

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



Сборник докладов

Часть 3

Инновации и энергосбережение при обслуживании зданий и инженерных энергосистем

Белгород

13-14 октября 2022 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

**XIV Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»: эл. сборник
докладов [Электронный ресурс]:** Белгород:
М 43 БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. – Ч. 3. – 69 с.

ISBN 978-5-361-01063-9

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

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

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01063-9

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022

Оглавление

Выприцкий С.А.

СПОСОБЫ ОТВОДА ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ОТ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ..... 5

Громов Н.А., Коротков И.В., Шишков С.П.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ..... 7

Громов Н.А., Коротков И.В., Шишков С.П.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ..... 13

Доценко Д.Ю., Кошлич Ю.А., Гребеник А.Г., Коротков И.В.

ОПЕРАТИВНЫЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ 17

Елистратова Ю.В., Елистратов Д.В., Нежурин В.В.

АКТУАЛЬНОСТЬ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ 23

Елистратова Ю.В.¹, Моисеева Е.В.², Бараненко Д.Ю.¹

АНАЛИЗАТОР ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ КАК СТРУКТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА..... 27

Заика Д.С.

СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ТЕПЛИЦАХ ДЛЯ ЦВЕТОВ..... 31

Ильченко М.Е.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЗДАНИЯХ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ 36

Коновалова А.А., Галкина С.М.

СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ ЖКХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРА 40

Кошлич Ю.А., Буханов Д.Г., Коротков И.В.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ В
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ 44

Свирин М.В.

МЕТОДЫ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
МИКРОКЛИМАТА СИСТЕМАМИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ 49

Сибирцев Д.А. Погребняк К.Э.

АНАЛИЗ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СТРОИТЕЛЬСТВА
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА..... 53

Смирнов Н.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГАЗАЦИИ
ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ 58

Чуйко В.В.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РАДИАТОРА ОТОПЛЕНИЯ С
РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ТЕПЛООБМЕНА 61

Ярышева Ю.И.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА
СУХИХ ГРАДИЛЬНЯХ 66

Вырицкий С.А.

*Научный руководитель: Ефремова Т.В., канд. техн. наук, доц.
Волгоградский государственный технический университет, Институт
архитектуры и строительства, г. Волгоград, Россия*

СПОСОБЫ ОТВОДА ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ОТ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

Правильная эксплуатация газовых приборов –одно из условий создания комфортной среды для жизнедеятельности человека. Грамотно спланированная организация удаления продуктов сгорания играет первостепенную роль. Системы воздухоподачи и удаления продуктов сгорания могут проектироваться по следующим схемам:

- с коаксиальным (совмещенным) устройством воздухоподачи и удаления продуктов сгорания;
- встроенными или пристроенными коллективными воздуховодами и дымоходами;
- с отдельным устройством воздухоподачи и удаления продуктов сгорания встроенными или пристроенными коллективными воздуховодами и дымоходами;
- с индивидуальным воздуховодом, обеспечивающим забор воздуха через стену и подачу его индивидуально к каждому теплогенератору, и удалением дымовых газов коллективным дымоходом [1].

К достоинствам индивидуальных дымоходов можно отнести следующее:

- обеспечение защиты внутренних компонентов теплогенератора от замерзания в период низких температур;
- продолжительное время эксплуатации правильно сконструированного дымохода из соответствующих его назначению материалов;
- возможность работы со всеми моделями котлов с большой производительностью, и прежде всего с электронезависимыми агрегатами, функционирующими на естественной тяге;
- возможность использования любые готовые дымоходы из различных материалов.

Однако классические дымоходы имеют ряд недостатков: высокая стоимость, трудоемкость монтажа и большие размеры классических отводных труб, сложенных из кирпича; несовместимость с новыми турбированными моделями газовых котлов с принудительной тягой;

запрет устройства классической трубы в квартире при создании индивидуальной системы отопления; серьезные затруднения, связанные с прочисткой данного канала, а также с обслуживанием – в случае, если конструкция его не является модульной; невозможность применения лишь кирпичной кладки для конструирования дымохода для всякого современного газового котла с низкой температурой продуктов сгорания, приводящей к образованию конденсата, который в свой черед, немедленно начнет повреждать кирпич изнутри канала[2-3].

В последние годы промышленностью предоставляется обширный ряд газовых котлов с закрытой камерой сгорания и обустройством коаксиальным дымоходом. Основное преимущество данной системы отвода продуктов горения заключается в том, что нужный для поддержания процесса горения воздух поступает в теплогенератор извне. В результате взаимодействия с внутренней трубой, попавший в камеру сгорания котла наружный воздух имеет температуру более высокую, нежели температура воздуха в помещении и вне его. Данный показатель оказывает существенное влияние на снижение теплотерь. Соответственно, возрастает КПД всей системы отопления. Внутренняя труба, охлаждающаяся приточным воздухом, имеет менее высокую температуру. Это также оказывает влияние на снижение вероятности воспламенения конструкций в местах соприкосновения, что очень важно в зданиях с деревянными стенами. Так как коаксиальные дымоходы применяются в газовых котлах с закрытой камерой сгорания, то исключается вероятность попадания опасных продуктов горения, таких как дым и угарный газ, в обслуживаемое помещение. Большой выбор на рынке фасонных частей дает возможность подобрать нужный вариант отвода для агрегатов с разнообразной производительностью. Данные дымоходы обладают компактными размерами, что дает сэкономить пространство в помещении.

К недостаткам коаксиальной системы следует отнести обмерзание при низких температурах наружного воздуха, его цена, которая превышает стоимость традиционных дымоходов, более сложный монтаж.

Первые модели коаксиальных дымоходов, появившиеся на рынке в России, не были предназначены на низкие температуры эксплуатации – минус 15 – 30°C. Они были разработаны для стран с более мягким климатом. В итоге – вероятность обмерзания дымохода и поломка теплоагрегата.

Современный подход к выбору дымохода позволяет решить ряд технических проблем, при этом соответствуя требованиям строительных норм и правил. Коаксиальный выход отработавших газов

– это достойная альтернатива классическому шахтному выходу, потому как у классического дымохода значительно больше технических проблем, регламентирующих требований безопасности и более высокая стоимость возведения, чем у коаксиального дымохода [4-5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 41-108-2004. Поквартирное теплоснабжение жилых зданий с теплогенераторами на газовом топливе. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200040060>.

2. Выбираем дымоход для газового котла – традиционный или коаксиальный дымоход? URL: <https://modernsys.com.ua/kakoy-gazovyy-kotel-luchshe-c-tradicionnym-ili-koaksialnym-dymohodom.html>

3. Раздельный дымоход для котла с закрытой камерой. URL: <https://tur-gaz.ru/razdelnyy-dymohod-dlya-kotla-s-zakrytoy-kameroj/>

4. Устройство и монтаж коаксиального дымохода. URL: <https://remont-system.ru/pechi-i-kaminy/ustroystvo-i-montazh-koaksialnogo-dymohoda>.

5. Темников А.А. Устройство дымоходов для отвода продуктов сгорания газообразного топлива // Международная научно – техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015г. С. 1184-1187.

УДК 64.069

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

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Теплоснабжение всегда выступало ключевым сегментом национальной экономики, а также социально значимым сектором энергетического комплекса России, ведь главным потребителем тепловой энергии является население. В России система централизованного отопления представляет собой с десятки тысяч километров теплосетей, основная задача которых сокращение расходов с повышением прочности трубопроводов и уменьшение тепловых потерь. Эффективность использования тепловых сетей может быть обеспечена только за счет правильности инженерных решений, а

именно за счет грамотного проектирования системы отопления [1]. Только в таком случае жизнь населения может быть комфортной.

В России проблема износа теплосетей постепенно принимает серьезные масштабы. В некоторых регионах он достигает рекордных показателей – 70%. По многим данным аварии на трубопроводе случаются регулярно, что чревато серьезными последствиями, как для ответственных лиц, так и для жителей городов [2]. Снизить аварийность и эффективно расходовать бюджет на локальный ремонт особо изношенных участков возможно только с помощью применения диагностики тепловых сетей.

В понятие диагностики тепловых сетей входит комплекс мероприятий, которые проводятся опытными специалистами с помощью широкого перечня инструментов. Выбор методов исследования определяется длинным перечнем факторов, но в первую очередь специалисты обращают внимание на количество точек доступа к тепловой сети, а также учитывается диаметр и протяженность трубопровода, срок эксплуатации, глубина залегания и другие характеристики.

Регулярное обследование трубопроводов выполняет сразу несколько важных задач:

- исправление дефектов до наступления аварийной ситуации;
- снижение затрат на ремонтные работы;
- сокращение повреждений на тепловой магистрали;
- защита граждан от перебоев с поставками теплоносителя;
- снижение затрат на текущее техобслуживание;
- исключение нанесения вреда третьим лицам [3].

Таким образом, экспертиза трубопроводов тепловых сетей уменьшает риск возникновения аварий и тепловых потерь, помогает своевременно обнаружить дефекты и неисправности, а также найти способ их устранения. Для того, чтобы предотвратить аварийную ситуацию на теплотрассе и зафиксировать повреждения используются как традиционные методы диагностики, так и инновационные. Рассмотрим основные инновационные методы инженерной диагностики [3].

