3. Кущев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. 143с.

4. Бартова Л.В., Бушмакина Н.В., Петухова Е.О. Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. // ПНИПУ, 2019. С. 92-104.

УДК 628.3

Артемова К. А., Баранова В.С.

Научный руководитель: Кладиева П.В.

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

ВЫБОР ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Вода является неотъемлемым компонентом для работы живых организмов. Этот минерал необходим не только для приёма внутрь, но и для гигиенических целей. В мире вода составляет немаловажную роль. Она имеет огромное значение для всех искусственных представленных на рис.2 и естественных водоёмов, изображенных на рис.1, существующих в них обитателей. Так же для (создания) среды, к которой уже успели приспособиться все живые и неживые организмы в разных местностях планеты. [1]



Рис1. «Естественный водоём»



Рис.2 «Искусственный водоем».

Не стоит забывать, что эта жидкость выполняет свою роль, как добытчик продуктов, потребляемых как людьми, так и любыми другими системами, для которых еда является важнейшей составляющей для роста и любого вида жизнедеятельности. [2] Из этого следует сделать вывод, что получение значимого ресурса имеет место быть необходимостью как получения, так и её сохранения.

Для того, чтобы подобрать нужный источник, огромное значение имеют затраты на него, на его обустройство, которые нужно учитывать для создания той или иной системы подачи воды. [3] Подбор этих систем имеет ряд критериев, на которые стоит опираться для нахождения более выгодного и подходящего варианта, удовлетворяющего все критерии.

Рассмотрим ряд важнейших критериев:

1. Первым фактором является поступление требуемого количества жидкости, учитывая увеличение водопотребления для совершенствования предприятий и других различных объектов, нуждающихся в постоянной организации водных мероприятий.

2. Вода должна быть соответствующего характера, подходящим правилам для тех или иных целей. [4]

3. Также необходимо брать во внимание выгоду с экономической точки зрения, чтобы добыча воды имела крайне малые, если имеет возможность затраты.

Для верного подбора источника нужно очень тщательно и внимательно проанализировать ресурсов требуемого продукта того местоположения, где он находится.

Для подбора воды обязательным фактором является уровень

источников, благодаря которым предполагается потребление и использование нужных минералов.

С каждым годом, воды, находящиеся в разных водных объектах, имеют постоянный рост загрязнения, появление большего количества бактерий в ходе выпадения тех или иных остатков, однако, при этом жёсткость воды усиленно снижается. [5] Если же касаться вредных веществ, находящихся в водах под землёй, они менее загрязненные, что является достаточно положительным свойством, но обладают повышенной минерализацией. Наряду с этими фактами можно сделать вывод в необходимости правильного подбора источника воды, не забывая про её очистку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. // КГАУ, 2019. С. 34.
2. Иванов А.М. Промышленное водоснабжение. // ТулГУ, 2019. С. 6-9.
3. Бартова Л.В., Бушмакина Н.В., Петухова Е.О. Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. // ПНИПУ, 2019. С. 92-104.
4. Кушев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. 143с.
5. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. // КГАУ, 2019. С. 45.

УДК 628.3

Артемова К.А.

Научный руководитель: Кладиева П.В.

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

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОМАШНЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Добыча воды – важнейшая необходимость для людей, так как вода является основной составляющей для жизнедеятельности человека. В далеком прошлом, места жительства строились именно возле водоемов, так как это облегчало добычу воды, возводились так же колодцы чтобы получать водные ресурсы из подземных источников. Мутная вода рек не являлась пригодной для питья и применяя различные способы

очистки инженеры достигли высокого качества пригодных для питья минералов. Транспортировка очищенной воды в место жительства является важным вопросом человека, решить эту проблему помогает современное водоснабжение. В зависимости от условий, задач и возможностей инженеры проектируют водопровод из различных материалов и размеров. Особое значение приобретает экономический вопрос – не все люди готовы тратить деньги на необоснованно дорогие трубы для проектирования водопровода, выбор материала прямо пропорционально зависит от этого. Благодаря инженерам существует много вариаций: медь, сталь, чугун, пластик, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид. [1] Самым универсальным материалом для труб служит сталь, очень дешевая, прочная и способна выдержать высокую температуру в 100 градусов. Одним из главных минусов выступает ее возможность к коррозии, которая приводит к негодности в зависимости от условий примерно за 50 лет использования. Помимо зарастания стальных труб - сталь является материалом, который сложен в сборке, только профессионалы смогут справиться с этим. [2]

Медные трубы уникальны, радуют своим внешним видом, безопасностью эксплуатации, не поддаются коррозии в сравнении со стальными трубами, но незначительно уступают в прочности. Очень красивую характеристику испортит их высочайшая стоимость, но она может быть обоснованной, так как в местах дома, где нет возможности скрыть трубы, ставят именно медные. Найти такие трубы на российском рынке будет очень затруднительно, потому что это в основном продукция зарубежных производителей.

Говоря о пластиковых трубах, которые сейчас постепенно начали заменять стальные, нельзя не упомянуть неудобство состыковки с основным водопроводом, различность материалов усложняет это дело. Основными преимуществами таких труб является химическая стойкость, невозможность коррозии, значительно маленький вес по сравнению с остальными, легкость монтажа и цена. Минусом служит то, что при установке есть возможность изменения внешнего вида в виде царапин при неосторожности рабочих. Благодаря химической и коррозионной стойкости, вода, проходящая по таким трубам не будет содержать запаха и различных примесей которые могут появляться из-за ржавчины. [3]

Полиэтиленовые трубы самые тихие. Инженеры называют их такими не с проста, полиэтилен является материалом, не проводящим звук. Огромное преимущество полиэтиленовых труб- это возможность изменения конструкции. Так же они могут порадовать ценой, которая

примерно на 40% ниже чем у классических стальных. Требуют обязательного обогрева, так как при замерзании воды труба может лопнуть. Воздействие солнца, то есть ультрафиолета на данный материал – губительно, значительно снижается прочность. Установка компенсатора неизбежна, потому что при воздействии высоких температур полиэтилен значительно расширяется и даже может расплавиться в некоторых подвидах данного материала.

Полимерные изделия задействованы не только для реконструкции и обустройства трубопроводов, предназначенных для доставки жидкости. Они обладают немалым количеством преимуществ. Полиэтиленовые каналы являются более общедоступными наряду со стальными: они долговечны, не склонны к разрушению, благодаря малой массе значительно упрощают производство высотных работ, холодоустойчивые. Несмотря на ряд достоинств, трубопровод уступает своей легко воспламеняемостью, что приводит к попаданию неполных веществ в очищенную влагу. Предназначение труб ПВХ несильно отличается от полиэтиленовых каналов, но с экологической точки зрения они менее опасны для здоровья человека и его среды обитания.

Они могут так же служить каналами для электрических кабелей и других возможных сетей. Преимущества оказывают полную аналогию. Однако имеют место быть свои изъяны. В морозы материал обращается в ломкую основу, а при температуре ниже 15 градусов приводит к распаду элементов. Таким образом, в определённых местах следует обустроить водотоки термо-защитным образом.

При уничтожении трубопроводов методом сжигания, возникает высокая вероятность избытка токсичных веществ, приходящих к не лучшему действию на окружающий мир.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куцев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021, 143с.
2. Бартова Л.В., Бушмакина Н.В., Петухова Е.О. Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. // ПНИПУ, 2019. С. 92-104.
3. Комарова А.В. Развитие строительной отрасли на современном этапе // Экономика нового мира, 2020. №5 .С. 28-38

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РЕКУПЕРАТОРОВ НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕГО ОТОПИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА

В последнее время энергосбережение систем микроклимата становится одной из наиболее актуальных проблем в сфере ЖКХ и промышленности. Одними из самых энергозатратных систем в этой сфере являются системы вентиляции. [5,6]. На фоне этого всё чаще начинают применяться рекуператоры, основной задачей которых является передача полезного тепла от отработанного воздуха к приточному. В данной статье исследована эффективность рекуператоров различных конструктивных исполнений, а также проанализировано влияние изменения температуры наружного воздуха на выдаваемые параметры эффективности рекуператора.

Под эффективностью рекуператора понимается совокупность параметров, таких как температура приточного воздуха после обработки рекуператором и количество переданного тепла от вытяжного воздуха к приточному. [5,6]. Для того, чтобы в комплексе оценить энергоэффективность систем вентиляции и корректно выбрать определённый тип рекуператора, необходимо понимать, что происходит с температурой приточного воздуха после обработки рекуператором и передаваемым количеством тепла во время всего отопительного периода. Для изучения изменения этих параметров были подобраны следующие типы рекуператоров:

- Пластинчатый рекуператор, согласно методу [1], размером 3000x1000 (скорость до 3м/с)

- Роторный, согласно методу [2], типоразмер РМР 1450 (по типоразмеру установки с расходом 10000 м³/ч)

- Гликолевый, согласно методу [3,4], типоразмер в приточном канале ВНВ 113-301-01У3, на вытяжном ВНВ 113-405-01У3, подобран при расчётной температуре – 5°С.

- Гликолевый, согласно методу [3, 4], типоразмер в приточном канале ВНВ 113-202-01У3, на вытяжном ВНВ-113-208-01У3, подобран при расчётной температуре – 5°С.

Гликолевые рекуператоры подобраны на температуры - 25°C и на -5°C для того, чтобы сравнить их эффективность на фоне друг друга и других типов теплоутилизаторов.

Просчитываем каждый подобранный рекуператор от температуры -25°C до +10°C с шагом 5°C. Температура удаляемого воздуха +31°C, влажность 68%, расход воздуха в приточном и вытяжном трактах 10000 м³/ч.

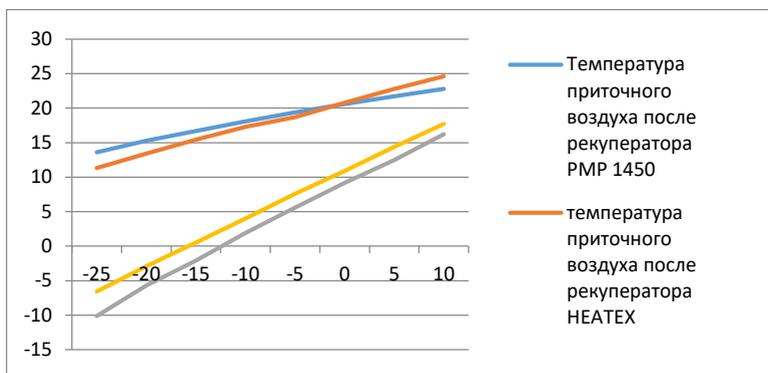


Рис. 1. График изменения температуры приточного и вытяжного воздуха после рекуператоров.

Из графика видно, что при увеличении температуры наружного воздуха увеличиваются и температуры приточного после рекуператора. Также стоит заметить, при температуре меньше 0°C самый энергоэффективный роторный, а после 0°C самый энергоэффективный пластинчатый. Ко всему прочему, если сравнивать два гликолевых рекуператора, то лучший показатель по нагреву у того, который был подобран на температуру -5°C.

Далее тем же способом построим график изменения теплового потока с увеличением температуры наружного воздуха с шагом в 5°C.

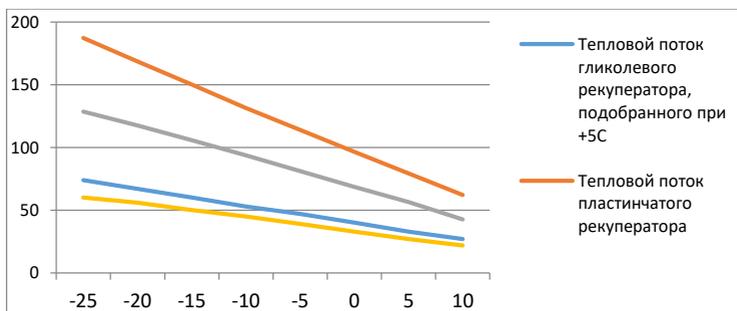


Рис. 2. График изменения теплового потока с увеличением температуры наружного воздуха.

Из графика видно, в данной ситуации наиболее эффективный пластинчатый рекуператор. Такое расхождение с предыдущим графиком обусловлено тем, что пластинчатый рекуператор передаёт только явное тепло, не увлажняя при этом приточный воздух в отличие от роторного, который передаёт полную теплоту. Частично смешивая потоки и увлажняя при этом приточный воздух. Также стоит обратить внимание, что у пластинчатого рекуператора самое резкое падение передачи теплового потока. Ко всему прочему, если сравнивать два гликолевых рекуператора, то лучший показатель по передаче тепла у того, который был подобран на температуру -5°C . Уменьшение передачи теплового потока связано с тем, что при увеличении температуры наружного воздуха уменьшается перепад температур между приточным и вытяжным потоком.

Было выявлено, что при повышении температуры наружного воздуха, температура приточного воздуха увеличивается. Причём до 0°C лучший показатель по нагреву у роторного типа, а после 0°C у пластинчатого. Установлено, что при повышении температуры наружного воздуха количество передаваемого тепла сокращается, причём самое резкое падение передачи наблюдается у пластинчатого рекуператора. Ко всему прочему. Стоит добавить, что в целом энергоэффективность гликолевого рекуператора, подобранного для температуры -5°C , выше энергоэффективности гликолевого рекуператора, подобранного для -25°C .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Центральные установки HEATEX [Каталог]. 2023. 20 С.
2. Центральные установки YAN VENT [Каталог]. 2023. 36 С.
3. Центральные установки LITENED [Каталог]. 2023. 17 С.

4. Быковский С.С., Феоктистов А. Ю., Исследование энергоэффективности работы гликолевого рекуператора на протяжении всего отопительного сезона. / Сборник научных статей 13-й Международной молодежной научной конференции (15-16 февраля 2024 года)/ в 3-х томах. Том 3. - Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. - 189-192 С.

5. Овсянников Ю.Г, Киреев В.М. Теоретические основы создания микроклимата в помещении. Учебное пособие. Белгород. Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. 126 С.

6. Мартыненко О.Г., Михалевич А.А., Шиков В.К. Справочник по теплообменникам. Москва. : Энергоатомиздат, 1987. 560 С..

7. Ильина Т.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. Методические указания к выполнению курсовой работы. Белгород. Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. 73 С.

УДК 69.003.13

Гарифянова Л.А.

Научный руководитель: Кислякова Ю.Г., канд. пед. наук, доц.

Ижевский государственный технический университет

им. М. Т. Калашикова, г. Ижевск, Россия

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ

Эффективное развитие отечественной промышленности является ключевым фактором в экономике России. В последнее время промышленный комплекс страны претерпел значительные изменения, затрагивающие основные принципы организации и управления предприятиями на всех уровнях производства начиная с локальной оптимизации отдельных процессов, заканчивая качественной и фундаментальной трансформации всей его системы.