Корреляционно-акустическая технология - это инновационный метод быстрого поиска протечек в трубопроводах теплосети. Технология обеспечивает обнаружение места повреждения с высокой точностью. Она так же позволяет провести необходимые ремонтные работы, что позволяет сократить количество протечек, а в последствии снижает затраты на обслуживание трубопровода. В ходе применения данной технологии используются течеискатели - мобильные

микропроцессорные устройства, которые в короткие сроки позволяют обнаружить серьезные места протечки на трубопроводе, а также применяются при профилактическом осмотре.

Принцип действия корреляционно-акустического способа заключается в выполнении визуального осмотра технических колодцев на возможность очистки от загрязнений, коррозии и снятия изоляции с части трубопровода. Именно наличие песка, грязи, коррозии может стать причиной снижения чувствительности течеискателя. После чего, на поверхность трубы или на запорно-регулирующую арматуру устанавливается два виброакустических датчика на концах участка трубопровода, который подлежит проверке. Датчики фиксируют звуковой сигнал от места протечки по теплоносителю внутри трубы и данные передаются на коррелятор для обработки.

Современные корреляторы устроены таким образом, что блок совмещен с системами управления и можно обойтись без переноса данных на компьютер. При обработке данных сигналы, поступающие в датчик, фильтруются для выявления звуков на фоне остального шума. Затем осуществляется анализ полученной информации, имея длину трубопровода и скорость звука в теплоносителе, можно рассчитать расстояние до места протечки. Корреляционно-акустический метод осуществляют подрядчики, дефектологи, а также работники из службы по диагностике (рисунок 1).



Рис. 1 Принцип работы корреляционно-акустического метода

Основными преимуществами течеискателей являются:

- скорость обнаружения течи;
- высокая вероятность нахождения протечки;
- независимость от глубины теплотрассы.

Ультразвуковая толщинометрия (рисунок 2) является инновационным методом однократного измерения. Он применяется для

оценки толщины стенок элемента устройства, в тех местах, где недоступен замер механическим инструментом или требуется немедленный ремонт. Таким образом, данным методом определяются участки, попавшие под влияние коррозии.



Рис. 2 Ультразвуковая толщинометрия

Самым распространенным прибором выступают ультразвуковые толщинометры, главной функцией которых является замер времени прохождения ультразвукового импульса от излучателя до другой стороны и обратно к объекту. С помощью такого приспособления находится толщина оборудования из таких материалов, как стекло, керамика, пластик, металлы и прочие. Обследование теплосетей таким прибором поможет оценить качество проведения ремонтных работ.

Видеодиагностика теплосетей (рисунок 3) – это инновационный метод, с помощью которого с высокой скоростью становится возможным определить аварийные участки трубопровода путем использования специальной видеокамеры, закрепленной на конце гибкого шланга, которую вводят во внутреннюю часть трубы на шестьдесят метров [4].

Проталкиваемая система анализирует состояние труб малого и среднего диаметров. Камера проталкивается по трубопроводу с помощью полужесткого стеклопрута, который присоединяется к пульту оператора и фиксирует получаемое изображение.

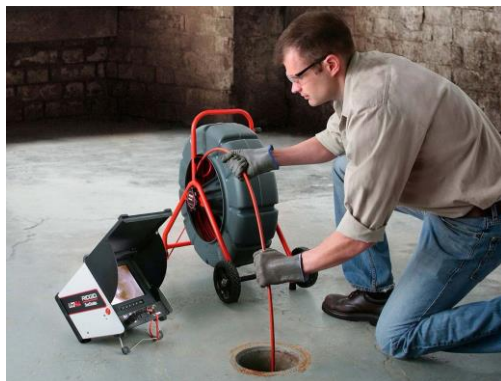


Рис. 3 Система видеодиагностики

Данные с видеокамеры поступают на монитор и обрабатываются оператором, который анализирует эту информацию и оценивает состояние трубопровода в реальном времени. При использовании такого метода диагностики определяются такие неполадки как:

- засоры трубопроводов;
- негерметичность швов;
- известковые отложения;
- ошибочная схема разводки труб;
- повреждения поверхности [4].

Преимущества видеодиагностики тепловых сетей прежде всего является небольшой размер видеокамеры, который помогает производить съемку в трубах с малым диаметром и в труднодоступных местах, а также точечное обнаружение неисправных участков. Несомненным достоинством выступает так же работа видеокамеры от аккумулятора, что увеличивает время использования этого устройства.

Роботизированная система (рисунок 4) видеодиагностики предполагает фиксацию видеокамеры на колесной платформе, которая координируется роботом с пульта оператора. Таким образом, получают анализ состояния труб средних и больших диаметров [4].



Рис. 4 Роботизированная система видеодиагностики

Проекты по диагностике тепловых сетей с помощью роботов уже не раз давали точный результат по выявлению дефектов на теплосетях. К примеру, в процессе стендовых испытаний в 2018 году экспертная группа проводила экспериментальное определение и оценку соответствия требованиям ПАО «Газпром» значений основных технических и дефектоскопических характеристик сканера-дефектоскопа [5]. Проверялась выявляемость различных типов дефектов, чувствительность, разрешающая способность, также были проведены другие проверки в соответствии с утвержденной программой испытаний, которые прошли успешно [6]. В 2018 году в Республике Татарстан был реализован пилотный проект по диагностике тепловых сетей с помощью роботов. По результатам испытания было отмечено, что данная отечественная разработка дает возможность выявлять дефектные участки, тем самым позволяя не только своевременно планировать ремонтные работы, но и существенно снизить затраты на них [2].

В заключение, необходимо отметить, что в условиях высокой степени изношенности отечественных тепловых сетей применение вышепредставленных инновационных технологий становится особенно актуальным, что так же отмечается и ведущими экспертами данной отрасли. В связи с этим, безусловно, актуальны новые научные разработки, которые способствуют совершенствованию диагностики и оценки технического состояния тепловых сетей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чуйкина А.А., Лобода А.В., Сотникова О.А. Проектирование оптимальной трубопроводной трассы тепловой сети // Вестник

Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. № 2. С. 28-37.

2. Тарасенко В.Н., Денисова Ю.В. Проблема энергосбережения в России // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 11. С. 63-68.

3. Свирин М.В., Бычихин С.А. Анализ нестационарного теплового режима здания при снижении отопительной нагрузки в нерабочее время // Энергетические системы. 2019. № 1. С. 424-432.

4. Методические рекомендации по расчету эффектов от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности: под общ. ред. Е.Г. Гашо. М.: АЦ при Правительстве РФ, 2016. 56 с.

5. Федоров С.С., Кобелев Н.С., Тютюнов Д.Н., Бойцова Е.А., Бурилич И.Н., Минко В.А., Дорошенко Е.В. Системы автоматического регулирования параметров теплоносителя отапливаемых зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 111-115.

6. Кобелев Н.С., Минко В.А., Кобелев В.Н., Семиненко А.С., Гунько И.В., Токарева А.В., Тарасов Д.М. Энергосберегающее решение в биосферных системах, отапливаемых жилых и общественных зданиях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 62-65.

УДК 699.86

Громов Н.А., Коротков И.В., Шишков С.П.

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В последние годы наблюдается тенденция к росту исследований, связанных с оценкой энергоэффективности зданий. Кроме того, многие строительные компании ставят перед собой задачу строительства именно энергоэффективных зданий. Приоритетным направлением многих строительных организаций является так же повышение энергоэффективности уже существующих архитектурных объектов по требованию Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1].

Для того, чтобы увеличить жизненный цикл и срок службы здания, необходимо эксплуатировать и содержать его, в соответствии с действующими нормами, а также проводить должное техобслуживание. Безусловно, это финансово и энергетически затратно, ведь необходимо отапливать здание, вентилировать помещение, создавать искусственное освещение. Нерациональное использование ресурсов может привести в последствии к быстрому истощению запасов полезных ископаемых на планете. Кроме того, необходимо понимать, что при потреблении топлива неизбежен выброс вредных веществ в атмосферу, одними из последствий этого являются ухудшение экологической ситуации, изменения климата на планете. Эти последствия побуждают искать новые пути энергосбережения во всех сферах, включая способы повышения энергоэффективности зданий [2].

Учитывая, что большая часть российских территорий находится вне зоны климатического комфорта, актуальной задачей является повышение энергоэффективности зданий, поэтому сегодня еще на стадии проектирования закладываются все параметры по энергоэффективности зданий, для того, чтобы при эксплуатации его использовалось минимум энергозатрат [3].

Энергоэффективность здания непосредственно связана с энергосбережением, что является одним из основных факторов для владельцев зданий и его жильцов. В понятие энергосбережения так же входит и качество обслуживания дома, стоимость владениями для хозяев и влияние на окружающую среду. Поэтому очень актуальной и серьезной задачей для строительной компании является целесообразное и выгодное потребление энергетических ресурсов путем внедрения новых технико-экономических решений. Все здания делятся по классу энергоэффективности, классификация представлена на (рисунке 1) [3].