В России продолжается устойчивый рост промышленного производства. Согласно данным Росстата объём промышленного производства вырос на 3,5%, а к уровню двухлетней давности – на +4,2%. По сравнению с январем 2024 года индекс промышленного производства в феврале 2024 года составил 101,7% (рост на (+)1,7%) [4]. Этот результат является одним из наивысших за последние десять лет, что свидетельствует не только об успешном завершении адаптации предприятий к сложившимся внешнеэкономическим условиям, но и наличие ресурсов для дальнейшего развития.

На текущий момент в промышленности наблюдается активный процесс перестройки логистических цепочек и освоение новых рынков, одновременно происходит обновление и ремонт производств. Кроме того, в 2023 году было построено 5,48 миллионов квадратных метров промышленной площади. Наибольшее количество промышленных площадей было построено в Московской области, Москве, Татарстане, Свердловской области и Санкт-Петербурге.

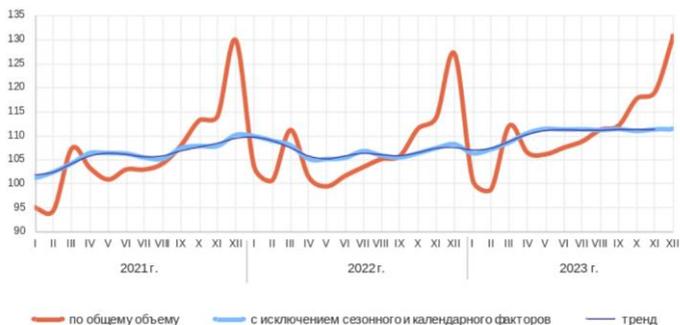


Рис. 1 Динамика индекса промышленного производства в 2021-2023 гг. (фактические данные и трендовая составляющая), % к среднемесячному значению 2020 г.

Эффективность производства является одной из ключевых категорий рыночной экономики, которая напрямую связана с достижением конечной цели развития общественного производства в целом и каждого предприятия в отдельности. В общем понимании экономическая эффективность производства определяется как количественное соотношение результатов хозяйственной деятельности и затрат на производство. Соотношение прибыли и единовременных затрат становится исходной основой для реального повышения эффективности производства.

На сегодняшний день, повышение энергетической эффективности промышленных предприятий является общемировым трендом, вызванным постоянным ростом стоимости энергетических ресурсов на глобальных энергетических рынках и значительной долей затрат на энергетические ресурсы в себестоимости конечной продукции реального сектора экономики. Просматривая динамику энергопотребления можно заметить значительный рост после спада в 2020 году из-за пандемии коронавируса (Рис. 2). Также растет цена на электропотребление промышленных предприятий (Рис.3).



Рис. 2 Динамика потребления электроэнергии в ЕЭС России в 2012-2022 годах, мрд кВт*ч



Рис. 3 Средний тариф на услуги по передаче электроэнергии, коп. / кВт • ч

Принимая во внимание активное развитие промышленных предприятий, а также прогрессирующие расходы на электроэнергию, можно сделать вывод, что необходимо предусмотреть перечень мероприятий, позволяющих уменьшить потери электроэнергии в локальных системах электроснабжения и электрооборудовании. Таким образом, можно оптимизировать расходы предприятия, а также начать максимально рационально использовать энергетические ресурсы энергосбережении и повысить собственную энергетическую эффективность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коркин М.А. Анализ развития российской промышленности в условиях импортозамещения / М.А. Коркин // Управление. — 2023. — Т. 11. № 1. — С. 29-39.

2. Низамутдинов И.К. Особенности промышленного развития в условиях санкционных рисков / И.К. Низамутдинов, А.Р. Сафиуллин, Д.В. Юрков. // Экономические науки. — 2023. — № 229. — С. 194-203.

3. Богомолов В. Энергоэффективность, ресурсосбережение и природопользование в городском хозяйстве и строительстве: экономика и управление / В. Богомолов, А. Лебедева // Материалы II Международной научно-технической конференции: в 2 частях — 2015.

4. Юдаева, Н. Д. Энергосбережение на промышленных предприятиях / Н. Д. Юдаева. // Молодой ученый. — 2018. — № 50 (236). — С. 65-67.

5. РОСТАТ : [сайт]. - 2024. - URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 08.05.2023). - Текст. Изображение : электронные.

6. Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. - 2024. - URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 08.05.2023). - Текст : электронный.

7. Россети центр и Приволжье : [сайт]. - 2022. - URL: <https://ar2022.mrsk-cp.ru> (дата обращения: 08.05.2023). - Текст : электронный.

УДК 69.001.5

Ефремова М.Е.

*Научный руководитель: Дмитриенко В.А., канд. техн. наук, доц.
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ,
г. Шахты, Россия*

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ «ЗЕЛЁНЫХ» ЭКРАНОВ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Городская зелёная инфраструктура способствует улучшению городского климата и снижению температуры воздуха в городах, максимальной температуры поверхности и колебаний температуры на поверхности.

Растущий во всём мире интерес к озеленению городов стимулирует применение технологий озеленения для создания более экологичных зданий [1].

Как известно, вертикальные системы озеленения могут обеспечивать затенение здания и способствовать испарению влаги летом, а зимой повышать теплоизоляцию. Листья растений создают достаточно устойчивую воздушную прослойку, действуя как дополнительный теплоизоляционный слой, снижающий силу ветра.

При этом стоит обращать внимание, что температура воздуха внутри здания будет зависеть от различных параметров, связанных с климатом региона, самим зданием и его использованием [2].

Основными параметрами, влияющими на микроклимат, являются: температура и относительная влажность наружного воздуха, падающее солнечное излучение, скорость ветра, воздухообмен, физические и тепловые свойства ограждающих конструкций здания, конструктивные параметры, такие как размеры и ориентация здания, наличие искусственного освещения, электрооборудования и другое [3].

Чтобы определить эффективность «зелёных экранов» в тёплый период года в условиях климата Ростовской области, были проведены некоторые эксперименты.

Для начала при помощи мультиметра LINI-T UT71C с термопарой были произведены измерения температуры поверхности стены здания контактным методом по 4 и 8 точкам без «зелёного» экрана и вместе с экраном соответственно. Сторона здания – южная. Результаты измерений представлены ниже (Рис. 1).



Рис. 1 Результаты измерения температуры стены при наличии и отсутствии «зелёного» экрана (Традесканция)

Температура наружного воздуха при проведении измерений составляла 24,5 °С. Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что средняя температура поверхности стены без экрана – 40,5 °С, а при наличии экрана – 35,9 °С. Перепад температур составил

4,6 °С. Разница температур достаточно большая при ярком солнечном излучении и несмотря на то, что температура воздуха во время активного солнца была относительно низкой.

Также при помощи того же прибора были проведены измерения температуры поверхности стены здания на северной стороне без «зелёного» экрана и вместе с ним. Результаты измерений приведены ниже (Рис. 2).

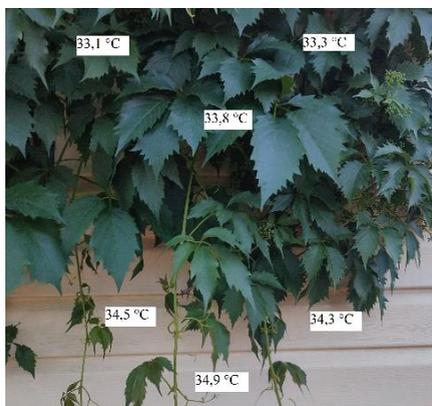


Рис. 2 Результаты измерения температуры стены при наличии и отсутствии «зелёного» экрана (Дикий виноград)

Анализ результатов позволяет говорить о том, что средняя температура поверхности стены без экрана – 34,6 °С, а температура поверхности стены под листьями – 33,4 °С. Разница температур составила 1,2 °С. Следовательно, эффективность вертикального озеленения северных фасадов здания меньше, чем южных, но и в этом случае отмечается его влияние.

Поэтому для более детального изучения эффективности применения систем озеленения южных стен зданий были проведены замеры температур поверхности стены бесконтактным методом при помощи пирометра АКПП-9301 в разное время суток также с «зелёным» экраном и без него. Результаты отображены в таблице ниже.

Таблица – Результаты измерений температуры поверхности стены в разное время суток при наличии и отсутствии «зелёного» экрана

Время	Температура наружного воздуха, °С	Средняя температура а стены без экрана, °С	Средняя температура стены с экраном, °С	Перепад температуры, °С
10:00	24,1	22,6	23,1	0,5
12:00	29,6	35,3	27,9	7,4
13:00	32,4	41,2	29,5	11,7
14:00	31,5	46,1	39,6	6,5
14:30	28,6	43,4	39,3	4,1
15:00	27,3	40,3	36,5	3,8
16:00	25,2	36,3	32,8	3,5

Анализ результатов показал, что наибольший перепад температур приходится на время активного солнца, т.е. с 12:00 до 14:00. В ходе проведения измерений также наблюдалась разница температур в самой зоне «зелёного» экрана, которая зависит от размеров листьев и их расположения.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение вертикального озеленения здания в тёплый период года в условиях климата Ростовской области позволяет повысить теплоэффективность наружных ограждающих конструкций, особенно в случаях размещения экрана на южной стороне здания, и соответственно снизить затраты на кондиционирование помещения. В дальнейшем исследование будет направлено на выявление наиболее эффективных растений для создания систем вертикального озеленения с учётом климата региона и требуемой теплозащиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хрусталева, Е. А. Перспективы зеленого строительства в современной архитектуре и методы их воплощения / Е.А. Хрусталева // Наука, образование и экспериментальное проектирование. — 2022. — № 1. — 309-311.
2. Гиясов, Б.И. Формирование микроклиматических условий на территориях Южных городов / Б.И. Гиясов, Р.Б. Гиясов // Инженерный вестник Дона. — 2023. — № 6. — 458-466.
3. Корчков, А.П. Микроклимат помещений / А.П., Корчков // Вестник магистратуры. — 2020. — № 2-1 (101). — 14-19.

Заика Д.С.

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

МИКРОКЛИМАТ ТЕПЛИЦЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Создание микроклимата в теплице или оранжерее – сложная задача, которая требует индивидуального подхода к каждой культуре. Это объясняется тем, что растения растут в разных климатических зонах, рельефе и почве. Поэтому основная задача при проектировании теплицы - симуляция естественных условий среды обитания растения. Кроме того, в разные периоды жизни у растения может быть разная потребность к теплу.

По требованиям к теплу растения делят на:

- Морозостойкие. Начало роста при температуре +1 °С, оптимальная температура развития +15...+20 °С.
- Холодостойкие. Прорастание семян при температуре +2...+5 °С, оптимальная температура развития +15...+20 °С.
- Полухолодостойкие. Надземная часть гибнет при температуре 0 °С, оптимальная температура развития +15...+20 °С.
- Теплолюбивые. Температура прорастания +15...+16 °С, оптимальная температура развития +20...+30 °С, при тем. +3...+5 °С растение угнетается в росте, при – 0,5 °С погибает.
- Жаростойкие. Оптимальная тем. +30...+40 °С, растение погибает при положительных низких температурах.

Можно заметить, что для первых двух групп оптимальная температура развития +15...+20 °С. Это в большинстве травянистые цветочные растения, кустарники и некоторые декоративно-лиственные, происходящие из субтропиков.

Две последние группы наиболее требовательны к микроклимату, но имеют большую ценность и популярность. К ним относятся тропические и большая часть субтропических растений [1].

Вторым важным фактором воздуха для нормальной жизнедеятельности растений является влажность. По требованию к относительной влажности оранжереи можно разделить на следующие группы:

Влажность воздуха в тропических оранжереях может варьироваться от 85–95 % во влажных, 75–80 % в полувлажных и 50–75

% в сухих условиях. Это зависит от видов растений и этапов их развития. В тропических оранжереях в январе и феврале уровень влажности может быть снижен до 65–75 %, а в мангровых и викторианских оранжереях должен составлять 85–95 %. В оранжереях с умеренным климатом обычно поддерживают влажность на уровне 65–70 % [2].

В процессе своей жизнедеятельности некоторые растения выделяют различные газы. Фотосинтез приводит к поглощению углекислого газа и выделению кислорода. Многие растения также производят этилен — фитогормон, необходимый для роста. Однако высокие концентрации этих газов могут негативно сказаться на растениях, если их не удалять. Поэтому растениям требуется постоянный воздухообмен для нормального функционирования.

Скорость воздушного потока должна быть комфортной для растений. По мере приближения к листу скорость воздушного потока снижается, так как растения сопротивляются воздушным потокам. Оптимальная скорость движения воздуха в теплицах составляет 0,3–0,5 м/с. Чтобы улучшить условия движения воздуха вокруг листьев, можно увеличить скорость воздушного потока над растениями до 1–1,5 м/с [2, 3].

Как мы видим все растения имеют разные требования к параметрам микроклимата. Все обусловлено колоссальным множеством климатических условий нашей планеты. Но как географы выделяют климатические зоны планеты, мы можем так же по этим зонам поделить растения. Однако, поскольку большая часть растений может прижиться в климате близком по характеристикам, а в некоторых вообще отсутствует растительный мир, мы можем значительно сократить типы климатов всего до трех. Сводные характеристики приведены в таблице:

Таблица – Классификация растений по условиям микроклимата

Наименование климатической среды	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с	Пример культур
Влажный тропический и субтропический	+20...+30	85...95	0,3...0,5	Бальзамин, бегония, калатея, хойя, эухарис
Сухой тропический и субтропический		50...75		Эвкалипт, фейхоа, инжир,

			лаванда, размарин
Умеренный	+15...+20	65...70	Роза, тюльпан, барбарис, гортензия

Поддержание микроклимата – сложная и дорогая задача. Очень важно подобрать правильное оборудование и максимально его автоматизировать. Особенно остро стоит вопрос энергосбережения.

Самый простой и популярный вариант – летняя теплица, в которой выращивают растения своего климатического пояса. В большинстве случаев естественной вентиляции вполне достаточно.

Противоположная ситуация наблюдается при создании круглогодичной тропической теплицы в умеренном климате. В этом случае кондиционирование обязательно, поскольку зимой воздух холодный и сухой. Классическим решением проблемы является установка в приточных установках водяного калорифера, парового увлажнителя и фреонового воздухоохладителя. Такая комплектация решает не только проблему зимнего воздуха, но и сможет охладить воздух жарким летом. Такие объекты особенно дороги в эксплуатации, и именно здесь особенно актуален вопрос энергосбережения, поскольку оборудование очень дорогое в обслуживании [5, 6].

На сегодняшний день существует множество способов экономить энергию. В случае круглогодичной теплицы или оранжереи хорошо подходит рекуперация воздуха – передача тепла удаляемого воздуха к приточному посредством теплообмена. Этот способ на сегодняшний день получил огромную область применения. Использование альтернативных источников может быть ограничено регионом постройки объекта. Среди наиболее популярных: тепловой насос, солнечные коллекторы и панели, ветрогенераторы [6, 7].