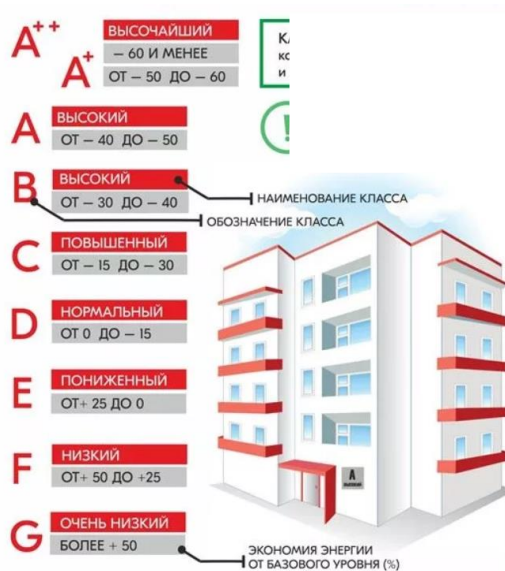


Рис. 1 Классы энергоэффективности зданий

Любое здание имеет свой класс энергоэффективности. Энергоэффективность это показатель, который оценивает, насколько эффективно здание расходует в процессе эксплуатации тепловую и электрическую энергию. Он обозначается латинскими буквами - A⁺⁺, B, C, D, E, F и G, где: A⁺⁺ - высочайший, G - очень низкий. Так, например, здание с классом A⁺ потребляет на 50%-60% меньше энергии чем «среднее» здание в данном регионе при аналогичных погодных условиях. Жилые дома класса D - здания со средним «нормальным» классом энергоэффективности. Здание класса G потребляет на 50% больше, чем «нормальное» усредненное здание. Правила определения класса энергетической эффективности здания установлены Приказом Минстроя России № 399/пр от 06.06.2016, а общие требования определены в 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности».

Как уже было сказано выше, повышение энергоэффективности зданий возможно за счет экономии расхода энергоресурсов, а именно электрической и тепловой энергии, а также горячей и холодной воды. Таким образом, целесообразны следующие меры и способы повышения энергоэффективности зданий:

- применение качественных материалов для теплоизоляции крыши, стен и пола, дверей в подъездах и подвальных помещениях;

- применение материалов с высоким показателем теплостойкости в ходе возведения стен здания [3];
- монтаж входных дверей и окон с повышенными теплоизоляционными свойствами;
- своевременное замещение старых и установка новых трубопроводов для горячей воды с меньшими потерями тепловой энергии;
- регулярная промывка и техническое обслуживание внутренних систем отопления;
- создание проекта вентиляционной системы здания с наименьшими потерями теплоэнергии в процессе ее функционирования [4];
- применение альтернативных источников энергии;
- применение в зданиях источников энергоэффективного освещения, электрооборудования, контроль необходимости в искусственном освещении;
- установка в зданиях систем контроля температуры;
- установка радиаторов отопления в здании, где жильцы могут индивидуально регулировать мощность подачи тепла;
- установка общедомовых и индивидуальных приборов учета, что позволит оценить эффект от применения энергосберегающих мероприятий.

Для того, чтобы не было перерасхода энергетических ресурсов в виде топлива, необходимо проводить постоянную регулировку расхода тепловой энергии в целях её сбережения [5]. Если у владельца нет возможности индивидуально регулировать мощность подачи тепла, это может осуществить организация, обслуживающая дом, в соответствии с планом мероприятий по энергоэффективному использованию внутридомовых систем, а собственник вправе и должен проконтролировать исполнение.

В случае, если батареи слишком горячие, то сократить потребление тепла в квартире владелец может и самостоятельно специальным регулировочным вентилем ручным или автоматическим на радиаторе при наличии технической возможности. Стоит отметить, что такая мера более эффективна, чем привычное многим открытие окна и проветривание помещения, ведь в данном случае регулируется не только температура в помещении, но и объём потреблённой тепловой энергии в здании.

В заключение необходимо сказать, что применение вышеперечисленных мер призвано обеспечить повышение энергоэффективности здания, что, как следствие, позволит сократить

затраты на владение и эксплуатацию сооружения и, безусловно, положительно повлияет на экологическую ситуацию

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галюжин С.Д., Лобикова Н.В., Лобикова О.М. Методология оценки проектов систем отопления индивидуальных жилых домов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2019. № 2. С. 88-101.

2. Усиков С.М., Старикова Т.С. Оценка гидравлического регулирования контура поквартирной системы отопления // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. № 3. С. 27-35.

3. Сташевская Н.А., Флаксенберг Г.В. Факторы, влияющие на энергоэффективность здания. Системные технологии. 2020. № 34. С. 66—72.

4. Учинина Т.В., Бабичева Н.В. Обзор методов повышения энергоэффективности жилых зданий // Молодой ученый, 2017. № 10. С. 101-105.

5. Федоров С.С., Кобелев Н.С., Тютюнов Д.Н., Бойцова Е.А., Бурилич И.Н., Минко В.А., Дорошенко Е.В. Системы автоматического регулирования параметров теплоносителя отапливаемых зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 111-115.

УДК 608.2

Доценко Д.Ю., Кошлич Ю.А., Гребеник А.Г., Коротков И.В.

Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.

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

ОПЕРАТИВНЫЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ

В целях исполнения государственной политики энергосбережения всё больше административных зданий оснащаются автоматизированными узлами управления инженерными системами – одним из самых эффективных механизмов по снижению потребления энергетических ресурсов. После установки автоматической системы перед эксплуатационной службой учреждения возникает ряд новых задач: необходимо организовать эффективную эксплуатацию

установок, оптимизировать режимы потребления ресурсов без ущерба для комфорта пребывания людей в здании, решить проблему недостаточного оперативного получения информации о работе узлов в целях минимизации ресурсопотребления и реагирования на внештатные ситуации. В качестве комплексного решения поставленных задач в работе исследуется опыт организации централизованного диспетчерского контроля работы автоматизированных тепловых пунктов более 100 объектов социальной сферы и представлены показатели эффективности выбранного подхода к диспетчеризации инженерных систем зданий.

Установки для автоматического управления инженерным системами зданий – сравнительно молодая, но быстро развивающаяся область техники. Идеи автоматизации процессов управления работой оборудования впервые были реализованы в промышленности, где они показали максимальный эффект при сравнительно небольших затратах. Практика быстро распространилась на другие сферы экономики, в том числе и на энергетику. Сегодня «умные» системы управления встречаются как на источниках теплоснабжения, так и в большинстве общественных зданий – школах, детских садах, больницах, спортивных комплексах, театрах и пр.

Помимо положительного эффекта в виде экономии ресурсов, автоматизация инженерных систем влечет за собой и ряд сложностей, среди которых появление большого количества узлов, а как следствие увеличение возможных точек отказа, и повышение требований к квалификации эксплуатирующего персонала [1]. Эксплуатационной службе необходимо не только поддерживать работоспособное состояние и проводить плановое техническое обслуживание каждой установки, но и организовать постоянный контроль режимов работы оборудования, следить за выполнением требований СанПиН к микроклимату в помещениях и обеспечивать энергоэффективность. От этого зависит безопасность и комфорт находящихся в здании людей.

Для эффективного выполнения схожих задач в промышленности, как правило, используются SCADA – программные пакеты, предназначенные для сбора, обработки и отражения в реальном времени информации об объектах мониторинга или управления [2]. Стоит отметить, что в случае автоматизации инженерных систем зданий используемые модели оборудования варьируются от объекта к объекту. Оборудование от различных производителей, как правило, несовместимо между собой – при создании большинства установок использованы закрытые коммуникационные протоколы и не предусмотрены интерфейсы для взаимодействия с аналогами от других

производителей [3]. Данное обстоятельство делает слишком затратным техническое решение по интеграции различных установок в единую систему управления, а внедрение полноценной SCADA в рамках отдельного учреждения социальной сферы редко будет нецелесообразным. Таким образом, складываются предпосылки для успешного внедрения новых подходов в области диспетчеризации.

Рассмотрим модель системы диспетчеризации, разработанную ОГБУ «Центр энергосбережения Белгородской области» в рамках реализации энергосервисных контрактов с бюджетными учреждениями социальной сферы. Система построена на основе АИИС – автоматизированной информационно-измерительной системы, - с использованием технологий беспроводной связи. Объектами диспетчеризации выступают автоматизированные индивидуальные тепловые пункты зданий, устройства передачи данных – GPRS модемы. Схема взаимодействия и функции основных участников процесса представлена на (рисунке 1).

В рассматриваемой системе диспетчеризации данные с объектов автоматизации передаются по открытому коммуникационному протоколу Modbus. GPRS – модемы по интерфейсу RS-485 круглосуточно собирают с контроллеров сведения о режимах работы оборудования и передают их на сервер АИИС. АИИС обеспечивает визуализацию полученных данных и предоставляет инструменты по контролю и изменению рабочих параметров установок. Доступ к актуальным сведениям о параметрах энергоресурса позволяет оператору обеспечить наиболее энергоэффективный режим работы АИТП с учетом всех индивидуальных особенностей системы отопления, климатических условий и без ущерба комфортному микроклимату помещений.