Создание климата в оранжереях требует хороших знаний в разных областях науки. Это особые здания, состоящие практически полностью из стекла или других прозрачных материалов. Такая особенность конструкции выливается в множество проблем, решение которых потребует применить воображение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Головин, Е. Г. Микроклимат помещений с плотным насаждением растений / Е. Г. Головин, Т. В. Щукина // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного

университета. Материалы межрегиональной научно-практической конференции "Высокие технологии в экологии". – 2011. – № 1. – С. 174-176.

2. Хайриддинов Акмал Батирович Относительная влажность воздуха в теплице // Наука, техника и образование. 2020. №2 (66). URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения 13.04.2024).

3. Наталья Николаевна Чувелева. Сухие и влажные тропики // Образовательный портал «Справочник». — URL <https://spravochnick.ru> (дата обращения 13.04.2024).

4. Дворецкий, А. Т. Солнечная энергия оранжереи в тепловом балансе малоэтажного здания / А. Т. Дворецкий, Д. А. Дворецкий // Строительство и техногенная безопасность. – 2012. – № 41. – С. 14-19.

5. Сериков, С. В. Утилизация тепла уходящих газов котельной установки в системе воздушного отопления / С. В. Сериков, Т. Н. Ильина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 4. – С. 53-55.

6. Уваров В.А. забор тепла от уходящих дымовых газов обжиговых печей для отопления тепличного комплекса / В.А. Уваров, А.Ю. Феоктистов, С.В. Староверов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал.- 2015. - №7 (38).

7. Заика, Д. С. Способы создания микроклимата в теплицах для цветов / Д. С. Заика // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13–14 октября 2022 года. Том Часть 3. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 31-36. – EDN CUARTL.

УДК 628.88

Заика Д.С.

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

ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦ И ОРАНЖЕРЕЙ

С каждым годом вопрос энергосбережения привлекает все больше внимания. Слова «энергосбережение», «энергоэффективность» звучат чаще, появляется больше технологий. Для тепличных комплексов и оранжерей применение этих технологий особенно актуально, и тому есть несколько причин:

Экономия ресурсов: Применение таких технологий позволяет снизить затраты на отопление, освещение, вентиляцию и другие энергозатраты, что особенно важно для крупных тепличных комплексов.

Снижение выбросов парниковых газов: Уменьшение энергопотребления способствует снижению негативного влияния на окружающую среду.

Повышение урожайности: Технологии создают оптимальные условия для роста растений (температура, влажность, освещение), что способствует увеличению урожайности.

Создание новых рабочих мест: Разработка и внедрение новых технологий требует привлечения специалистов из разных областей, что стимулирует развитие экономики [1].

Основными задачами обеспечения параметров микроклимата в тепличных хозяйствах являются:

одержание оптимальной температуры: обеспечение комфортной температуры для роста и развития растений, особенно при выращивании в закрытом грунте.

онтроль влажности воздуха: обеспечение оптимального уровня влажности для предотвращения заболеваний растений и поддержания их иммунитета.

егулирование освещения: создание светового режима, соответствующего стадиям роста растений, для обеспечения фотосинтеза и предотвращения вытягивания растений.

беспечение необходимого воздухообмена: поддержка комфортного воздухообмена в помещении для предотвращения развития болезней и вредителей, а также для удаления продуктов жизнедеятельности растений.

онтроль концентрации углекислого газа: поддержание уровня углекислого газа в воздухе, необходимого для фотосинтеза растений.

облюдение норм по шумовым загрязнениям: обеспечение тишины и покоя в теплицах, так как шум может негативно влиять на рост и развитие растений [2, 3].

Для тепличных хозяйств создано множество передовых методов энергосбережения. Они позволяют повысить эффективность использования энергии и снизить затраты на обогрев теплиц.

Применение альтернативных источников энергии, таких как солнечная, ветровая и геотермальная, считается перспективным методом. Но пока оно не получило широкого распространения, так как требует значительных первоначальных вложений.

Вторым методом можно выделить вторичное использование энергоресурсов. Применение рекуператоров в системах вентиляции получило большое распространение и признание.

Кроме того, важно уделять внимание правильному распределению и использованию тепловой энергии. Для этого необходимо использовать современные системы управления микроклиматом в теплицах, которые позволяют точно регулировать температуру, влажность и освещённость.

Также эффективным способом энергосбережения является использование современных материалов и технологий строительства теплиц, которые позволяют снизить потери тепла и улучшить микроклимат внутри теплицы.

В современных теплицах также важно проводить постоянный мониторинг и анализ работы тепличного комплекса, чтобы выявлять возможные проблемы и оптимизировать процессы энергопотребления с использованием рекуператоров [4].

Специалисты компании «Ammerlaan» разработали решение, которое объединяет передовые технологии энергоэффективности – систему «AIR&ENERGY». Система основана на механическом принципе работы с приточным и вытяжным вентиляторами, а также оснащена высокоэффективной секцией рекуперации тепла «воздух-воздух», способной подогреть приточный наружный воздух теплом, извлеченным из воздуха теплицы.

Система включает в себя датчики температуры, влажности, освещённости и других параметров, которые позволяют контролировать и регулировать условия внутри теплицы.

Основные компоненты системы «AIR&ENERGY»:

Датчики — собирают информацию о температуре, влажности, уровне углекислого газа и других параметрах внутри теплицы.

Контроллеры — обрабатывают данные с датчиков и управляют работой исполнительных устройств.

Исполнительные устройства — вентиляторы, обогреватели, увлажнители, системы полива и освещения, которые регулируют микроклимат в теплице.

Система «AIR&ENERGY» работает в автоматическом режиме, поддерживая заданные параметры микроклимата [5].

Если рассмотреть принцип работы по движению воздушных потоков, то это происходит следующим образом: Теплый влажный воздух от растений поднимается вверх. Далее, вентиляторами, он направляется к торцам теплицы, где попадает через отдельную направляющую в специальный теплообменник. В теплообменнике теплый влажный воздух отдает тепло холодному воздуху из вне. При

этом происходит уменьшение относительной влажности наружного воздуха за счет рекуперации тепла. Воздух необходимой температуры попадает снова в теплицу, и по специальным рукавам, которые подвешиваются к лоткам с растениями, подается по всей ее площади. В теплице также устанавливается система испарительного охлаждения, которая помогает снизить температуру воздуха в тёплый период года и повысить уровень влажности в холодный [6, 7].

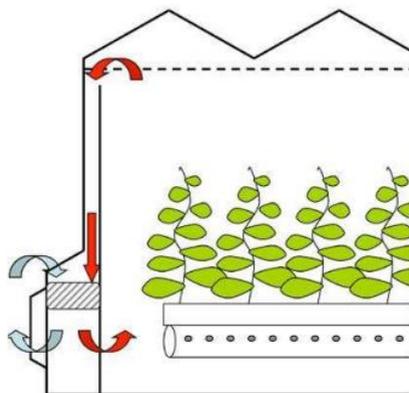


Рис. 1. Схема циркуляции воздуха в теплице, оборудованной «AIR&ENERGY» «Hortilife BV», «Ammerlaan Construction» (Нидерланды)

Как утверждает производитель, система обеспечивает значительную экономию газа за счёт высокой эффективности рекуперации тепла (до 95%), что позволяет снизить потребление газа на 40-45%. Кроме того, она способствует равномерному развитию плодов и уменьшению количества брака, что положительно влияет на качество продукции. Таким образом, использование системы «AIR&ENERGY» повышает урожайность до 5-10%, что делает её выгодной инвестицией для тепличных хозяйств

Из недостатков можно выделить:

- высокую стоимость установки.
- сложность монтажа и настройки.
- необходимость регулярного технического обслуживания, а следовательно, и квалифицированного персонала.
- риск поломок.
- зависимость от поставщика.

Уникальность системы «AIR&ENERGY» заключается в ее способности обеспечивать оптимальный и равномерный климат в

теплицах, что является ключевым фактором для успешного выращивания растений. Система контролирует климатические условия, делая их более равномерными, выравнивая разницу температур в различных слоях воздуха. Это позволяет выращивать овощи при закрытых окнах и экранах, снижая риск заболеваний и экономя пестициды. Кроме того, закрытые экраны предотвращают световое загрязнение окружающей среды.

Теплицы и оранжереи особенно нуждаются в современных энергоэффективных технологиях, поскольку эти сооружения потребляют в колоссальных объемах теплую, электрическую энергию. Система «AIR&ENERGY» предлагает решение большинства проблем. Сама по себе система не представляет ничего нового. Рекуператоры, испарительные охладители применяют довольно давно. Но в этой системе объединили технологии, а голландские компании «Ammerlaan» и «Nortilife» представили их как торговую марку. Главное преимущество в том, что систему можно адаптировать практически под любые климатические условия, требования заказчика и особенности производства. Более того, ее всегда можно совершенствовать, внедряя новейшие технологии. Это значит, что система всегда развивается и не стоит на месте. В России она успела получить распространение. Компания «ТеплицСпецСервис» активно ее продвигает. [5, 6]

Использование системы «AIR&ENERGY» выгодно для сельского хозяйства России, особенно в умеренном климате, таком как во Владимирской области. Её универсальность позволяет адаптировать систему под выращивание различных культур, включая цветы. Это делает бизнес инвестиционно привлекательным, так как система помогает снизить энергетические затраты и повысить урожайность, что способствует окупаемости инвестиций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луговский М.И. современные способы экономии электроэнергии в тепличных хозяйствах // Научный журнал молодых ученых. 2016. №2 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-sposoby-ekonomii-elektroenergii-v-teplichnyh-hozyaystvah>
аика, Д. С. Способы создания микроклимата в теплицах для цветов / Д. С. Заика // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13–14 октября 2022 года. Том Часть 3. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 31-36. – EDN

icroclimate control in greenhouses / Ye. Mukazhanov, K. Zabiyeva, A. Orazbayeva [et al.] // 17th international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017, Albena, Bulgaria, 29 июня – 05 2017 года. Vol. 17. – Albena, Bulgaria: Общество с ограниченной ответственностью СТЕФ92 Технолоджи, 2017. – P. 699-704. – DOI

Ильина, Т. Н. Моделирование процессов тепломассообмена в рекуператоре типа «Труба в трубе» / Т. Н. Ильина, В. А. Уваров, М. С. Колесников, Д. А. Евраев, В. С. Кретова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2024. – № 1. – С. 30-38. DOI : 10.34031/2071-7318-2023-9-1-30-38. Система AIR&ENERGY // ТеплицСпецСервис URL: <https://stroitelstvo-terpic.ru/AIR-ENERGY> (дата обращения: 18.04.2023).

6. AIR&ENERGY // Ammerlaan Construction URL: <https://www.glassconstructions.eu/air-energy> (дата обращения: 18.04.2023).

7. Fan and pad greenhouse evaporative cooling systems / R.A. Bucklin, R.W. Henley and D.B. McConnell. // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/27394796_Fan_and_pad_greenhouse_evaporative_cooling_systems_RA_Bucklin_RW_Henley_and_DB_McConnell (дата обращения: 18.04.2024).

УДК 504.062.2:697.432

Маховицкий В.Г.

*Научный руководитель: Трубаев П.А, д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КОМПЛЕКС ЭНЕРГОАУДИТА ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОТЕЛЬНЫХ

Большую часть тепловых и электрических энергий вырабатывают тепловые и электрические станции ТЭС, как для общего пользования, так и для промышленного использования, как и для централизованных котельных. Остальная тепловая энергия производится в автономных теплоисточниках. В этой статье представлены основные меры энергосбережения, которые способствуют снизить расход топлива на котельные установки.

Повышение уровня технического обслуживания теплоснабжения – стратегическая задача развития современных энергетических систем России. Достигнуть этого можно посредством эффективного применения

энергосберегающих агрегатов. Применение высокоэффективных технологий позволяет немедленно сократить потери тепла и топливного расхода.

Главный показатель энергоэффективности котельной - это КПД, учитывающий потери теплоты и топлива в процессе производства и отпуска, расходы электроэнергии в процессе привода механизмов управления. Достигнуть высокие значения этого показателя можно посредством энергосберегающих мероприятий.

Важная часть правильной работы котельной – соблюдение режима водохимического теплового оборудования и сетей. В результате коррозии трубопроводов происходит ухудшение процессов теплового обмена и дополнительный расход электроэнергии. Загрязнение сетей водой отложениями и коррозионными веществами приводит к колоссальному росту энергозатрат при транспортировке теплоносителя.

Снижение энергопотребления на 25-30% позволяет использовать частотные приводы и плавного пуска. Преобразователь частоты дымососов и вентилятора полностью исключает токовые перегрузы двигателя и исключает проскальзывание ремня. Установив частотный привод, устраняется необходимость перезагрузки технологических процессов при кратковременном отключении электропитания. В этом случае происходит повторная безударное включение на движущуюся машину. Плавный пусковой регулятор - это регулятор напряжения, обеспечивающий плавное пусковое и остановочное движение двигателя, что существенно снижает пусковой ток и предотвращает провал напряжения в сетях. Кроме сохранения электроэнергии, это решение действительно актуально благодаря продлению срока его эксплуатации на 15% [1].

Если использовать природный газ как основное топливо, то получается значительная экономия энергии, используя конденсационные теплообменники. В теплоутилизаторах, являющихся калориферной установкой, теплоноситель - это не вода, но уходящий газ. От газов тепло переходит в воду, идущую к горячей воде. Вода, пройдя через оребренные трубы, получает какую-то часть тепла от продуктов горения. Это способствует снижению расхода топлива на приготовление горячей воды в теплообменнике [2].

Проектирование предусматривало использование котлов районных котельных (РК) как базового, пикового или резервного источника тепла. Однако сейчас сложившиеся условия работы котлов в системах теплоснабжения различаются от проектных. В частности, в ряде РК низкие коэффициенты использования установленной теплоемкости, которые должны учитываться при осуществлении энергосбережения и экологии, при

этом дорогостоящие мероприятия должны внедряться прежде всего на базовых котельных.

При оценке энергопотенциала в РК принято решение о минимальных неизбежных потерях теплоты в отопительных котлах с уходящими газом, химическом недожоге и окружающей среде. Для неконденсатных современных котлов минимальные значения указанных показателей в процессе генерации теплоты соответственно составляют 0,05; 1 - 1,5; 5,5 - 6,5%.

В результате можно полагать, что энергосбережение и его потенциал при транспортировке теплоты из РК составляет 3,5% от общего теплового потребления, или 37,6 тыс. тонн условного топлива в год, а общий энергосбережение при тепловом снабжении из РК со снижением потерь тепловых сетей составит 5,7%.