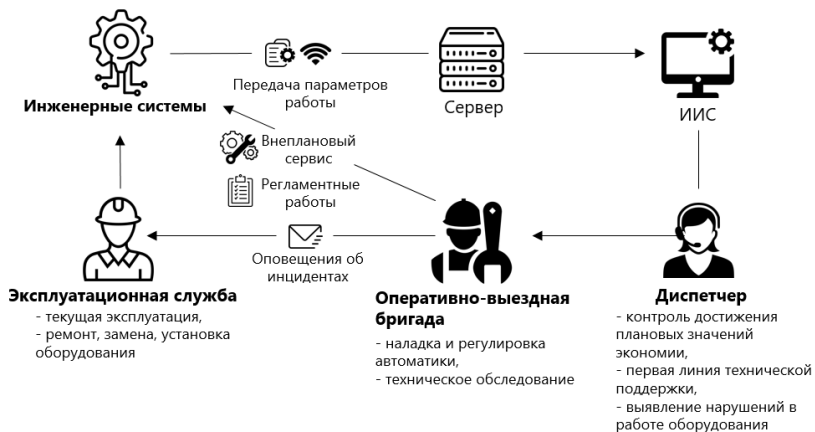


Рис. 1 Схема системы диспетчерского сопровождения энергосервисных контрактов

Охват объектов составлял 104 АИТП одновременно и достигался силами одного оператора и двух инженеров оперативно – выездной бригады. Затраты сравнительно небольшие – обеспечение работы беспроводных линий связи и интеграция контроллера в систему информационного обмена с АИИС по открытому протоколу Modbus [4].

Повышение экономического эффекта достигалось за счет снижения времени реагирования на технологические нарушения в работе установок, неверную и/или недобросовестную эксплуатацию оборудования, появление незарегистрированных утечек энергоресурсов. Например, на (рисунке 2) можно наблюдать нарушение в работе регулирующего клапана системы отопления, которое приводит к перегреву подающего теплоносителя выше установленного температурного графика и как следствие перерасходу тепловой энергии [5]. Благодаря оперативному контролю неисправность выявлена и устранена с выходом на нормативные параметры работы системы в кратчайшие сроки и без ущерба для достижения плановой экономии по энергосервисному контракту.

Помимо энергосбережения, диспетчерский контроль повышает надежность работы системы отопления. Время выявления нештатных ситуаций сокращается до нескольких минут, а оперативная локализация инцидентов позволяет избежать не только потерь экономии, но развития потенциальной аварийной ситуации, что снижает затраты учреждения на ликвидацию последствий аварии и проведение аварийных и восстановительных ремонтов [6].

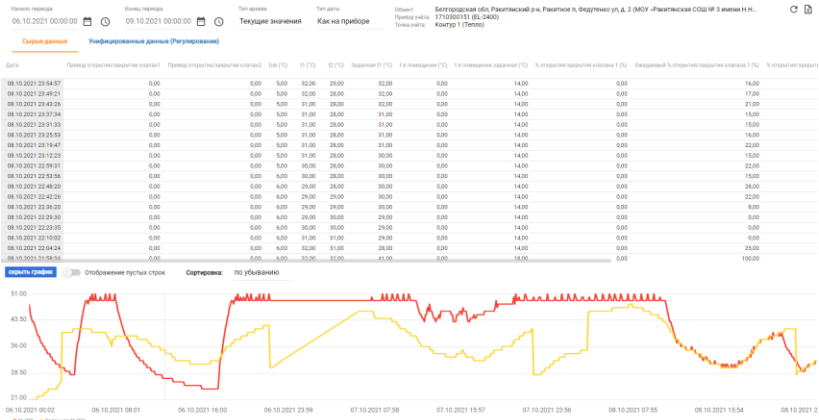


Рис. 2 Выявление нарушения в работе АИТП и выход на нормативные значения после его устранения

Показатели потребления тепловой энергии вовремя и после действия энергосервисного контракта даёт нам возможность проанализировать реальную экономическую эффективность диспетчерского контроля АИТП. На рисунке 3 представлены графики экономии тепловой энергии в сопоставимых условиях некоторых объектов энергосервиса [7].

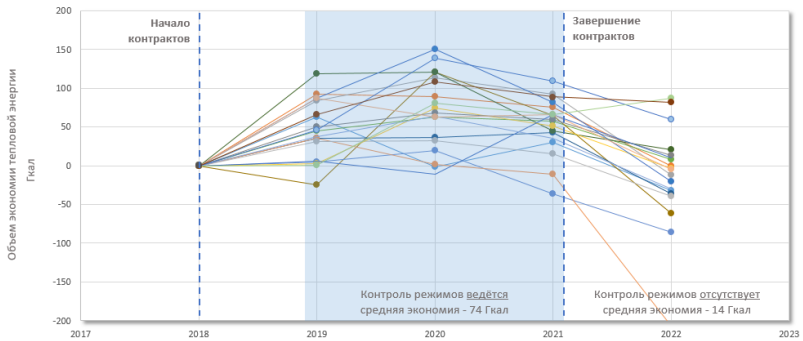


Рис. 3 Графики объемов экономии тепловой энергии пообъектно

Таким образом, потери экономии после прекращения диспетчеризации в среднем составили 60 Гкал или 120 тыс. руб/год для одного объекта по тарифу г. Белгород. Эффективность работы узла АИТП стоимостью около 0,5 млн. руб. снизилась почти до уровня,

предшествующего заключению контракта – уровня элеваторного узла [8].

В статье описаны проблемы, возникающие при эксплуатации автоматизированных систем управления системами потребления энергоресурсов. Использование энергосберегающего оборудования должно проводиться с учетом необходимости постоянного квалифицированного диспетчерского контроля режимов работы оборудования. Внедрение в рамках и дальнейшее совершенствование предложенной модели в рамках муниципальных и областных ведомств позволит добиться более значительных результатов в энергосбережении и повышении надежности инженерных систем зданий бюджетных учреждений, не осуществляя капитальных вложений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дворцов, П.А. Автоматизация и диспетчеризация инженерных систем / П. А. Дворцов, И. Н. Комаров, Д. Р. Вафина, С. В. Уразайкин. // Молодой ученый. 2016. № 27 (131). С. 61-64.

2. Малашевский Ю.В., Коган А.Б. Проблематика энергосбережения при создании и эксплуатации зданий для государственных функций // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 44 (443). С. 30-36.

3. Финогеев А.Г. Оперативный дистанционный мониторинг в системе городского теплоснабжения на основе беспроводных сенсорных сетей / А.Г. Финогеев, В.Б. Дильман, В.А. Маслов, А.А. Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2010. № 3 (15). С. 27-36.

4. Горшков А.С., Дерунов Д.В., Завгородний В.В. Технология и организация строительства здания с нулевым потреблением энергии // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 3 (8). С. 12-23.

5. Горшков А.С., Ватин Н.И., Немова Д.В. Формула энергоэффективности // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). С. 49–63.

6. Тарасюк П.Н., Ващенко А.А., Трубаев П.А., Радченко В.В. Техничко-экономическая оценка модернизации районных муниципальных котельных белгородской области // Промышленная энергетика. 2012. №2. С. 12-17.

7. Федоров С.С., Кобелев Н.С., Тютюнов Д.Н., Бойцова Е.А., Бурилич И.Н., Минко В.А., Дорошенко Е.В. Системы автоматического

регулирования параметров теплоносителя отапливаемых зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 111-115.

8. Кобелев Н.С., Минко В.А., Кобелев В.Н., Семенов А.С., Гунько И.В., Токарева А.В., Тарасов Д.М. Энергосберегающее решение в биосферных системах, отапливаемых жилых и общественных зданиях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 62-65.

УДК 697.1

*Елистратова Ю.В., Елистратов Д.В., Нежурин В.В.
Научный руководитель: Семенов А.С., канд. техн. наук., доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия*

АКТУАЛЬНОСТЬ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Создание благоприятных условий для существования отдельных субъектов экономики, развивающихся по направлению реструктуризации своей деятельности сопряжено с концепцией NBIC-технологий, является отличительной чертой лидирующих стран по индексу развития информационно-телекоммуникационных технологий (ИТТ) [1]. Согласно рейтингу стран мира за 2017 год Россия находится на 45 месте по уровню развития ИТТ, имея соответствующий индекс 7,07. При этом большая часть российских компаний существуют на стадии трансформации. Примерно в равном соотношении между собой функционируют компании в традиционном формате и с использованием современных ресурсов информационных технологий [2].

Тенденция цифровизации и внедрения цифровых технологий в различных сферах жизни не является исключением и для топливно-энергетического комплекса (далее - ТЭК) нашей страны, что подкрепляется принятыми законодательными решениями [3, 4]. В контексте формирования «умного» общества и «умных» городов, традиционный формат функционирования системы теплоснабжения подвергается некой модернизации. На стадии проектирования появляются взаимосвязанные информационные модели (как результат BIM-технологий при проектировании зданий), которые являются отличным инструментом в создании виртуальных прототипов реально существующих энергосистем [5]. При этом востребованность к цифровым двойникам для ТЭК объясняется возможностью

контролировать режимные параметры оборудования и инженерных систем в целом, а также управлять ими в дистанционном формате.

Рассмотрим актуальность создания цифрового двойника системы отопления (далее – СО) многоквартирного жилого дома, исследование фактического теплопотребления которого проводилось в работе [6]. На (рисунке 1) представлена диаграмма избытков и недостатков тепла в помещениях 1-14 этажа, с учетом влияния внешних факторов (ветер, влияние инсоляции, ориентация по сторонам света наружного ограждения).