Для районных котельных актуальными являются следующие мероприятия:

- применение горелочных устройств, обеспечивающих низкий выход оксидов азота и других токсичных компонентов;
- внедрение эффективной и надежной автоматики регулирования и защиты котлоагрегатов, вспомогательного и общекотельного оборудования;
- внедрение автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами производства и отпуска теплоты, учета потребления топлива и электроэнергии, отпуска тепловой энергии потребителям на базе современной микропроцессорной техники;
- корректировка управления процессами горения топлива по оптимальной сумме потерь теплоты с химическим недожогом и уходящими газами на основе внедрения регулируемого электропривода тягодутьевых машин;
- применение современных технологий химической подготовки подпиточной, сетевой и котловой воды;
- внедрение высокоэффективной технологии приготовления и сжигания в топках котлов водомазутных эмульсий, позволяющей сжигать высоковязкие и некондиционные обводненные мазуты;
- внедрение электронасосных установок с широким диапазоном рабочих характеристик и применением регулируемого электропривода;
- оборудование котельных эффективными утилизаторами теплоты уходящих дымовых газов, сбрасываемых потоков воды, пара и конденсата [3].

Достигнуть более высокие технико-экономические показатели можно, осуществляя энергосберегающие мероприятия, направленные как на улучшение условий для эксплуатации котловых агрегатов, также на

реконструкцию котловых агрегатов на основе современных технологических средств.

Шаг к повышению энергоэффективности котельных. Одним из методов повышения эффективности применения топлива в энергоагрегатах, включая котельные, являются утилизация теплоты уходящего газа (тепловой ВЭР), применяя рекуперативные, смесительные, комбинированные аппараты, которые работают при разных приемах применения теплоты, содержащейся в уходящего газа.

Влагосодержание продуктов горения может быть 100 и больше граммов на килограмм сухого газа. Такие газы, тепло которых, могут быть полезны для использования. Если в процессе происходит конденсация влаги с выделение теплоты водяного пара, этот процесс можно назвать глубоким утилизационным процессом тепла влажных газов.

Утилизация тепла влажных газов дает ряд технических достоинств: в процессе утилизации используется не просто физическая тепловая энергия газов, и тепловая конденсация содержащихся в них паров; процесс передачи теплоты становится более интенсивным, и для утилизации может быть осуществлена теплообменными аппаратами с более меньшим уровнем поверхностью нагрева; осушение уходящего газа позволяет снизить температуру ее до 80 - 90°C без угрозы конденсации водяных паров в газоотводящем тракте; при конденсации влаги из продуктов горения в ней растворяются частицы оксидов азота, которые положительно влияют на окружающую среду; образованный конденсат может быть использован для технологических целей.

Использование тепловой энергии непрерывной продувки котлов (рис. 1). При использовании тепловой энергии продувочной воды, энергосбережения в виде топливной экономии может превышать 3% от общего расхода.

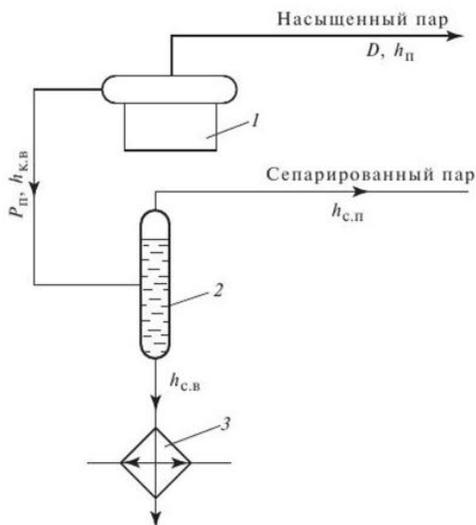


Рис. 1. Схема использования тепловой энергии беспрерывной продувки:
1 – котел, 2 – сепаратор, 3 – теплообменник.

Среди причин, влияющих на расход топлива в котельных, можно выделить следующие:

- физическое и моральное изнашивание котельных установок;
- отсутствие или плохая работа автоматики;
- несовершенство газогорелочных устройств;
- несвоевременная наладка теплового режима котлоагрегата;
- образование отложений на поверхностях нагрева;
- плохая теплоизоляция;
- отсутствие приборов учета за расходом энергоносителей;
- неоптимальная тепловая схема;
- отсутствие экономайзеров-подогревателей;
- неплотности газоходов [4].

В результате применение агрегатов теплоутилизационных, например, конденсационных теплообменников, позволяет готовить воду в системах отопления, без взаимодействия топлива, то есть рационально используют топливные ресурсы котельной. За счет тепла дымового газа в котлах можно достичь экономии около 6 процентов природного газа. Кроме того, эти теплообменники обладают компактными габаритами и малым аэродинамическим сопротивлением.

Это решение достаточно эффективное для котельных установок. Она не только дает возможность сократить расходы газа, с помощью теплоты

продуктов горения, что позволяет экономить затраты на собственные потребности котельного оборудования, но и является экологически важным. За счет охлаждения выходящего газа уменьшается тепловое загрязнение атмосферы.

Резюмирую, что перечисленный комплекс энергоаудита не только решает столь актуальную в настоящие дни проблему энергосбережения в целом. Их использование также позволяет сэкономить расходы на техническое обслуживание котлов, продлить срок эксплуатации оборудования и снизить вредоносные воздействия на окружающую среду. А также использование современных автоматизированных насосных установок для подготовки воды позволяет сократить объем отложений накипи в котлах и трубах, а также повысить теплосъем и теплопередачу. Это решение позволяет сэкономить потребление топлива котлами на 5-6% [5].

Естественно, для того чтобы контролировать потребление энергии в котельной, необходимо устанавливать учётные узлы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Милашин. А.С. Энергосбережение котельных установок [Электронный ресурс] // Мат-лы IX Межд. студ. научной конф. «Студенческий научный форум». – М.: АЕ, 2017. – URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017034385>.

2. Трубаев, П.А. Техничко-экономическая оценка модернизации районных муниципальных котельных Белгородской области / П.А. Трубаев, А.А. Погонин, П.Н. Тарасюк // Промышленная энергетика. – 2012. – № 2. – С. 12-17.

3. Стриха, И.И. Потенциал энергосбережения и пути его реализации в районных котельных / И.И. Стриха // Новости теплоснабжения. – 2008. – № 7(95). – С. 11-14.

4. Косухин, М. М. Оценка потенциала энергосбережения на основе энергоаудита / М. М. Косухин, А. В. Семак, А. М. Косухин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 12. – С. 89-94.

5. Материнский, С. В. Методы энергосбережения в котельных установках / С. В. Материнский // Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Мат-лы VIII Нац. конф. с межд. уч., Саратов, 15–16 ноября 2018 года; Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2018. – С. 231-233.

Миниханова А.Р.

Научный руководитель: Черкасов А.С., асс.

Казанский государственный энергетический университет,

г. Казань, Россия

СПОСОБЫ ЭКОНОМИИ НА УСЛУГАХ ЖКХ

Жилищно-коммунальное хозяйство (далее ЖКХ) – это сфера деятельности нашей страны, которая отвечает за функционирование инженерной инфраструктуры и систем жизнеобеспечения различных зданий, жилых и нежилых помещений населенных пунктов [1]. Водоснабжение и водоотведение; теплоснабжение; электроснабжение; газоснабжение; вентиляция; сбор и утилизация мусора; содержание и ремонт зданий и сооружений; и многое другое включает в себя отрасль ЖКХ.

ЖКХ зародилось еще в Древней Руси и с того времени сфера постоянно меняется, подвергается различным модернизациям. На сегодняшний день жилищно-коммунальное хозяйство имеет множество проблем. Одна из них – это неудовлетворённость населения высокими ценами на услуги ЖКХ [2]. И с каждым годом для населения, проживающего в многоквартирных домах (далее МКД), данная проблема становится наиболее острой.

Также существует проблема с воздухообменом в многоквартирных домах. В МКД чаще всего встречается естественная вентиляция, которая осуществляется за счет разности температур и давления на улице и внутри здания, то есть в домах не используются механические устройства [3]. Управляющие компании не всегда вовремя проводят техническое обслуживание систем вентиляции, регулярную очистку воздуховодов, каналов и вентиляционных шахт. Так, возникают определенные проблемы, связанные с неэффективностью вентиляции, недостатком свежего воздуха, появлением запахов и перегревом помещений. Обеспечение эффективной вентиляции в помещениях имеет большое значение для здоровья и комфорта людей, поэтому важно принимать меры по решению проблем и обеспечению свежего и чистого воздуха внутри зданий.

В данной ситуации возможно установить систему механической вентиляции с рекуперацией тепла [4]. Этот процесс обеспечивает эффективную циркуляцию воздуха, а также позволяет снизить энергопотребление для отопления и кондиционирования воздуха, то есть жильцы смогут компенсировать свои затраты на коммунальные

услуги. Система рекуперации позволяет использовать тепло, которое уже присутствует в помещении, для предварительного нагрева воздуха, поступающего извне. В зимнее время года позволяет экономить на работе обогревателя, а в летнее — на работе кондиционера. Следовательно, рекуперация воздуха позволяет снизить тепловые потери и обеспечить более эффективное использование энергии. Достичь это можно при установке индивидуальных (квартирных) рекуператоров.

Установим, например, один рекуператор VENTS 501 в двухкомнатную квартиру, воздухообмен которой составляет 120 м³/ч. Энергопотребление от рекуператора составляет 0,07 кВт. Расход на электроэнергию за месяц составит: 0,07 кВт × 12 часов × 30 дней × 3,28 руб. + 0,07 кВт × 12 часов × 30 дней × 5,38 руб. ≈ 218 руб. С учетом КПД рекуператора VENTS 501 равного 90 % возврат тепла при объеме приточного воздуха 120 м³/ч составит 865 руб. При сравнении стоимости затрат на электроэнергию и стоимости возврата теплоты за месяц получим разницу 647 руб. А окупаемость прибора наступит на 10-й год использования (табл.).

Таким образом, житель многоквартирного дома может улучшить приток свежего воздуха и обеспечить эффективную циркуляцию в своей квартире. Он не будет зависеть от работы управляющей компании, а также снизит свои затраты на услуги ЖКХ.

Для решения проблемы неудовлетворённости населения высокими ценами на услуги ЖКХ можно принять и другие меры [5]:

— внедрение механизмов контроля за расходами. Важно создать систему мониторинга и контроля за расходами и качеством предоставляемых услуг, чтобы исключить возможные случаи коррупции;

— повышение прозрачности тарифной политики. Необходимо обеспечить доступное и понятное объяснение формирования тарифов на жилищно-коммунальные услуги, чтобы население могло лучше понимать, за что оно платит;

— стимулирование энергоэффективных технологий. Государство может предоставлять субсидии тем предприятиям и организациям, которые внедряют энергосберегающие технологии и снижают затраты на коммунальные услуги.

В целом, для решения проблемы высоких цен на услуги ЖКХ необходим комплексный подход, включающий в себя меры по оптимизации расходов, улучшению управления, повышению прозрачности и участия общественности. Создание более эффективной и доступной системы жилищно-коммунального хозяйства поможет

удовлетворить потребности населения и повысить качество жизни граждан.

Таблица – Окупаемость рекуператора VENTS 501

	руб.
Цена установки прибора	31900,00
Цена оборудования	31900,00
Расходы на электроэнергию в месяц	218,23
Расходы на электроэнергию в год	2618,78
Количество возвращаемой тепловой энергии в месяц	864,88
Количество возвращаемой тепловой энергии в год	10378,52
года эксплуатации:	
1	66418,78
2	58659,05
3	50899,31
4	43139,58
5	35379,84
6	27620,11
7	19860,37
8	12100,64
9	4340,90
10	-3418,83

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саввина И.С. Обоснование проблематики развития жилищно-коммунального хозяйства в России // Экономика строительства. - 2023. - №7. - С. 25-29.

2. Сумской Н. В. Проблемы применения ресурсосберегающих технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве // Молодой ученый. - 2020. - №10. - С. 198-200.

3. Фатуллаева К.М. Конструирование систем вентиляции в жилых многоэтажных домах // Системные технологии 2. - 2023. - №47. - С. 123-130.

4. Миниханова А.Р., Зиганшин М.Г. Эффективность вентиляции многоквартирного дома // Приборостроение и автоматизированный электропривод в ТЭЖ и ЖКХ. - Казань: КГЭУ, 2024. - С. 45-48.

5. Яруллина Л.Ф., Вилданов Р.Р. Анализ внедрения интеллектуальной системы учета электрической энергии // 1. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. - Пенза: ПГАУ, 2023. - С. 188-191.

Московкин Д.Н.

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

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОФИЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ В КОНСТРУКЦИИ РОТОРА ДАРЬЕ ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

В предыдущей работе, рассматривая возможные пути изготовления ветроэнергетической установки, было затронуто устройство ротора Дарье, ключевой особенностью которого является использование лопастей в качестве элемента, отвечающего за подвижность всей конструкции. 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.

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. Ротор Савониуса обладает следующими преимуществами: низкий уровень шума, низкая скорость ветра для старта, простота изготовления. Недостатком является его малая скорость вращения. Ротор Дарье обладает схожими преимуществами, но скорость вращения оси у него гораздо выше.

На момент текущего года насчитывается от нескольких сотен до нескольких тысяч различных модификаций авиационных профилей. Особенно активно свое развитие профили получили в ходе первой мировой войны. Далее, в ходе испытаний, появилась определенная классификация с системой обозначений, используемая и на сегодняшний день. Для примера, в названии профиля «НАСА» используется система из 4х символов, каждый из которых отвечает за отдельный геометрический параметр крыла.

Главную роль в характеристике геометрии авиационных профилей занимает система относительных размеров в процентах. Основным неделимым размером называют хорду профиля, являющуюся основой всех остальных размеров. Другими словами – это линия, соединяющая начальную и конечную точки профиля. Вогнутость профиля – расстояние между средней линией профиля и его хордой. Средняя линия профиля – геометрическое место точек, расположенных посередине ординат, перпендикулярных хорде и ограниченных верхними и нижними контурами профиля. Также классификация разделяет профили на симметричные, двояко выпуклые, выпукло вогнутые, плоско выпуклые, «S» образные.

Для всех профилей существуют и общие геометрические параметры: длина хорды профиля, толщина профиля, вогнутость профиля, радиус носика профиля, координата наибольшей толщины, относительно носка профиля, координата наибольшей вогнутости, относительно носка профиля. В зависимости от толщины, профили делятся на тонкие, средние и толстые. В зависимости от вогнутости средней линии различают профили: с малой вогнутостью, со средней вогнутостью и большой вогнутостью.

Главной аэродинамической силой, приложенной к авиационному профилю, является вектор R .