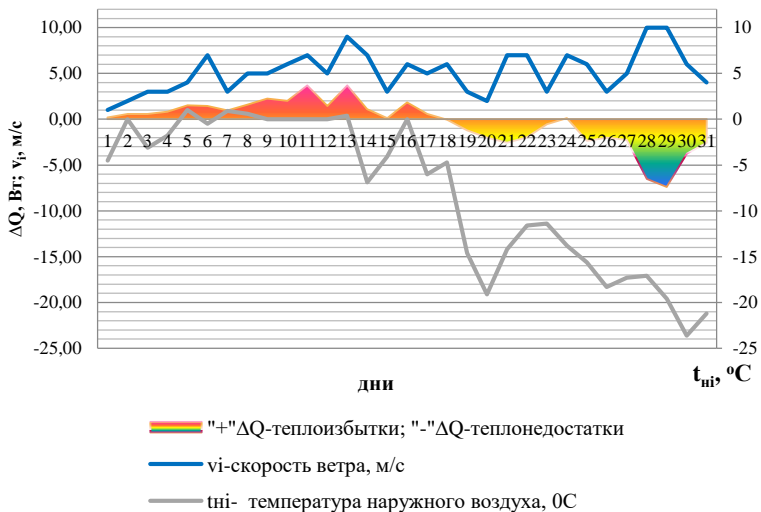


Рис. 1 Диаграмма избытков и недостатков тепла в помещениях 1-14 этажа, с учетом влияния внешних факторов

Полученные результаты подтверждают значимость воздействия внешних факторов на эффективность работы системы отопления, основной задачей которой является подача ею необходимого количества тепла во все обслуживаемые помещения в соответствии с их тепловой потребностью [7].

Следует обратить внимание на то, что множество факторов, формирующих микроклимат внутри помещения и в том числе сказывающихся на работе отопительной системы, имеют свойство постоянного изменения во времени. Поэтому регулировка мощности работы СО требует автоматизации процесса.

Оснащение систем отопления приборами индивидуального регулирования теплоотдачи радиаторов на сегодняшний день, как правило, не имеет препятствий и повсеместно используется не только при новом строительстве, но и при ремонте всей системы или отдельных узлов (при замене радиаторов). Однако следует ожидать изменения гидравлических и тепловых условий в других помещениях, на момент наладки теплоотдачи конкретного прибора. Объяснение этому - закономерности гидравлического распределения жидкости в системе при изменении коэффициентов сопротивления, что может послужить причиной явления горизонтальной или вертикальной неустойчивости системы.

Как показывает опыт эксплуатации систем отопления, особенно в многоквартирных домах, требуемый уровень теплового комфорта в помещениях для всех жильцов одновременно, является труднодостижимым балансом между теорией и практикой [8].

На сегодняшний день достаточно полно отвечают принципам концепции энергоэффективности и энергосбережения как основы энергетической политики РФ [9], мероприятия по автоматизации и диспетчеризации систем отопления. Следует отметить, что основные решения по автоматическому мониторингу и наладки систем отопления сосредоточены в пункте присоединения абонента к тепловой сети [10]. От пункта присоединения и до конечного потребителя диагностика и интеллектуальная регулировка системы отопления в целом невозможна в виду отсутствия доступа к индивидуальным данным: температура жидкости в контрольных точка (отопительные приборы), температура в помещениях.

Реализация программы «комфортного тепла», основана прежде всего на внедрении ментальных методов управления для систем теплоснабжения, что в свою очередь уже имеет положительные результаты. Поэтому целесообразность создания цифровых двойников систем отопления, связывающих все элементы системы воедино не вызывает сомнений. Цифровое «зеркало» позволит в режиме онлайн определять требуемое количество тепловой энергии для конкретного потребителя, а также регулировать температурный режим без так называемых «недотопов» и «перетопов».

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для ведущей научной школы НШ-25.2022.4

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефремова Н.А. Особенности цифровизации российских предприятий в современных условиях / Н.А. Ефремова, Г.В. Игнатова. // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета № 3. - 2018. - С. 20-22.

2. Рейтинг стран мира по уровню развития информационно-коммуникационных технологий. Гуманитарная энциклопедия // [Электронный ресурс] Центр гуманитарных технологий. 2006–2018 (последняя редакция: 16.03.2018). Режим доступа: <http://gtmarket.ru/ratings/ict-development-index/ict-development-index-info>.

3. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы».

4. Распоряжение Правительства РФ №1632-р от 28.07.2017. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71734878>

5. Уткина В.Н. Проблемы и перспективы внедрения технологии информационного моделирования в области строительства в России: проблемы и перспективы внедрения / В.Н. Уткина, С.Ю. Грязнов Д.Ф. Бабушкина // Основы ЭУП №1.-2019. - С. 57-60.

6. Елистратова, Ю.В. К расчету фактического теплотребления жилых зданий / Ю.В. Елистратова, Т.Г. Огаркова // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2014. – С.230–234.

7. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 81 с.

8. Лупей А.Г. О диагностике состояния систем отопления потребителей тепловой энергии [Электронный ресурс] / А.Г. Лупей // СОК №8. – 2004. – Режим доступа: <https://www.c-o-k.ru/articles/o-diagnostike-sostoyaniya-sistem-otopleniya-potrebiteley-teplovoy-energii>

9. ФЗ РФ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ.

10. Грибков И.Н. Анализ систем отопления и перспективы автоматизации / И.Н. Грибков, А.Н. Лыков // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. - 2012. - №6. – С. 192-202.

Елистратова Ю.В.¹, Моисеева Е.В.², Бараненко Д.Ю.¹

Научный руководитель: Семиненко А.С., канд. техн. наук., доц.

¹Белгородский государственный университет им. В.Г. Шухова

²ОГАПОУ Белгородский индустриальный колледж,

г. Белгород, Россия

АНАЛИЗАТОР ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ КАК СТРУКТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

Организация надежного теплоснабжения населения является одной из стратегических целей "Энергетической стратегии России на период до 2030 года", утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р, которая определяет цели и задачи долгосрочного развития энергетического сектора страны на предстоящий период, приоритеты и ориентиры, а также механизмы государственной энергетической политики на отдельных этапах ее реализации, обеспечивающие достижение намеченных целей.

К стратегическим направлениям в развитии теплоснабжения относятся:

– достижение высокого уровня комфорта в жилых, общественных и производственных помещениях, включая количественный и качественный рост комплекса услуг по теплоснабжению (отопление, хладоснабжение, горячее водоснабжение);

– кардинальное повышение технического уровня систем теплоснабжения на основе инновационных, высокоэффективных технологий и оборудования;

– сокращение непроизводительных потерь тепла и расходов топлива;

– обеспечение управляемости, надёжности, безопасности и экономичности теплоснабжения;

– снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Использование узлов распределения тепловой энергии является характерной особенностью систем теплоснабжения России в виду высокой степени их централизации [1,2]. Составляющая надёжности и эффективности работы теплоэнергетической сети 3-го поколения характеризуется применением теплообменных устройств, а именно пластинчатого типа, основная функция которых заключается в нагреве теплоносителя для нужд горячего водоснабжения и систем отопления [3,4,5].

Процесс водоподготовки является ключевой составляющей в комплексе мер по обеспечению бесперебойной работы технологического оборудования и соответствия гидравлическим характеристикам водопроводящих трубопроводов [6]. В исследовании [7] представлена классификация основных методов сетевой водоподготовки систем горячего водоснабжения. Стоит отметить, что среди представленных мероприятий по предупреждению накипеобразования, применяемых в тепловых пунктах наиболее технически эффективными считаются методы стабилизационной обработки воды (химическое или физическое воздействие на теплоноситель) [7,9]. Однако, исследования [10] указывают на то, что эффективность противонакипного мероприятия зависит прежде всего от режимных параметров работы теплового пункта и главным образом от химического состава сетевой воды. Поэтому преимущество метода стабилизационной обработки теплоносителя, должно определяться показателем единовременного изменения мощности воздействия на теплоноситель в случае изменения его химических показателей.

На рисунке представлена классификация возможных способов определения химического состава воды, поступающей в тепловой пункт.



Рис. 1 Способы определения химического состава воды в тепловых пунктах

Классическим вариантом определения химического состава теплоносителя является отбор проб с последующей интерпретацией химического состава в лабораторных условиях. Однако, такой метод

исключает возможность своевременного регулирования мощности воздействия противонакипной установки, что противоречит принципу управляемости.

Свойство портативности приборов-анализаторов характеризует их мобильность, а конструкция подразумевает возможность переносить их с места на место. Отметим, что преимущество данного способа определения химического состава в форме мобильности переформируется в недостаток для данной области применения. Объясняется это необходимостью регулярного определения химических показателей с привлечением обслуживающего персонала, что требует грамотности действий при работе интерпретации получаемых данных.

Стационарные анализаторы жесткости воды характеризуются определением общего содержание ионов кальция и магния водных сред в автоматическом режиме. Такой формат наиболее удобен для систем мониторинга водно-химического режима тепловых пунктов. Обработка получаемых данных о химическом составе теплоносителя может использоваться в системе регулирования устройств противонакипного действия.

Согласно проведенным экспериментальным исследованиям [7] получены положительные результаты применения электронно-электромагнитных противонакипных устройств типа УЭП-1 [11] в качестве альтернативного метода защиты от накипеобразования по отношению к методу стабилизации химического состава воды путем добавления химического реагента Zn-ОЭДФК. Следует отметить, что на протяжении заданного периода испытаний (3 месяца) мощность прибора соответствовала эксплуатационному режиму теплообменника и допустимому уровню жесткости обрабатываемой воды. Нестабильный химический состав обрабатываемого теплоносителя может стать причиной отсутствия противонакипного эффекта в период работы устройства по типу УЭП-1, так как подбор его мощности на момент монтажа и ведения пуско-наладочных работ осуществляется согласно исходному солесодержанию в теплоносителе.

Конструктивное исполнение электронно-электромагнитных устройств на примере УЭП-1 подразумевает наличие консольного порта RS-232 для подключения к компьютеру, а также контроллера, которое представляет собой микропроцессорное устройство, способное измерять выходное напряжение УЭП, напряжение на аккумуляторной батарее, ток нагрузки, ток заряда батареи и управлять работой преобразователя. УЭП может подключаться к станции MC240 через COM – порт [12]. Это позволяет осуществлять дистанционный контроль

и задание режимов работы УЭП на основании получаемых данных о текущем химическом составе, обрабатываемого теплоносителя.

Таким образом, следует полагать, что возможность использования анализаторов химического состава воды стационарного типа в качестве неотъемлемого структурного элемента теплового пункта для измерения, передачи и обработки данных о химическом составе рабочей среды расширит существующие цифровые модели ИТП и позволит своевременно и рационально формировать режим работы каждого из видов противонакипного оборудования.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для ведущей научной школы НШ-25.2022.4

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барановский, Н.В. Пластинчатые и спиральные теплообменники / Н.В. Барановский, Л.М. Коваленко, А.Р. Ястребенецкий. – М.: «Машиностроение», 1973. – 288 с.

2. Зингер, Н.М. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения / Н.М. Зингер, А.М. Тарадай, Л.С. Бармина. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 270 с.

3. Hesselgreaves, J.E. Compact heat exchangers. Selection, Desing and Operation / J. E. Hesselgreaves. – An Imprint of Elsevier Science. – 2001. – 437 p.

4. Shan, R.K. Heat exchangers / R.K. Shan // Encyclopedia of Energy Technology and the Environment, Wiley, New York. – 1994. – P. 1651–1670.

5. Калабин С.Е. Экономический эффект от внедрения энергосберегающего оборудования: пластинчатых теплообменников, блочных индивидуальных тепловых пунктов [Электронный ресурс] / С.Е. Калабин // Журнал «С.О.К.». – 2005. – №8. Режим доступа: <https://www.c-o-k.ru/articles/ekonomicheskij-effekt-ot-vnedreniya-energoberegayuschego-oborudovaniya-plastinchatyh-teploobmennikov-blochnyh-individual-nyh-teplovyh-punktov>

6. Неведров, А.В. Комбинированный способ антинакипной водоподготовки для систем теплоснабжения / А.В. Неведров, Г.А. Солодов, А.В. Папин // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 5. – С. 58–59.

7. Елистратова, Ю.В. Перспективы стабилизационной обработки теплоносителя теплообменных аппаратов методами физического воздействия / Ю.В. Елистратова, М.Н. Мацукова, А.С. Семенов / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.

Шухова. – Белгород, 2022.

8. Гужулев, Э.П. Водоподготовка и вводно-химические режимы в теплоэнергетике / Э.П. Гужулев, В.В. Шалай, В.И. Гриценко, М.А. Таран. – Омск: Изд-во ОмГТУ. – 2005. – 384 с.

9. Минко, В.А. Методы проведения и эффективность мероприятий по борьбе с накипеобразованием в системах теплоснабжения / В.А. Минко, А.Ю. Феоктистов, И.В. Гунько, Ю.В. Елистратова, Н.В. Тарасенко, Л.В. Ткач // Вестник БГТУ им В.Г. Шухова. – 2015. – №2. – С.16–19.

10. Виноградов, В.Н., Ледуховский Г.В., Шатова И.А. Особенности организации водно-химического режима тепловых сетей средствами химической обработки и деаэрации воды / В.Н. Виноградов, Г.В. Ледуховский, И.А. Шатова // Вестник ИГЭУ. 2006. №4.

11. Пат. № 155819 РФ. Устройство защиты и очистки теплоэнергетического оборудования от накипеобразований и коррозии / Д.А. Сотников, И.А. Гринева // № 2015132728/05; заявл. 05.08. 2015; опубл. 20.10. 2015.

12. Устройство электропитания УЭП1-1. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://eltex-msk.ru/docs/uep1_1_0.pdf

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*

СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ТЕПЛИЦАХ ДЛЯ ЦВЕТОВ

Одним из главных условий комфортной городской среды является обилие зеленых насаждений. Создаются парки, скверы, клумбы. Это делает город красивее, уютнее, а также улучшает качество воздуха. Большую популярность обрели цветочные клумбы. Но некоторые растения очень требовательны к окружающим условиям, а мороз их может убить. Люди помогают им пережить холод, пересаживают и отправляют в специальные сооружения с комфортными параметрами воздуха и почвы. Эти сооружения называют теплицами, оранжереями, зимними садами. Они часто открыты для посетителей и могут порадовать редкими тропическими растениями.

Большую популярность обрели тюльпаны. Выведено огромное количество сортов, которые отличаются не только цветом, но и формой. В естественных условиях у них короткий период цветения в весенний период года, когда температура воздуха постепенно увеличивается, как и световой день. Воссоздание родной среды обитания в помещении – очень сложная задача. Необходимо контролировать следующие параметры:

- 1) Температура воздуха;
- 2) Влажность воздуха;
- 3) Воздухообмен;
- 4) Освещение;

Температура воздуха не должна превышать 20°C. Кроме того, в процессе жизненного цикла цветка, она должна постепенно увеличиваться, что соответствует весенним условиям окружающей среды [1].

Влажность воздуха необходимо поддерживать на уровне 65-70%. Несоблюдение норм приведет к болезням и смерти цветов.

Весной продолжительность светового дня растет, это тоже необходимо симулировать. Однако, если перестараться, бутоны могут слишком рано раскрыться. Это плохо в том случае, если эти цветы на продажу [2].

В естественной природе тюльпаны зародились в горных районах. Воздух надо подавать таким образом, чтобы симулировать горные ветра. Кроме того, цветы выделяют этилен, который им самим же вредит. Воздухообмен необходимо организовать таким образом, чтобы в воздушной среде был баланс углекислого газа, кислорода, этилена и других веществ. Нарушение правил вредит цветам. На (рисунке 1) изображена схема теплового баланса теплицы.

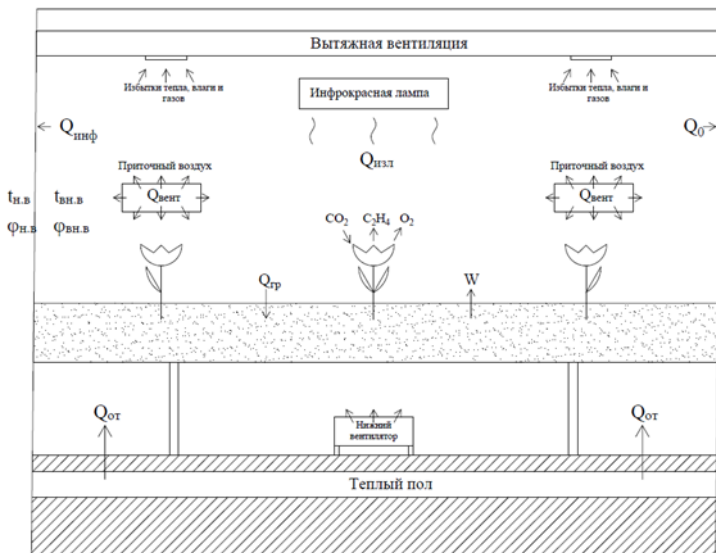


Рис. 1 Схема теплового баланса теплицы

В основном тепло теряется через наружные ограждения (Q_0), а поскольку большая часть здания остеклена, эти значения довольно большие. Кроме того, надо учитывать подогрев наружного воздуха, проникающего через ограждения (инфльтрацию ($Q_{инф}$)), а также поглощение тепла влажной почвой ($Q_{гр}$). Все эти потери компенсируются системами отопления, вентиляции и кондиционирования [3].

Большую часть проблем можно решить с помощью правильно организованной системы вентиляции и кондиционирования. Приточные системы подают воздух с определенной температурой и влажностью, а вытяжные удаляют все вредности: теплоизбытки, влагоизбытки, избытки углекислого газа и этилена. Также нужны вентиляторы в верхних и нижних зонах теплицы. Они помогут создать обдувание растений воздухом, убирать лишнюю влагу с поверхности цветка и более равномерно распределить температуру по площади. Подготовка воздуха производится в приточных установках. Комплектацию можно менять под климатические условия для любых растений. Более того система кондиционирования позволяет отказаться от водяного отопления. Калориферы способны компенсировать даже огромные теплотери стеклянной оранжереи. Такое отопление называют воздушным.

Система водяного отопления является более классическим и проверенным методом. Часто она экономически выгоднее воздушного. Большую популярность приобрела система «теплый пол». Трубы закладываются под пол по всей площади теплицы. Это обеспечивает равномерный прогрев воздуха.