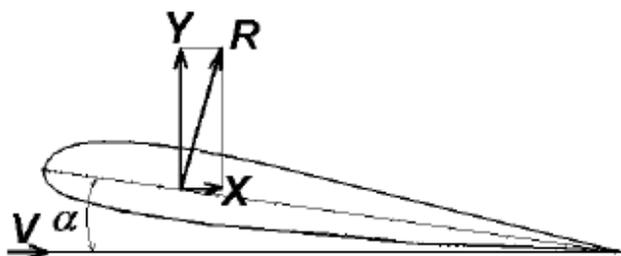


Рис.1 Аэродинамические силы, приложенные к крылу

Особо важными являются составляющие этого вектора: вектора подъемной силы (Y) и вектор аэродинамического сопротивления (X). Направление вектора Y перпендикулярно вектору скорости V . Направление вектора X совпадает с вектором скорости и всегда имеет положительное значение.

Аэродинамическое качество профилей имеет очень широкий диапазон. Они требуют очень тщательного изготовления и показывают высокое аэродинамическое качество только 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.

Таким образом, отталкиваясь от теоретических данных о геометрических и аэродинамических характеристиках авиационного профиля, можно подобрать оптимальный вариант формы крыла, что сможет значительной степени повысить производительность конструкции. На практике, для крупногабаритных роторов Дарье используются лопасти длиной более 1 метра с двояковыпуклой или плоско выпуклой формой, что позволяет стартовать установке при малых скоростях ветра, но получать большую скорость вращения.

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> (дата обращения 5.04.24)

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> (дата обращения 5.04.24)

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> (дата обращения 5.04.24)

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> (дата обращения 5.04.24)

*Паньков Н.С., Мордовин К.С., Рылов И.В.
 Научный руководитель: Никулин Н.Ю., канд. техн. наук, доц.
 Белгородский государственный технологический университет
 им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

В городской среде при большой протяженности сетей большое внимание нужно уделять диагностики технического состояния канальной и бесканальной прокладки подземных сетей. Своевременное обнаружение проблемы даст избежание аварий в отопительный период, или же даст время на подготовку к ремонтным работам. В настоящее время все больше технологий внедряется в различные схемы контроля состояния систем транспорта тепловой энергии.

Для мониторинга состояния изоляционного слоя трубопроводов и обнаружения утечек при бесканальной прокладке сетей используется система оперативного диспетчерского контроля (ОДК). Однако в процессе эксплуатации возникли проблемы, такие как потеря гидроскопичности полиуретанового наполнителя и необходимость полной автоматизации получения информации от детекторов.

Это приводит к удорожанию работ по устранению аварий и дефектов, а также к получению информации не в месте дефекта, а на значительном удалении от него.

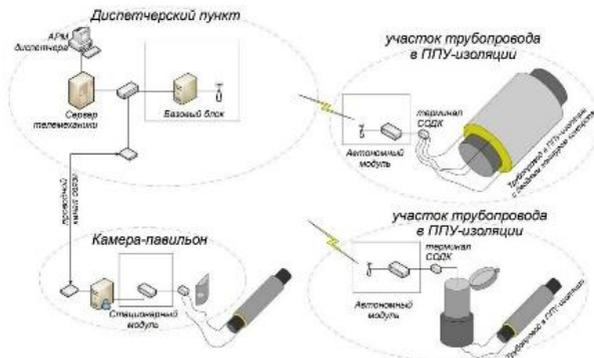


Рис.1 Примерная схема система оперативного диспетчерского контроля

Диагностика тепловых сетей при канальной прокладке осуществляется традиционными методами контроля, такими как

гидравлический режим подпитки, температурные потери и окрашивание сетевой воды. Однако визуальный контроль не обеспечивает оперативного контроля за техническим состоянием каналов, утечками и изменениями в тепловых потерях.

Вместо традиционных методов контроля предлагаем использовать инновационную систему, основанную на распределённом измерении температуры с помощью оптоволоконного кабеля, выполняющего функцию линейного датчика. Этот метод позволяет в реальном времени обнаруживать утечки и фиксировать изменения температуры на разных участках кабеля благодаря пропусканию лазерного луча по одной из жил кабеля.

Линейный датчик (оптоволоконный кабель) подключается к специальному оборудованию в начале или конце проложенного кабеля. Оптоволоконно устойчиво к коррозии, магнитным помехам и механическим воздействиям, что обеспечивает надёжность и долговечность системы.



Рис. 2 Структура оптоволоконного кабеля

Данная технология позволяет быстро выявлять дефекты трубопроводов с утечкой воды и определять их местоположение с точностью до одного метра. Диспетчеры смогут отслеживать эти ситуации на своих мониторах, что сократит время обнаружения проблем с плотностью трубопроводов и повысит точность определения мест повреждений.

Применение этой системы также улучшит мониторинг состояния трубопроводов и измерение изменений параметров теплоносителя, обеспечивая передачу данных на диспетчерские пункты. Это повысит надёжность и экономическую эффективность теплоснабжения

благодаря более обоснованному и своевременному принятию решений, а также контролю за их выполнением.

Если тепловые сети прокладываются в каналах, появляется возможность отслеживать изменения температуры внутри самого канала, контролировать состояние теплоизоляции и проводить своевременный ремонт, что снизит тепловые потери.

Принцип метода определения нарушения слоя защитной гидроизоляции бесканальных трубопроводов основан на распространении электромагнитной энергии в окружающую среду. С помощью антенны и приемника осуществляется обнаружение электромагнитного поля.

К исследуемому участку трубопровода подсоединяется генератор посредством гибкого кабеля. Генератор создает переменное электромагнитное поле с частотой около 1000 Гц в цепи, образованной "генератор - трубопровод - земля - генератор".

Иными словами, оборудование использует эффект распространения электромагнитных волн, которые создаются генератором, подключенным к трубопроводу, и улавливаются приемником с антенной. Таким образом формируется электромагнитное поле переменной частоты в контуре, включающем трубопровод и землю.



Рис. 3 Прибор АНПИ (РФ) для нахождения поврежденного участка изоляции

Из-за различий в омическом сопротивлении участков трубопровода происходят изменения в электромагнитном поле. Наибольшее сопротивление имеют участки с сухой теплоизоляцией. На участках с поврежденной или увлажненной изоляцией сопротивление снижается, что отражается на характеристиках электромагнитного поля. Эти вариации улавливаются антенной и приемником (оператор передвигается с ними над трубопроводом по поверхности земли).

Изменения звукового сигнала в местах нарушения изоляции воспринимаются оператором через наушники. Прибор также обладает функцией трассопоиска, позволяющей определять точное местоположение трубопровода и глубину его залегания.

Данная аппаратура особенно эффективна при поиске заиленных или затопленных участков тепловой сети.

Различия в сопротивлении изоляции разных участков трубы вызывают колебания электромагнитного поля, которые фиксируются приемником с антенной в виде звуковых сигналов, меняющихся при нарушениях изоляции. Дополнительно прибор может находить местоположение и глубину залегания трубы. Он хорошо работает на заиленных и затопленных теплосетях.

Внедрение новых методов обнаружения утечек, таких как электромагнитная локация и использование оптоволоконного кабеля, позволяет существенно повысить эффективность эксплуатации теплосетей, сократить потери тепловой энергии и снизить затраты на ремонтные работы. Это обеспечивает значительный экономический эффект для предприятий теплоснабжения. Применение современных методов диагностики позволяет значительно повысить надежность и эффективность работы систем теплоснабжения, обеспечивая при этом существенную экономию ресурсов для предприятий отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Развитие систем диагностики технического состояния тепловых сетей в ППУ изоляции, а также при канальной прокладке. Результаты практических испытаний [Электронный ресурс] URL: <https://www.rosteplo.ru> (дата обращения: 14.05.2024).

2. Контроль состояния инженерных сетей подземной канальной прокладки [Электронный ресурс] URL: <https://www.rosteplo.ru> (дата обращения: 14.05.2024).

3. Использование современных технологий при мониторинге состояния систем централизованного теплоснабжения как способ повышения надежности теплоснабжающих систем [Электронный ресурс] URL: <https://moluch.ru> (дата обращения: 15.05.2024).

4. Громов, Н.К. Городские теплофикационные системы / Н.К. Громов. - М.: Энергия, 2019. - 256 с.

5. Оборудование нового поколения, позволяющее сократить время поиска повреждений на тепловых сетях [Электронный ресурс] URL: <https://kmccorporation.ru/stati/oborudovanienovogopokoleniyapozvolyayuschee-sokratit-vremya> (дата обращения: 15.05.2024).

Перьков И.Е., Войтенко Д.С.

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

СПОСОБЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ БАСЕЙНОВ

На сегодняшний день популярность плавательных бассейнов значительно увеличилась. Особенно возник спрос на посещение современных комплексов, которые могли бы заменить несоответствующие требованиям развития современного спорта, а также морально устаревшие плавательные бассейны, построенные ещё во времена СССР.

Посещение бассейна рекомендовано абсолютно для всех возрастных групп. Дети разных возрастных категорий профессионально занимаются плаванием под руководством тренеров, мечтая побеждать на соревнованиях. Плавание является лекарством для людей. Врачи рекомендуют посещать плавательные бассейны людям с сахарным диабетом, болезнями сердца и сосудов, а также с патологиями спины. Именно поддержание требуемых параметров микроклимата является залогом безопасного занятия спортом и активного отдыха. Несмотря на комплексное использование приточно-вытяжной вентиляции, системы отопления и кондиционирования, системы водоподготовки и теплоснабжения в процессе эксплуатации возникают проблемы с сохранением необходимых параметров. Проанализируем основные причины возникновения проблем и способы их решения.

Основные проблемы несоответствия параметров микроклимата нормам в помещениях бассейнов могут включать в себя:

1. Недостаточная вентиляция и циркуляция воздуха.

В залах плавательных бассейнов наблюдается непрерывное выделение свободного хлора и его органических производных с поверхности воды в воздушную среду. Интенсивность выделения варьирует в зависимости от условий. Выделение свободного хлора является параметром, который используется для оценки необходимого уровня воздухообмена в залах аквапарков, а концентрация хлора в воздушной среде является показателем ее чистоты и не агрессивности. Ограничения для допустимых концентраций хлора в атмосферном воздухе гигиеническими нормами: максимально разовая концентрация хлора не должна превышать 0,1 мг/м³, а среднесуточная - 0,03 мг/м³.

Учитывая эти ограничения, следует осуществлять систематический контроль за содержанием хлора и его производных в воздухе. Однако в СанПиН такой контроль не предусмотрен. Рекомендуется проводить контроль содержания хлора и его органических производных в воздушной среде залов плавательных бассейнов только в двух случаях: при концентрации хлороформа в бассейновой воде более 0,2 мг/л и при наличии жалоб посетителей на "микrokлиматические условия" в зоне дыхания пловцов [1].

2. Недостаточный контроль температуры и влажности в помещении.

Влажность воздуха в помещении бассейна не должна превышать 60% [1, 2]. Недостаточное содержание влаги в воздухе в помещении, особенно в зимнее время, когда наружный воздух насыщен низким уровнем водяных паров, вызывает пересушивание слизистых оболочек и повышает вероятность простудных заболеваний. Высокий уровень влажности в воздухе, в свою очередь, уменьшает испарение через кожу и ограничивает организм в его способности регулировать температуру тела на постоянном уровне (чувство духоты).

Температура воздуха в бассейне должна быть выше температуры воды на 2-3°C. Это объясняется тем, что в процессе испарения влаги с поверхности кожи человека происходит дополнительный отвод тепла, что может вызвать ощущение холода, похожее на то, когда в помещении слишком низкая температура воздуха. Чтобы обеспечить комфортную атмосферу для людей, находящихся в бассейне, температура воздуха должна быть между 26 и 30°C [1]. Однако этот параметр также зависит от подвижности человека: чем активнее он двигается, тем больше тепла выделяет его тело.

3. Использование строительных материалов с недостаточным термическим сопротивлением. В большинстве существующих помещений, которые используются в настоящее время, не обеспечивается соответствующий микроклимат. Во время зимнего периода, когда наружная температура достигает -15°C и ниже, на стенах и потолке образуется иней [4]. Повышение температуры наружного воздуха приводит к образованию капель и оттаиванию стен. В таких помещениях с недостаточными свойствами по теплоизоляции ограждающих конструкций создается неблагоприятный микроклимат. Поэтому поиски способов обеспечения соответствующего микроклимата и необходимой теплоизоляции помещений имеют большое значение не только для обеспечения высокой производительности, но и продления срока их службы.

Основные причины этих проблем могут быть следующими:

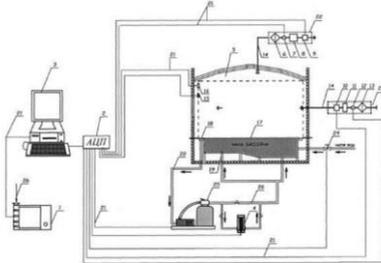
1. Недостаточное финансирование для обслуживания и модернизации систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

2. Несоблюдение стандартов и правил по обслуживанию и эксплуатации бассейнов со стороны обслуживающей компании.

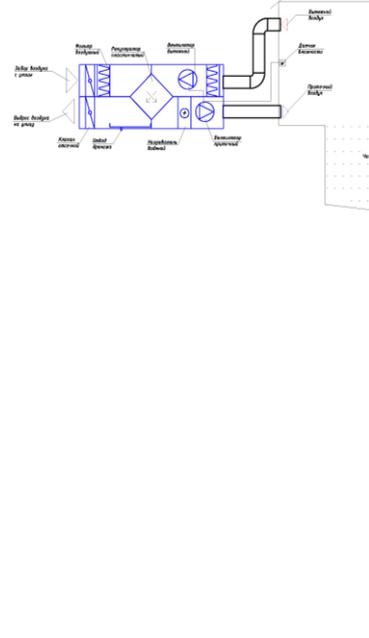
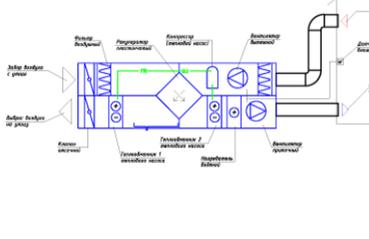
3. Недостаточное обучение персонала по правильному обслуживанию и поддержанию микроклимата в помещениях бассейнов.

4. Неэффективное управление и контроль за состоянием систем вентиляции и кондиционирования воздуха со стороны администрации.

Таблица 1 – Способы поддержания заданных параметров микроклимата в помещениях плавательных бассейнов.

Наименование способов	Схема	Особенности
<p>Автоматизированная система анализа загрязняющих веществ водной и воздушной сред плавательного бассейна</p>	 <p>1 – газовый хроматограф; 2 – аналогово-цифровой преобразователь; 3 – компьютер; 4 – система хлорирования воды; 5 – помещение плавательного бассейна; 6 – фильтр вытяжного воздуха; 7 – газовый счетчик; 8 – охладитель вытяжного воздуха; 9 – вытяжной вентилятор; 10 – приточный вентилятор; 11 – водяной калорифер; 12 – счетчик расхода приточного воздуха; 13 – фильтр наружного воздуха; 14 – воздуховод; 15 – датчик контроля влажности; 16 – датчик контроля температуры; 17 – чаша плавательного бассейна; 18 – система забора воды из бассейна; 19 – форсунки подачи воды; 20 – трубопровод; 21 – электрическая связь; 22 – вытяжная вентиляционная установка; 23 – приточная</p>	<p>Возможность контролировать температуру, относительную влажность воздуха, интенсивность испарений с водной поверхности чаши плавательного бассейна, а также концентрацию вредных веществ, находящихся в водяных парах. Высокая стоимость.</p>

	<p>вентиляционная установка; 24 – электрическая задвижка подачи водопроводной воды; 25 – система фильтрации воды; 26 – система ввода пробы.</p>	
<p>Установка системы вентиляции и осушителя</p>		<p>При комбинации осушителей воздуха с минимальным воздухообменом вентиляционных установок можно получить оптимальную влажность воздуха в бассейне. Такой принудительный тип воздухообмена с осушителем наиболее целесообразно использовать в частных бассейнах коттеджей, в отелях или учебных заведениях. Канальные осушители используют при водном зеркале более 50 м². Преимуществом данного способа является минимальная стоимость, простота монтажа и эксплуатации. Недостатком является обеспечение только санитарно-гигиенической нормы свежего воздуха, высокая температура</p>

		<p>помещения, а также повышенный расход электроэнергии летом.</p>
<p>Приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла</p>		<p>Пластиновый рекуператор экономит большое количество энергии на нагрев приточного воздуха. Также, для экономии ресурсов применяется снижение производительности установки в зависимости от влажности или частичная рециркуляция. Данная схема в силу своей экономичности и относительной простоты применяется в бассейнах всех типов.</p>
<p>Приточно-вытяжная вентиляция + рекуперация тепла + тепловой насос</p>		<p>Высокая экономичность. Данные установки применяются в частных бассейнах категории «люкс», спортивных и общественных бассейнах, аквапарках и т.п.</p>

В заключении можно отметить, что поддержание оптимальных параметров микроклимата в помещении бассейна играет важную роль для комфорта посетителей и обеспечения безопасности проведения занятий. Внедрение современных технологий и систем автоматизации позволяет эффективно управлять параметрами микроклимата, что

способствует улучшению условий для занятий и повышению уровня безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПин 2.1.2.1188-03. Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества. – Введ. 01.05.2003. - М.: ФЦГСЭН Минздрава России. – 6 с.

2. Рекомендации АВОК 7.5-2020. Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования – Введ. 17.12.2020. М.: НП АВОК, 2020. – 2 с.

3. Спирин М.К. Особенности микроклимата в бассейнах различного назначения / М.К. Спирин // Международный научный журнал «Символ науки». – 2023 – №12-1-1 – 59 с.

4. Калинина А.И. Формирование микроклимата в бассейнах с учётом характеристик ограждающих конструкций / А.И. Калинина // «Инновации и инвестиции». – 2019 – №3 – 213 с.

5. Каратаев О.Р. Автоматизированная система анализа загрязняющих веществ водной и воздушной сред плавательного бассейна / О.Р. Каратаев // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета – 2010 – 241 с.

УДК 332.8

Свирский Я.К.

Научный руководитель: Назаренко Е.И., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Система управления энергосбережением в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) представляет собой комплекс управляющих и управляемых элементов. В соответствии с системным подходом объект и субъект управления рассматриваются как единое целое, взаимодействующее с внешней средой. Объектом управления выступает энергосбережение в ЖКХ, а субъектами – соответствующие структуры на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, осуществляющие управление этим объектом [1, 2].

Управляющая подсистема разрабатывает цели и программу функционирования управляемой системы, осуществляет контроль и

регулирование процессов внедрения энергосбережения в ЖКХ. Она выполняет ключевые функции управления, такие как планирование, учет, анализ, мотивация и регулирование. Программа эффективного внедрения энергосбережения в систему ЖКХ должна соответствовать определенным срокам достижения цели.

Учет фактического состояния внедрения энергосбережения позволяет оценить его результаты. Анализ плановой и фактической информации обеспечивает количественную и качественную оценку изменений в управляемом объекте относительно программы в динамике. На основе анализа выбираются управленческие решения для устранения отрицательных отклонений и создания условий для прогрессивного развития энергосбережения в ЖКХ [3].

Регулирование в управляющей подсистеме способствует принятию и выполнению оптимальных управленческих решений на основе комплексного подхода. Это достигается путем создания условий, которые либо устраняют отрицательные причины, либо улучшают программу управляемого объекта на основе раскрытых резервов.

Мотивация участников программы энергосбережения основана на использовании материальных стимулов. Все эти функции взаимосвязаны и формируют базу технологического процесса управления системами энергосбережения в ЖКХ на различных уровнях.

Результаты исследований подтверждают целесообразность включения в структуру управляющей подсистемы управления энергосбережением в ЖКХ, помимо таких механизмов воздействия на управляемую систему, как планирование, контроль, стимулирование, координация, также и мотивации [4].

Для формирования механизмов энергосбережения в ЖКХ требуются следующие условия:

1. Создание систем мотивации с использованием экономических методов управления, что предполагает, что уменьшение потребления тепловой и электрической энергии жилым зданием при сохранении качества содержания здания должно привести к увеличению доходов жилищной организации.

2. Установление системы договорных отношений между управляющими жилищными организациями и теплоснабжающими организациями на основе пообъектного учета поставляемых ресурсов. Применение таких договоров позволит обеспечить реальный контроль за объемами потребления тепловой энергии каждым многоквартирным жилым домом и создать механизмы экономического воздействия на теплоснабжающую организацию в случае нарушений.

3. Договорные отношения должны быть установлены не только между жилищными и ресурсоснабжающими организациями, но и между собственником жилищного фонда и управляющей жилищной организацией.

4. Управление недвижимостью в жилищной сфере должно осуществляться профессиональной управляющей организацией, которая будет заключать договоры на коммунальное обслуживание с населением.

5. В договорах на управление жилищным фондом следует включать стимулы к эффективному использованию ресурсов. Например, часть экономии можно направить на материальное поощрение управляющей организации, а остальные средства – на внедрение энергосберегающих технологий.

6. Для оптимизации потребления и снижения коммунальных платежей необходимо внедрить практику планирования расходов на финансирование потребления коммунальных услуг в жилищном фонде на основе реальной потребности и установления нормативов потребления для каждого жилого дома.

Для реализации указанных механизмов энергосбережения в ЖКХ необходимо применять определенные функции управления: организацию, нормирование, планирование, координацию, мотивацию, контроль и регулирование.

Функция организации определяет структуру управляемой и управляющей подсистем, обеспечивая руководство процессом энергосбережения и целенаправленное воздействие на коллектив, реализующий данный процесс. Организация управления создает благоприятные условия для достижения целей в установленный срок с минимальными затратами ресурсов в рамках программного подхода.

Функция нормирования включает разработку количественных и качественных оценок различных элементов, используемых в процессе управления энергосбережением. Эта функция обеспечивает равномерный и эффективный ход внедрения энергосбережения.

Функция планирования определяет конкретные задачи на различные периоды и разрабатывает программы внедрения энергосбережения. Планирование влияет на активность руководства и аппарата управления.

Функция координации направлена на обеспечение согласованной работы всех участников процесса выполнения плановых заданий в структуре. Функция мотивации воздействует на персонал через различные стимулы, такие как информационная работа среди потребителей о важности ресурсосбережения, коллективные и

индивидуальные поощрительные меры и т.д. Эти меры стимулируют работу органов управления и повышают эффективность всей системы управления энергосбережением в ЖКХ. Функция контроля проявляется в выявлении, обобщении и анализе результатов деятельности, связанной с внедрением энергосбережения в ЖКХ. Она основывается на информации о выполнении плановых задач, выявлении отклонений и анализе их причин. Функция регулирования непосредственно связана с функциями координации и контроля [5].

В процессе реализации программ энергосбережения в ЖКХ возникают нарушения из-за воздействия внутренней и внешней среды. Указанные функции взаимосвязаны и образуют цикл управления, отражая содержание управления энергосбережением в ЖКХ.

Функции организации, нормирования и мотивации при управлении энергосбережением в ЖКХ остаются стабильными в течение длительного времени и меняются меньше всего под влиянием внутренних и внешних факторов.

Что касается практического внедрения энергосбережения в ЖКХ в современных российских условиях, целесообразно использовать модель делегированного управления с привлечением концессионных механизмов. Делегированное управление позволяет учитывать интересы хозяйствующего субъекта и защищать интересы собственника. Процесс передачи муниципальной собственности должен осуществляться на конкурсной основе и только квалифицированным фирмам-операторам. Фирмы-операторы, обслуживающие население по договору о делегированном управлении с местными органами власти, заинтересованы в модернизации ЖКХ и энергосбережении, так как оплата ЖКУ является надежным источником возврата вложенных средств. Это позволит повысить качество и надежность жилищно-коммунального обслуживания и сократить эксплуатационные расходы.

На основании проведенного анализа системы управления энергосбережением в ЖКХ можно сделать следующие выводы:

Управление энергосбережением в ЖКХ требует слаженной работы различных структур и организаций. Мотивационные меры, такие как информационная работа с потребителями и поощрительные системы, способствуют активизации работников и повышению эффективности управления.

Контрольные функции позволяют отслеживать выполнение плановых задач и выявлять отклонения, что важно для коррекции стратегии управления. Регулирование процессов связано с

координацией и контролем и направлено на поддержание стабильности в реализации программ энергосбережения.

Функции управления взаимосвязаны и образуют цикл, отражающий содержание управления энергосбережением в ЖКХ. Практическое внедрение энергосберегающих мер в ЖКХ в современных условиях России требует использования модели делегированного управления с участием концессионных механизмов.

Эффективное управление энергосбережением в ЖКХ может привести к повышению качества обслуживания и сокращению эксплуатационных расходов, что является важным фактором для обеспечения устойчивости жилищно-коммунального сектора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларионова, Ю.В. Система управления энергосбережением в жилищно-коммунальном хозяйстве: вопросы разработки и внедрения / Ю.В. Ларионова, П.Д. Янц // Экономика и управление народным хозяйством. — 2013. — № 1. — С. 14-23.

2. Рябчевский, И.С. Управление жилищным фондом в условиях реформирования жилищно-коммунального хозяйства / И.С. Рябчевский, И.А. Чесноков // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова: Сборник докладов. — Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2023. — С. 277-281.

3. Глаголев, Е.С. Эффективное воспроизводство жилищного фонда России / Е.С. Глаголев, Л.А. Сулейманова, М.В. Марушко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2017. — № 10. — С. 98-104.

4. Сиваев, С.Б. Институциональные проблемы повышения энергоэффективности жилищного и бюджетного секторов / С.Б. Сиваев, Д.П. Гордеев, Т.Б. Лыкова, А.Ю. Родионов // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера. — 2011. — № 10. — С. 19-29.

5. Ельцов, В.Н. Задачи реформирования жилищно- коммунального комплекса России / В.Н. Ельцов // Национальные проекты. — 2007. — № 6. — С. 32-34.

Старенкова М.В.

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

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА РАБОТУ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ И СПОСОБЫ ИХ ОЧИСТКИ

Сокращение ключевых запасов ископаемого топлива и загрязнение окружающей среды поспособствовали к переходу к альтернативным источникам энергии. Одним из таких является солнечная энергия- наиболее доступный и возобновляемый ресурс.

Солнечная выработка электроэнергии считается энергоэффективной и экологически чистой. Однако, несмотря на все преимущества солнечных батарей, имеются и недостатки при их эксплуатации. Например, чувствительность рабочей поверхности к загрязнениям. [1]

В данной статье будет рассматриваться влияние различных загрязнений на функциональность солнечной панели и эффективные способы их очистки. К загрязнениям относят элементы, препятствующие попаданию солнечных лучей на панели, а именно: *пыль, пепел, грязь, соль, песок, осадки с разнообразными веществами и микроэлементами.*

Большинство солнечных панелей устанавливаются в южных, жарких регионах, где их наиболее выгодно использовать, но из-за этого панели быстро покрываются пылью. Это является серьезной проблемой – всего за один месяц она может снизить мощность фотоэлектрических панелей на целых 30%. [2] Помимо этого, регулярная очистка солнечных батарей продлевает срок их эксплуатации. Скопление грязи и загрязнений может по истечению некоторого времени повредить стекло модуля, что приведет к дорогостоящему ремонту и необходимости преждевременной замены панелей.

При подборе чистящих средств для солнечных панелей не допустимо использование материалов, которые могут повредить поверхность панелей (запрещено использование жестких тряпок и высокого давления воды).[3] Потому что любые царапины и повреждения окажут непосредственное влияние на работу солнечных батарей.

Первый способ: ручная химическая очистка - осуществляется с помощью бархатной швабры с длинной ручкой и специальным

чистящем средством, которые не повредят герметизирующий слой и алюминиевую раму. Так же не стоит забывать, что до начала очистки, следует отключить панель от всех подключенных приборов.

Второй способ: ручная механическая очистка - обработка поверхности модуля, с помощью шланга с низким давлением воды и безворсовой губкой. Данную операцию следует проводить несколько раз в год, желательно не в жаркие дни, т.к. воды быстро высохнет и оставленные разводы помешают правильной работе панелей.

Третий способ: уборка роботом - осуществляется с помощью определенной системы щеток, которая способна адаптироваться к разным формам панелей. Автоматизированная система, способная распознавать загрязнения с помощью датчиков цвета и влажности.

Автономный робот-уборщик SandStorm (Рис.1) использует систему специальных щеток для удаления пыли и мусора с рядов панелей на крупных солнечных фермах Reiwa Engine.



Рис. 1 Автономный робот-уборщик SandStorm

Scrobby (Рис.2) не требуется ни внешнего источника питания, ни воды для очистки, так как он получает все из окружающей среды. [4] Солнечная панель обеспечит зарядку батарей робота, и кроме того он имеет емкость для сбора и хранения дождевой воды, а это означает, что он может быть по-настоящему независимым и автономным устройством.



Рис. 2 Прототип автономного робота Scrobby

Четвертый способ: очистка пыли электричеством- осуществляется с помощью электростатического отталкивания. Это происходит за счет передачи электрического заряда от металлического стержня к пыли (электродом проходят над поверхностью панели) и подачи такой же полярности заряда на панель. Благодаря чему возникает кулоновское отталкивание и частицы пыли фактически отскакивают от поверхности модуля. Этот способ позволяет снизить расход воды на 10%, а также пресечь повреждения солнечных панелей. [5]

Таким образом, своевременная очистка солнечных панелей любым из способов позволит увеличить энергоэффективность ее работы. Чем лучше будет состояние поверхности модуля, тем быстрее окупятся инвестиции, вложенные в нее. [6]

Еще одним основанием для очистки является визуальный осмотр. Он позволяет рассмотреть панели и оценить их внешний вид, обнаружить повреждения, которые могли бы остаться незамеченными, и со временем ухудшили бы ее работу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поляков, В.А. Солнечный коллектор в системах энергосбережения / В.А. Поляков, С.Н. Бегдай // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 5. – С. 151-154.