Водяное и воздушное отопление являются привычными и эффективными методами отопления. Для увеличения эффективности используют альтернативные источники энергии. Это тепловые насосы, геотермальные установки, солнечные коллекторы. Сюда еще можно отнести инфракрасные лампы. Сами по себе они недостаточно эффективны, поэтому их используют только в связке. Такая система называется комбинированной.

Из альтернативных источников тепла большую популярность в современных теплицах обрели инфракрасные обогреватели. Эти устройства нагревают не воздух, а твердые предметы. Растениям важен теплый грунт для роста, а инфракрасные лампы воздействуют именно на него [4].

Соответственно для управления такой сложной системой необходима система автоматизации. Постоянный мониторинг всевозможных параметров воздуха человеческими силами – крайне затруднительная и энергозатратная задача. Такую ответственную работу лучше доверить программе, которая сможет считывать показания датчиков внутри и снаружи помещения, и под эти условия своевременно менять параметры подаваемого воздуха.

В настоящее время люди стараются автоматизировать все процессы, происходящие в теплице, и объединить все в единую систему с простым управлением. Такие проекты называют «умные теплицы». Они могут контролировать не только микроклимат, но и полив, освещение и собирать статистику параметров для анализа эффективности системы.

Датчик освещенности измеряет уровень света на растениях, и при его понижении включает дополнительное освещение. Датчик влажности и температуры воздуха фиксирует влажность и температуру воздуха, которые контролируют параметры приточного воздуха. С помощью датчика влажности почвы измеряется уровень влажности грунта и, исходя из полученных данных, срабатывает система полива. Модуль часов реального времени позволит задать точное время дня (или ночи), что позволяет установить длительность светового дня растения [5].

Создание микроклимата в теплицах и оранжереях довольно сложная задача. Главная цель – максимально повторить естественные

условия среды обитания растения. Это требует постоянного контроля множества параметров в течение всего периода эксплуатации. Современные технологии позволяют удовлетворить требования даже самого капризного растения. Требования влажности удовлетворяют системы вентиляции, температуры – системы водяного и воздушного отопления, а освещение помогает фотосинтезу. Участие человека во всем этом процессе уже не так важно поскольку все процессы можно автоматизировать. Для создания микроклимата перспективным направлением является использование тепловых насосов [6,7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эйкинг, Й. Оптимальные технологии выращивания луковичных цветов высокого качества Выгонка тюльпанов / Й. Эйкинг // Гавриш. – 2005. – № 5. – С. 29-32.

2. 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.

3. Павлов, М. В. Комбинированная система отопления зимней теплицы / М. В. Павлов, Д. Ф. Карпов // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2020. – № 4(10). – С. 59-63.

4. Павлов, М. В. Исследование влияния различных факторов на тепловую мощность лучисто-конвективной системы отопления зимней теплицы / М. В. Павлов, Д. Ф. Карпов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – Т. 21. – № 6. – С. 149-161.

5. Устройство автоматизированной системы жизнеобеспечения растений "умная теплица" / С. А. Гилев, А. Р. Низамиева, Д. А. Сельков, М. Е. Фомина // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2021. – № 1-3. – С. 162-165.

6. Орлов П.А., Ильина Т.Н., Колесников М.С., Ечина А.О. Интеграция тепловых насосов в теплоснабжение инженерных систем // В сборнике: Энергетика в современном мире. Сборник статей X Всероссийской (международным участием) научно – практической конференции. Чита, 2021г. С. 121-125

7. Ильина Т.Н., Глебова О.В., Небыльцова И.В. Инновационные способы микроклиматической поддержки в помещениях крытых бассейнов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 8. С.113-116.

УДК 644.6

Ильченко М.Е.

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

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЗДАНИЯХ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

В последнее время всё чаще стал подниматься вопрос, касающийся энергоэффективности зданий. В связи с бурным развитием промышленности уровень жизни людей и их требования к комфорту увеличились, но появилась новая проблема - дефицит сырьевых ресурсов. Многие из этих ресурсов невоспроизводимы, поэтому одной из главных задач как предприятий, так и государства является целесообразное и эффективное использование энергоресурсов. В связи с этим возникает необходимость в проведении мер, направленных на максимально экономичный и рациональный расхода электрической и тепловой энергии, а также горячей и холодной воды.

Энергосбережение является одним из основных факторов, влияющих на энергоэффективность здания, так как в это понятие входит качественное обслуживания и эксплуатации дома, стоимость коммунальных услуг, создание более безопасной и комфортной внутренней среды, а также влияние на природу.

Существуют два основных направления энергосбережения [1]:

– осуществление энергосберегающей политики. Это направление подразумевает собой совершенствование нормативно-правовой базы, тарифной, а также освещение проблемы в массы. За счет реализации этого направления можно сократить потребность в топливе и энергии на 12–15 %.

– использование энергосберегающих технологий, аппаратов и оборудования. Предполагается, что это направление позволит уменьшить потребление энергоресурсов на 25–30 %.

В России этот вопрос регулируется Федеральным законом от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". Согласно

этому нормативно-правовому документу, уровень энергетической эффективности здания зависит от ряда факторов: архитектурно-планировочных решений, компоновки здания, природно-климатических особенностей, режима работы систем отопления, кондиционирования и систем поддержания микроклимата. И главная задача застройщика и собственника – обеспечить соответствие зданий, сооружений и строений установленным требованиям энергетической эффективности.

Одним из вариантов повышения энергоэффективности здания является экономное водопотребление. Вода используется в системах отопления, горячего водоснабжения и бытовых нуждах. Рационализация этих процессов в значительной степени позволит сэкономить объём потребляемой воды. Для этого применяется ряд мероприятий, которые можно условно разделить на зависящие от конструктива в системе и зависящие непосредственно от потребителей.

Для повышения энергетической эффективности здания в конструктиве системы водоснабжения можно предусмотреть автоматизацию системы, установку стабилизаторов давления, теплоизоляцию трубопроводов горячего водоснабжения, установки квартирных счетчиков расхода воды, подогрев подаваемой холодной воды (двухступенчатая система гвс).

Энергоэффективность здания во многом зависит и от объёма потребляемой воды. Как правило, абонент может значительно экономить за счёт более рационального использования водных ресурсов, использующихся в бытовой деятельности, использования смесителей с автоматическим регулированием температуры воды, установки двухрежимных смывных бачков или перейдя на альтернативные источники.

Рассмотрим каждый метод подробнее.

Стабилизатор давления предназначен для того, чтобы выравнять изменяющийся напор воды. Принцип работы стабилизатора давления воды схож с принципом работы регулятора давления - поддержание постоянного давления воды на выходе происходит за счёт плавного изменения напора на входе, тем самым обеспечивая стабильное поддержание заданной температуры горячей воды по всему трубопроводу. Как показывает практика, устранение колебаний в температуре горячей воды за счёт применения стабилизатора давления в значительной степени сокращает расход воды, благодаря этому существенно снижает переплату за горячую воду, а также защищает от коррозии, тем самым уменьшая сопротивление движения воды — экономия может достигать 70% [2].

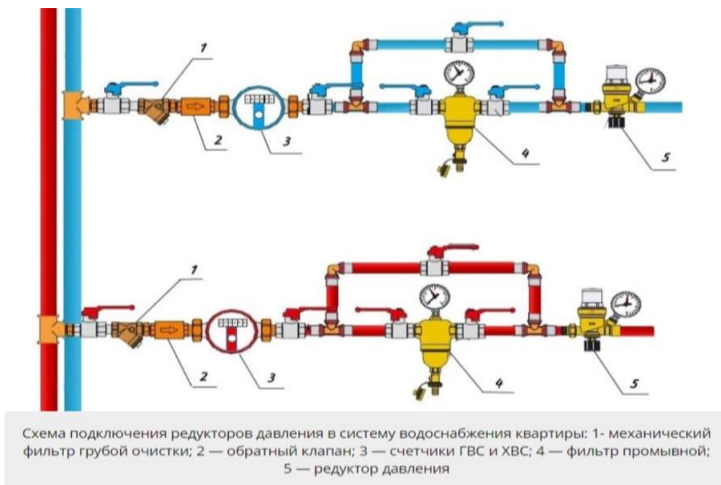


Рис. 1 Схема подключения регулятора давления

Снижение теплопотерь можно достичь путем утепления трубопровода. Утепленный трубопровод не даст образовываться на трубе конденсату: в результате она не будет ржаветь и промерзать. Таким образом, будет увеличиваться срок службы, а также снизятся затраты на ремонт [3]. Как правило, утепляются те места, где трубы проходят по земле, смонтированы воздушным (наземным) способом или расположены в неотапливаемом помещении. Кроме того, утепление магистрали позволяет снизить затраты на энергоносители за счёт уменьшения потерь тепла – экономия тепла может колебаться от 20 до 60% [4].