2. Ученые нашли способ очистки солнечных батарей без воды и щеток - Текст: электронный // РБК Тренды: [сайт] – 2022 - URL: <https://trends.rbc.ru>

(дата обращения 17.09.2023)

3. Очистка солнечных панелей. Автоматизированная установка - Текст: электронный // Старт в науке: [сайт] – 2023 - URL: <https://school-science.ru/18/22/54254> (дата обращения 18.09.2023)

4. Scrobby – робот для очистки солнечных панелей - Текст: электронный // Робототехника в России и в мире: [сайт] – 2014 - URL: <https://robogeek.ru> (дата обращения 20.09.2023)

5. Солнечные батареи и вода: можно ли очистить фотоэлементы в космосе от пыли и если да, как обойтись без H₂O - Текст: электронный // Хабр: [сайт] – 2023 - URL: <https://habr.com> (дата обращения 20.09.2023)

6. Как чистить солнечные панели H₂O - Текст: электронный // EbioNews: [сайт] – URL: <https://ebionews.com> (дата обращения 23.09.2023)

УДК 004.942

Старченко С.Ф.

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

СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Для создания энергоэффективных зданий с использованием BIM-моделирования необходимо учитывать множество факторов, начиная от выбора материалов и конструкций до оптимизации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. BIM-моделирование позволяет проводить анализ энергопотребления здания на ранних стадиях проектирования, что позволяет выявить и устранить потенциальные проблемы и оптимизировать эффективность здания [1].

Одним из ключевых аспектов при создании энергоэффективных зданий является правильное использование BIM-моделирования для оптимизации теплотехнических характеристик здания. Это позволяет не только уменьшить энергопотребление здания, но и снизить эксплуатационные расходы на обогрев и кондиционирование воздуха. Благодаря BIM-моделированию можно провести тщательный анализ здания, оптимизировать его форму и расположение, выбрать наиболее эффективные материалы для утепления и обеспечения теплоизоляции [2].

Кроме того, BIM-моделирование позволяет учитывать различные климатические условия и особенности местоположения здания при проектировании. Это позволяет создавать здания, которые максимально адаптированы к окружающей среде и минимизируют свой отпечаток на

природу. Объединение BIM-моделирования с современными технологиями управления энергопотреблением позволяет создавать здания, которые не только эффективно используют энергию, но и взаимодействуют с окружающей инфраструктурой для оптимизации своего энергетического потребления.

Таким образом, BIM-моделирование играет ключевую роль в создании энергоэффективных зданий, позволяя проектировщикам и архитекторам учитывать широкий спектр параметров и факторов для создания зданий, которые являются не только комфортными для жильцов, но и устойчивыми к изменениям климата и экологически чистыми. Для создания энергоэффективных зданий с использованием BIM-моделирования необходимо учитывать множество факторов, начиная от выбора материалов и конструкций до оптимизации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. BIM-моделирование позволяет проводить анализ энергопотребления здания на ранних стадиях проектирования, что позволяет выявить и устранить потенциальные проблемы и оптимизировать эффективность здания.

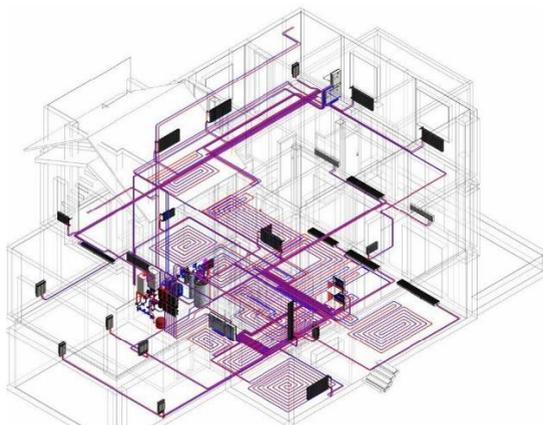


Рис.1 BIM-модель системы отопления жилого дома в г. Москва

«Зелёные», энергоэффективные, «нулевые», экоустойчивые — всё это различные названия зданий, оказывающих минимальное воздействие на окружающую среду. Можно спорить о том, что входит в понятие «зелёное здание», однако очевидно одно — объект недвижимости, который претендует на такое наименование в любом его понимании, в первую очередь должен быть правильно спроектирован.

Существует три способа снижения ресурсопотребления зданий. В первую очередь это применение энергоэффективных конструкций и

строительных материалов. Вкупе с использованием возобновляемых источников энергии данная мера позволяет добиться снижения ресурсопотребления более чем в два раза [4].

Другой комплекс мер — это использование энергоэффективных инженерных решений и высокопроизводительного оборудования. Инженерная инфраструктура обладает значительным потенциалом энергосбережения: так, только на систему отопления, вентиляции и кондиционирования приходится до 85% всего ресурсопотребления здания. А существующие технологии оптимизации инженерных решений могут привести к снижению общего энергопотребления на 20—50%.

И, наконец, благодаря компьютерному управлению оборудованием в здании потребление электроэнергии и других ресурсов может быть снижено примерно на 5—20% (сокращение расхода ресурсов достигается за счет того, что оборудование под управлением автоматики используется только по потребности). Исходя из этих цифр очевидно, что достичь действительно значительного сокращения ресурсопотребления можно только при комплексном подходе, который включает в себя разработку энергоэффективных архитектурного и инженерного проектов, а также внедрение системы интеллектуального управления [5].

При комплексном проектировании энергоэффективного здания необходимо принимать в расчет значительное количество параметров, среди которых — климатические особенности местности, ориентация будущего здания по сторонам света, характеристики устанавливаемого оборудования и материалов, возможные сценарии компьютерного управления системами отопления, вентиляции, кондиционирования, освещения и пр.

Чтобы обоснованно выбрать оптимальное проектировочное решение, необходимо принимать в расчет весь массив данных, имеющих отношение к показателям энергоэффективности. В классических системах проектирования подобная информация не отображается и не анализируется, соответственно, провести оценку энергоэффективности проекта весьма непросто.

Радикально упростить задачу проектирования энергоэффективных зданий позволяет технология информационного моделирования зданий, или BIM (от Building Information Modelling). BIM позволяет создавать высокодетализированные трехмерные модели здания, максимально обогащенные информацией: данными о показателях теплопроводности строительных материалов, техническими характеристиками оборудования и пр.

В рамках одной информационной модели могут параллельно разрабатываться все архитектурные, конструктивные и инженерные решения; при этом изменение одного элемента BIM-модели автоматически приводит к корректировке всех связанных с ним элементов [6].

Такая согласованность вкпе с большим объёмом данных, обрабатываемых в реальном времени, позволяет быстро просчитать воздействие того или иного проектировочного решения на всю модель. При работе по технологии информационного моделирования концептуальный анализ энергоэффективности здания можно производить уже на самом раннем этапе, когда существует лишь архитектурный эскиз.

Что это означает на практике? К примеру, существует несколько вариантов компоновки холодильной установки. Занося в BIM-модель различные варианты, проектировщик видит, какой из них наилучшим образом сказывается на энергопотреблении здания, и в конечном итоге отбирает оптимальный способ размещения оборудования. Аналогичным образом происходит выработка лучших с точки зрения энергоэффективности решений по системе освещения, по запрограммированным сценариям работы системы отопления и пр.

Стоит оговориться, что BIM — всё же не «волшебная палочка», которая моментально решает все проблемы, связанные с проектированием энергоэффективных зданий. Создать подобный проект с помощью BIM способны лишь высококвалифицированные проектировщики, обладающие как навыками работы в системах информационного моделирования, так и глубокими знаниями в области энергоэффективности.

Внедрение технологии BIM требует значительных вложений и усилий, поэтому в России она пока применяется единичными проектными организациями. Одним из отечественных пионеров BIM является компания INTELVISION, специализирующаяся на комплексном проектировании и строительстве энергоэффективных зданий и систем интеллектуального управления инженерными и IT-системами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старченко С.Ф., Шерemet E.O. Анализ программных продуктов для перехода от BIM к BEM-технологиям энергомоделирования. Научеомкие технологии и инновации (XXV научные чтения). Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгород, 2023. С. 62-64.

2. Исанова А.В. Обеспечение теплового комфорта в жилых комплексах повышенной этажности // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2018. № 2 (5). С. 47-52.

3. ЕМИСС Государственная статистика. Общая площадь введенных зданий [сайт]. Россия, 2021 - URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40560>

4. Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 (ред. от 26.07.2019) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"

5. Султанова А.Д. Особенности технологии информационного моделирования зданий (BIM-технологии) - Текст: непосредственный // Научный журнал Modern Science. - Москва, 2019. - ISSN: 2414-9918, №3. с.389-391

6. Д.С. Королев, А.В. Липатова BIM-технологии при эксплуатации зданий и сооружений. Внедрение технологии информационного моделирования в сфере ЖКХ- Текст: непосредственный / / Научный журнал Master'S Journal. - Пермь: ПНИПУ. -2019, №2. с.56-68

УДК 628.1

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*

НОВЫЕ ТРЕНДЫ В РАЗВИТИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ: КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

В настоящее время электротехника переживает революцию благодаря новым технологиям, которые меняют способы передачи, хранения и использования энергии. Важными трендами в развитии электротехники являются квантовые технологии и высоковольтные системы передачи энергии. Разработки в этих областях открывают новые возможности для энергетики и электрических систем, которые могут привести к революционным изменениям в будущем.

Одним из наиболее перспективных направлений в современной электротехнике являются квантовые технологии. Квантовая электроника и квантовые компьютеры представляют собой новый подход к обработке информации и управлению электропотоками на

основе явлений квантовой механики. Эти технологии обещают значительное улучшение в эффективности работы систем и устройств, а также открывают новые возможности для разработки более мощных и компактных устройств с минимальным потреблением энергии [1].

Квантовые технологии также могут изменить подход к передаче и распределению энергии. Разработка квантовых сенсоров и устройств для мониторинга и управления состоянием энергетических систем позволит создать более эффективные и надежные сети передачи энергии. Кроме того, использование квантовых явлений может повысить безопасность и стабильность энергосистем, обеспечивая более точное управление энергетическими потоками [2].

Еще одним важным трендом являются высоковольтные системы передачи энергии. С увеличением спроса на энергию и развитием рынка возобновляемых источников энергии, становится необходимым создание более эффективных и мощных систем передачи электроэнергии. Высоковольтные системы позволяют передавать большие объемы энергии на длинные расстояния с минимальными потерями, что особенно актуально для удаленных районов и мегаполисов [3].



Рис. 1 Высоковольтные системы передачи энергии

Развитие инфраструктуры высоковольтной передачи энергии также способствует интеграции новых источников энергии, таких как ветровые и солнечные электростанции, в общую сеть. Это позволяет снизить зависимость от традиционных источников энергии и увеличить долю возобновляемых источников в общем энергетическом балансе. Благодаря высоковольтным системам передачи энергии энергетическая

система становится более гибкой и устойчивой к изменениям погоды и спроса на энергию [5].

Квантовые технологии и высоковольтные системы передачи энергии продолжают активно развиваться, открывая новые возможности для современной электротехники. Квантовые компьютеры, способные обрабатывать огромные объемы данных параллельно и решать задачи, недоступные для классических компьютеров, станут все более распространенными. Это приведет к прорывам в области криптографии, материаловедения, медицины и других отраслей.

Высоковольтные системы передачи энергии будут играть ключевую роль в создании устойчивой и эффективной энергетической инфраструктуры. Развитие смарт-сетей и цифровизация сетевого управления позволяют более точно регулировать распределение энергии и увеличить энергоэффективность системы в целом.

Интеграция энергии из различных источников, включая возобновляемые источники, станет все более важной для обеспечения устойчивого развития энергетики. Новые технологии хранения энергии, такие как батареи и системы управления нагрузкой, помогут балансировать колебания в производстве и потреблении энергии, что сделает систему более надежной и устойчивой к возмущениям.

В целом, будущее электротехники обещает ряд инноваций, которые изменят нашу жизнь и повлияют на многие аспекты повседневной деятельности. Успешное внедрение новых технологий требует совместных усилий от инженеров, ученых, бизнес-лидеров и государственных органов, чтобы создать энергетическую систему будущего, которая будет устойчивой, эффективной и удовлетворять все потребности общества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобрышов, А. М. Инновационные энергосберегающие технологии в электроэнергетике. Оценка эффективности и стимулирование капитальных вложений : монография / А. М. Бобрышов, Э. М. Косматов, В. Ш. Теляшова ; ред. Е. Э. Овчарова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 111 с.

2. Электротехнические и конструкционные материалы : учеб. пособие для средних проф. образоват. учреждений / ред. В. А. Филиков. - Москва : Высшая школа, 2001. - 276 с.

3. Основы метрологии и электрические измерения : учеб. для вузов / Б. Я. Авдеев, Е. М. Антонюк, Е. М. Душин ; ред. Е. М. Душин. - 6-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Энергоатомиздат, 1987. - 480 с.

4. Основные тенденции развития высоковольтных статических преобразователей для пассажирских вагонов / Г. Г. Гомола [и др.]. - [Б. м.], 2009 // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ). - 2009. - № 4. - С. 8-14.

5. Планирование развития энергосистем. Передача энергии постоянным током высокого напряжения : пер. докл. Междунар. конф. по большим электрическим системам / ред.: В. А. Веников, В. В. Худяков. - Москва : Энергоатомиздат, 1986. - 231 с.

УДК 628.1

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*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Исследование электрических машин и преобразователей играет ключевую роль в развитии современных технологий. В современном мире электрификация является одним из основных трендов, и электрические машины и преобразователи являются важной составляющей в этом процессе. Рассмотрим, как исследования в этой области способствуют развитию современных технологий.

Исследования в области электрических машин направлены на повышение энергоэффективности, увеличение мощности, снижение размеров и веса устройств. Современные технологии позволяют создавать более компактные и эффективные электрические машины, что особенно важно в различных отраслях промышленности, в том числе в автомобильной, аэрокосмической и энергетической сферах [1].

Преобразователи электрической энергии также являются важным звеном в современных технологиях. Исследования в этой области направлены на создание более эффективных и надежных устройств, способных обеспечить точное управление энергией. Применение современных преобразователей позволяет реализовать различные инновационные проекты, такие как развитие возобновляемых источников энергии, умных сетей и электротранспорта [2].

Исследования в области электрических машин и преобразователей включают в себя работы по созданию новых материалов, методов

проектирования, технологий изготовления и управления. Например, развитие нанотехнологий и использование новых материалов позволяют существенно улучшить характеристики электрических машин и преобразователей [3].

Важной областью исследований является повышение уровня автоматизации и цифровизации электрических машин и преобразователей. Развитие систем управления, обработки данных и искусственного интеллекта помогает создать более умные и эффективные устройства, способные адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации. [4]



Рис. 1 Процесс обмотки электрических машин

Одним из ключевых направлений исследований в данной области является разработка электромеханических систем для электротранспорта. Электрические машины и преобразователи имеют решающее значение для создания эффективных и экологически чистых транспортных средств. Например, развитие силовых электронных устройств позволяет создавать мощные электродвигатели для электрических автомобилей, что способствует переходу к устойчивой мобильности [5].

Исследования в области электрических машин также направлены на повышение надежности и долговечности устройств. Развитие новых методов диагностики и контроля позволяет своевременно выявлять проблемы и предотвращать аварийные ситуации. Это особенно важно для критических применений, таких как энергетика, медицинская техника и транспорт [6].

Современные исследования также уделяют внимание улучшению энергетической эффективности электрических машин и преобразователей. Разработка энергосберегающих технологий и систем

управления позволяет сокращать потребление электроэнергии и снижать вредные выбросы в окружающую среду.

Таким образом, исследования в области электрических машин и преобразователей играют важную роль в создании инновационных технологий, способствующих развитию устойчивого и эффективного общества. Решения, разрабатываемые в этой области, имеют широкий спектр применений и способствуют современным тенденциям в энергетике, транспорте, промышленности и других сферах жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. А. Погонин. Технология изготовления и сборки коллектора с использованием математического моделирования / А. А. Погонин, Т. А. Дуюн // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2003. - N 7. - С. 51-53.
2. Костенко М. П. Электрические машины : учеб. для вузов / М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский. - 2-е изд. - Ленинград : Энергия, 1964 - 1965.-548 с.
4. Загорский, А. Е. Регулируемые электрические машины переменного тока / А. Е. Загорский. - Москва : Энергоатомиздат, 1992. - 288 с.
5. Чье, Ен Ун. Схемотехника преобразователей частоты для электротехнологических установок : [монография] / Ен Ун Чье, А. Б. Шеин, Е. Б. Шеин. - Хабаровск : Издательство ТОГУ, 2014. - 92 с.
6. Электрические машины (преобразователи). Открытия, изобретения, история : справочник / сост.: Е. Е. Антонов, Е. И. Антонов. - Белгород : Издательство БелГУ, 2008. - 94 с.

УДК 628.1

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*

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОТ СБОЕВ И АВАРИЙ

Электроэнергетические системы играют ключевую роль в обеспечении надежного электроснабжения социальных и промышленных объектов. Однако, такие системы подвержены различным видам сбоев и аварийных ситуаций, которые могут вызвать

простои и значительные потери. Для обеспечения стабильной работы и безопасности электроэнергетических систем разрабатываются и применяются эффективные методы защиты.



Рис. 1 Электроэнергетические системы

Анализ уязвимостей электроэнергетических систем.

Первый шаг в разработке эффективных методов защиты - это проведение анализа уязвимостей системы. Это позволяет идентифицировать потенциальные угрозы, определить точки отказа и рассмотреть возможные причины аварий.

Профилактические меры[1].

Одним из ключевых направлений защиты электроэнергетических систем является внедрение профилактических мер. Это включает в себя регулярное техническое обслуживание, мониторинг параметров системы, обучение персонала и разработку экстренных планов действий.

Защитные релейные устройства.

Применение современных защитных релейных устройств играет важную роль в обеспечении безопасности электроэнергетических систем. Релейная защита способна быстро реагировать на отклонения от нормы и инициировать соответствующие меры по предотвращению аварий[2].

Автоматизированные системы управления.

Интеграция автоматизированных систем управления позволяет проводить диагностику работы системы в реальном времени, оперативно реагировать на неполадки и автоматически вводить в действие меры защиты.

Использование систем управления нагрузкой.

Одним из способов защиты электроэнергетических систем от перегрузок и сбоев является использование систем управления нагрузкой. Эти системы позволяют динамически распределять нагрузку между различными узлами системы в зависимости от их текущего состояния, что способствует равномерному распределению нагрузки и предотвращению перегрузок[3].

Использование систем мониторинга и диагностики.

Внедрение систем мониторинга и диагностики позволяет оперативно получать информацию о состоянии всех элементов электроэнергетической системы. Это позволяет выявлять потенциальные проблемы на ранних стадиях и принимать меры по их устранению до возникновения критических ситуаций.

Обучение персонала.

Одним из ключевых элементов успешной защиты электроэнергетических систем является обучение персонала. Обученные специалисты могут оперативно реагировать на отклонения от нормы, проводить необходимые диагностику и устранять проблемы, что существенно снижает риск возникновения аварий[4].

Разработка планов действий в чрезвычайных ситуациях.

Эффективная защита электроэнергетических систем требует разработки четких и гибких планов действий в случае чрезвычайных ситуаций. Это помогает минимизировать временные потери при возникновении аварии и обеспечивает быстрое восстановление работы системы.

Эффективные методы защиты электроэнергетических систем играют важную роль в обеспечении их надежной работы и безопасности. Использование современных технологий, систем управления и профессионально подготовленного персонала помогает предотвращать аварийные ситуации и обеспечивать бесперебойное электроснабжение[5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирилина, О. И. Переходные процессы в электроэнергетических системах : лабораторный практикум : учебное пособие для студентов направления подготовки 13.03.02-Электроэнергетика и электротехника / О. И. Кирилина, Е. В. Жилин, Н. Ю. Саввин. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. - 42 с.

2. Надежность систем энергетики и их оборудования. Т.1: Справочник по общим моделям анализа и синтеза надежности систем энергетики / под ред. Ю. Н. Руденко. М. : Энергоатомиздат, 1994- 480 с.

3. Белотелов А. К. Пути повышения надёжности функционирования устройств релейной защиты и автоматики / А. К. Белотелов // Электричество. - 1999- 324с.

4. Бронштейн Р. А. Методы оценки надёжности управляющих устройств противоаварийной автоматики / Р. А. Бронштейн, М. Н. Розанов, И. Б. Федяев // Труды ВЭИ, 1972- 165с.

5. Чебан, В. М. Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях : учеб. пособие / В. М. Чебан, А. К. Ландман, А. Г. Фишов. - Москва : Высшая школа, 1990. - 144 с.

УДК 621.311

Шайхутдинова А.М.

Научный руководитель: Марьян Г.Е., канд. техн. наук, ст. преп.

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

На данный момент наблюдается ориентированность на автоматизацию различных технологических операций, в том числе в энергетике. Автоматизация некоторых технологических процессов (мониторинг и диагностика подстанций) обладает определённым рядом достоинств: сокращение затрат на периодические выезды для проведения диагностики; своевременное выявление дефектов и ненормальных режимов работы подстанции.

По оценкам аналитиков, предварительные затраты на оснащение цифровыми устройствами [1] подстанций не превышают стоимости традиционных решений для построения систем автоматизации подстанций.

Стоит отметить ряд технических и экономических преимуществ [2], таких как: оперативность запуска, удобство эксплуатации и обслуживания; унифицированная платформа для обмена и администрирования данных на базе протокола МЭК 61850; самодиагностика всей системы; предупреждение аварий;

непродолжительное время восстановления работоспособности системы.

Определим функционал нейросетей на предприятиях электроэнергетики:

– Прогнозирование нагрузок: существуют грубые алгоритмы прогнозирования нагрузок, такие как: усреднение фактических профилей за четыре предшествующих дня и суммирование мощностей от всех электроприёмников с учетом коэффициента пользования. Наиболее точными являются статистические методы прогнозирования – регрессионные модели (коэффициенты подбираются по функциональной зависимости потребления от времени) и от температуры окружающего воздуха (полином невысокой степени). Чтобы увеличить точность дополнительно используются нейронные сети [3];

– Оценка и прогнозирование технического состояния энергетического оборудования: прогноз позволяет рассчитать техническое состояние оборудования или полезное время работы. Современные технологии интернета вещей позволяют автоматически формировать в реальном времени большие потоки достоверных значений первичных характеристик состояния оборудования, и для их обработки требуются вычислительные модули, способные оперативно выдавать заслуживающие доверия оценки и прогнозы. Существуют методики очень грубой оценки индикаторов технического состояния путем простых алгебраических преобразований первичных характеристик, однако их нельзя считать удовлетворительными для высокотехнологичных ЭС. В свою очередь, традиционные физико-математические модели подходят плохо, поскольку они в основном рассчитаны на режим постобработки (офлайн). Кроме того, практически невозможно построить физически достоверную модель возникновения сбоев в оборудовании сложной конструкции с учетом всех влияющих факторов и условий его функционирования. Возникает естественное поле для применения машинного обучения и нейросетей [4].

А что касается недостатка обучающих примеров, то его обходят, привлекая технологии обучения без учителя (на базе автокодировщиков и машин Большмана), позволяющие идентифицировать сбои как статистические аномалии входного потока без какой-либо априорной информации о них. Следуя условной аналогии между нейросетью и человеческим мозгом, можно сказать, что обучение оценке технического состояния без учителя наделяет компьютер хорошо развитой у опытного эксплуатирующего персонала способностью

«нутром чувствовать, что оборудование работает неправильно»;

– Диагностика отказов: Диагностика отказов в ЭС состоит в определении места короткого замыкания, его вида и максимального отклонения напряжения от допустимого. Диагностика естественным образом сводится к анализу профилей напряжения на шинах в небольшой временной окрестности момента отказа с учетом конфигурации ЭС (рис.1).

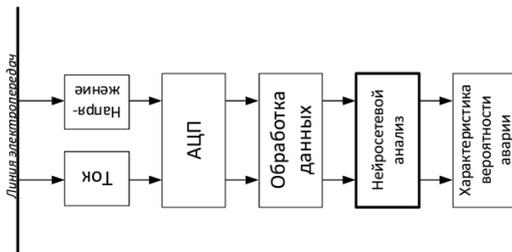


Рис.1. Структура системы прогнозирования аварии на ЛЭП

Процедуру такого анализа можно описать как задачу распознавания образов на профилях, поэтому он еще с 1990-х гг. рассматривается как естественная область применения нейросетей. Однако реальные РЭС имеют такой масштаб, что нейросетевой анализ отказов на них требует очень больших вычислительных ресурсов. Поэтому осязаемые перспективы его практического применения появились лишь в последнее время благодаря развитию технологий глубокого обучения и их аппаратной базы.

Дополнительно при помощи нейросетей решаются задачи типа верификации топологии ЭС, разложения интегральных профилей потребления на профили отдельных энергоприемников (деагрегации) и т.п [5]. Еще более перспективным представляется применение нейросетей для прогнозирования структурных катастроф [6] ЭС – эксцессов, основной ущерб от которых вызван не отказом какого-либо отдельного элемента, а каскадным разрушением взаимосвязей между элементами («эффект домино»). Хотя такие катастрофы немногочисленны, ущерб от них настолько велик [7], что любой вклад в повышение достоверности их предсказания имеет большое социальное и экономическое значение.

Физико-математические модели структурных катастроф очень трудоемки в разработке и решении ввиду большого числа разноплановых влияющих факторов и негладкого/разрывного характера моделируемых зависимостей, а база наблюдений за такими

катастрофами невелика, поэтому можно предположить, что для их прогнозирования целесообразно будет применять нейросети с обучением без учителя. Однако практическая реализация этого подхода требует значительного объема дальнейших исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шилкин Д.В., Маслова Г.Д. Возможности интеллектуальных приборов учета в борьбе с хищениями электроэнергии // В книге: Электроэнергетика. Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: материалы конференции. В 6-ти томах. г. Иваново, 2022. С. 13.

2. Маслов И.Н., Халиева А.М., Файзуллина Г.И. Расчет экономического эффекта от внедрения интеллектуальных приборов учета электроэнергии // В сборнике: Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2021. С. 263-266.

3. Ковалев, С. П. Применение нейронных сетей глубокого обучения в математическом обеспечении цифровых двойников электроэнергетических систем / С. П. Ковалев // Системы и средства информатики. – 2021. – Т. 31, № 1. – С. 133-144. – DOI 10.14357/08696527210111. – EDN NQPUXR.

4. Хаханов, В.И., Щерба, О.В. Применение искусственных нейронных сетей для диагностирования цифровых сетей / В.И. Хаханов, О.В. Щерба // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2010. - № 5 (46), - С. 15-20.

5. Халиева А.М., Баранов А.А. Мониторинг потребления тепловой и электрической энергии в энергетике // В сборнике: Тинчуринские чтения - 2021 "Энергетика и цифровая трансформация". Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2021. С. 198-201.

6. Гиниятов А.Р., Маслов И.Н. Обеспечение качества электроэнергии с помощью оптимизатора энергопотребления // В сборнике: 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. 69-71.

7. Maslov I., Maslova G., Ishalin A., Novoselova M. Power quality

assurance with balancing transformers 10/0.4kw // В сборнике: Proceedings
- ICOECS 2021: 2021 International Conference on Electrotechnical
Complexes and Systems. 2021. С. 555-558.

Оглавление

Авсюнова А.В., Нагорная С.Д.

КАК КАЧЕСТВО ВОДЫ ВЛИЯЕТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ..... 3

Артемова К.А., Баранова В.С., Давиденко М.В.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД..... 8

Артемова К. А., Баранова В.С.

ВЫБОР ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ 11

Артемова К.А.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОМАШНЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ..... 13

Быковский С.С.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РЕКУПЕРАТОРОВ НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕГО ОТОПИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА..... 16

Гарифянова Л.А.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ 19

Ефремова М.Е.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ «ЗЕЛЁНЫХ» ЭКРАНОВ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ..... 22

Заика Д.С.

МИКРОКЛИМАТ ТЕПЛИЦЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ 26

Заика Д.С.

ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦ И ОРАНЖЕРЕЙ 29

Маховицкий В.Г.

КОМПЛЕКС ЭНЕРГОАУДИТА ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОТЕЛЬНЫХ 34

Миниханова А.Р.	
СПОСОБЫ ЭКОНОМИИ НА УСЛУГАХ ЖКХ	40
Московкин Д.Н.	
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОФИЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ В КОНСТРУКЦИИ РОТОРА ДАРЬЕ ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ	43
Паньков Н.С., Мордовин К.С., Рылов И.В.	
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ	46
Перьков И.Е., Войтенко Д.С.	
СПОСОБЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ БАССЕЙНОВ	50
Свирский Я.К.	
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	55
Старенкова М.В.	
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА РАБОТУ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ И СПОСОБЫ ИХ ОЧИСТКИ	60
Старченко С.Ф.	
СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ	63
Хвостова П.В., Догонина А.О.	
НОВЫЕ ТРЕНДЫ В РАЗВИТИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ: КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ	67
Хвостова П.В., Догонина А.О.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	70
Хвостова П.В., Догонина А.О.	

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОТ СБОЕВ И АВАРИЙ 72

Шайхутдинова А.М.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ
ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ И
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ 75