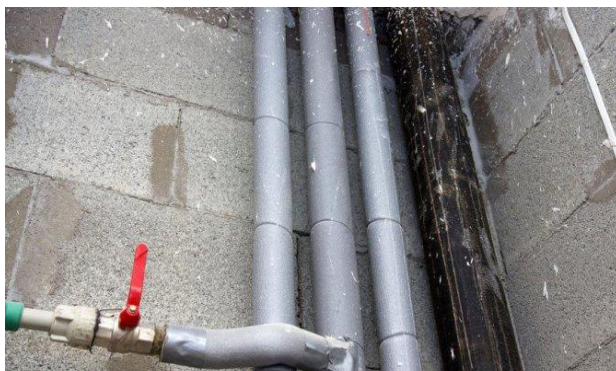


Рис. 2 Пример теплоизолированного трубопровода

Водомеры предназначены для учёта объёма воды, проходящего по водопроводу. В России чёткого закона, регулирующего установку счётчиков воды, нет. Согласно закону от 23.11.2009 N 261-ФЗ все потребляемые ресурсы должны быть учтены, но особых штрафов за неиспользование водомеров не предусмотрено. В том случае, если счётчик воды не установлен, потребитель обязан платить по особому тарифу, который значительно выше фактического расхода. Поэтому, установив счётчики и рационально используя воду в быту, можно существенно экономить на коммунальных платежах.

Термостатический смеситель позволяет устанавливать определённую температуру горячей воды благодаря тому, что в термостатический клапан поступает одновременно холодная и горячая вода, там она смешивается и на выходе вода имеет заданную температуру. Жители частных домов в большинстве случаев сталкиваются со следующей проблемой: чтобы текла горячая вода должно пройти определённое количество времени для того, чтобы вода успела нагреться. Что касается многоквартирных домов, когда все в доме интенсивно используют воду, струя из крана становится то слишком горячей, то слишком холодной. В таких случаях, расход воды резко возрастает, вызывая перепады давления. Установка термостатического смесителя предполагает экономию воды при нагреве до 20% [5].



Рис. 3 Термостатический смеситель

Двухрежимный сливной бачок с парой кнопок позволит существенно экономить расход воды, так как в отдельных случаях используются только её часть. Помимо двойного варианта кнопка для двухрежимного механизма слива может быть и одной. В этом случае

спускаемый объем воды при сливе будет зависеть от силы нажатия на рычаг.

Ещё одним способом экономии воды является переход на альтернативные источники водоснабжения. К такому альтернативному источнику можно отнести дождевую воду. Для этого нужно осуществить её очистку, сбор и хранение. Дождевую воду можно использовать в различных бытовых и других сферах человеческой деятельности.

В заключении хотелось бы добавить, что уменьшение энергопотребления позволяет не только экономить ресурсы и затраченные средства, но и улучшить физическое состояние человека. Энергоэффективность здания напрямую влияет на стабильный и ровный микроклимат в помещениях, что непременно отражается на комфортности проживания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дюрменова, С. С. Пути повышения энергоэффективности в зданиях / С. С. Дюрменова, А. Ю. Махов. // Молодой ученый. — 2020. — № 31 (321). — С. 18-21.
2. <https://o-vode.net/vodosnabzhenie/davlenie/stabilizator>
3. Кущев Л.А. Пути снижения энергозатрат в жилищно-коммунальном хозяйстве / Кущев Л.А., Дронова Г.Л. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2008. – №2. – С. 24 – 25.
4. <https://www.tproekt.com/izolacia-truboprovodov-goracego-i-holodnogo-vodosnabzhenia-teplovyh-setej-gazoprovodov/>
5. <https://sovet-ingenera.com/santeh/kran/termostaticeskij-smesitel.html>

УДК 342.8

Коновалова А.А., Галкина С.М.

Научный руководитель: Колпакова Е.В., ст. преп.

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

СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ ЖКХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРА

Жилищно-коммунальный комплекс является одной из важнейших отраслей социально-экономической сферы Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, который играет важную социальную,

экономическую роль в жизни современного общества, формирует и развивает комфортную среду для проживания граждан.

Главным направлением деятельности в сфере жилищно-коммунального хозяйства является повышение инвестиционной привлекательности, развитие и модернизация объектов инженерной структуры, повышение уровня качества жизни населения. При этом необходимо активное участие органов исполнительной власти автономного округа, органов местного самоуправления, организаций жилищно-коммунального комплекса, сторонних инвесторов в проведении инновационных преобразований [1].

Жилищно-коммунальные услуги в автономном округе оказывает 441 предприятие жилищно-коммунального хозяйства различных форм собственности, в том числе жилищные услуги – 253 предприятия и коммунальные услуги – 188.

Решение жилищной проблемы для Югры является первоочередной. Округ отстает от большинства субъектов РФ по уровню обеспеченности жилой площадью, опережает по показателям ветхого и аварийного жилого фонда. ХМАО–Югра относится к регионам, в которых ведется активное строительство жилого фонда. За счет построенного и введенного в эксплуатацию нового жилфонда, имеющего комплексное благоустройство, произошло повышение уровня благосостояния региона. На сегодня уровень комплексного благоустроенного жилищного фонда в ХМАО–Югре составляет 90%.

В ХМАО действует государственная программа «Жилье и городская среда». Доля многоквартирных домов, отремонтированных в соответствии с региональной программой капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах в 2019 году и 2021 году составляет 100 % в соотношении плановых и фактических результатов, так в 2019 году доля составляла 75,9 %, в 2021 году – 65,2 %». В 2020 году плановый результат исполнен на 94,5% и составил 51,4% [4].

В регионе реализуется программа «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» (входящая в проект «Жилье и городская среда»). Сроки выполнения: 2019-2024 гг. проект реализуется своевременно, в соответствии с утвержденным паспортом и планом. Финансовые затраты на 2021 год на данное мероприятие установлены в размере 6670553,5 тыс.рублей. В 2021 г. расселено 100,089 тыс. кв.м. аварийного жилья, в котором проживали 6,821 тыс.чел. (117,6% от годового плана 5,791 тыс. чел.).

Доля площади жилищного фонда, обеспеченного всеми видами благоустройства, в общей площади жилищного фонда на протяжении трех лет соответствовала плановым результатам на 100%. В 2019 году

доля составила 81,6%, в 2020 году – 83,9%, в 2021 году – 85,4, что говорит о постепенном увеличении доли площади жилищного фонда, таким образом, темп роста 2021 года по отношению к 2019 году составил 104,7 %.

Доля замены ветхих инженерных сетей теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения от общей протяженности ветхих инженерных сетей теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения также на протяжении последних трех лет соответствовала плановым результатам на 100%. В 2019 году доля составляла 2,3%, в 2020 году составляла 2,6%, в 2021 году составила 2,8%. Это так же говорит о том, что доля из года в год постепенно увеличивается, темп роста 2021 года по отношению к 2019 году составил 121,7%.

Отметим, что в регионе остро стоит вопрос износа коммунальных сетей. Данная проблема крайне негативно сказывается на расходах жилищных коммунальных предприятий, что в свою очередь оказывает неблагоприятное состояние на финансы предприятий жилищно-коммунального хозяйства. Доля предприятий жилищно-коммунального хозяйства в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре, которые работают себе в убыток, растет. Так в 2021 году их доля составляет 34%, тогда как в 2020 году – 32%, в 2019 году – 31% [5].

Также, существует проблема неудовлетворительного качества питьевой воды. Это связано, прежде всего, со значительной степенью загрязнения источников водоснабжения в местах водозабора, водопроводы не оборудованы должным набором очистительных сооружений и обеззараживающих устройств, водопроводы и разводящие сети характеризуются высокой степенью изношенности. В регионе принимаются активные меры по ликвидации вышеперечисленных проблем и повышения качества питьевого водоснабжения, в том числе: переход на водопроводы из пластмассовых труб или полимерным покрытием, использование подземных источников водоснабжения, повсеместная установка общедомовых узлов учета расхода воды.

Для решения различных проблем в сфере ЖКХ разработана и утверждена «Концепция развития жилищно-коммунального комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры». Данный документ является отраслевой стратегией и определяет основные стратегические цели, инвестиционные приоритеты и задачи развития ЖКХ на период до 2030 года. Осуществляется строительство, реконструкция, модернизация объектов коммунального комплекса. Стратегическими целями государственной политики автономного округа в сфере ЖКХ являются повышение качества и надежности предоставляемых

жилищно-коммунальных услуг, улучшение жилищных условий, повышение сохранности жилищного фонда и уровня качества жилищно-коммунального обслуживания граждан.

Новые направления мероприятий государственной программы позволяют создать технические заделы информационной инфраструктуры отрасли ЖКХ региона, расширить информационную доступность, сроки получения информации, определенные развитием цифровой экономики в России [1].

Для привлечения долгосрочных частных инвестиций в жилищно-коммунальный комплекс автономного округа с целью снижения нагрузки на бюджеты АО и муниципальных образований по реконструкции и модернизации коммунальных систем и жилого фонда проводятся необходимые мероприятия: предоставление субсидий бюджетам муниципальных образований автономного округа; разработан механизм для повышения энергетической эффективности в жилищной сфере автономного округа; обеспечение надежного, качественного электроснабжения и подключения перспективных потребителей; предусматривается оказание финансового содействия собственникам помещений в многоквартирных домах для своевременного проведения капитального ремонта и др.

В целях стимулирования развития конкуренции в жилищно-коммунальном секторе в автономном округе, реализации стандарта развития конкуренции внедряется системный подход: планирование деятельности, формирование процессов, системы мониторинга, оценки, контроля и анализа, а также направлений совершенствования деятельности всех участников мероприятий по развитию конкуренции, удовлетворенности потребителей и других заинтересованных сторон качеством жилищно-коммунальных услуг.

Поскольку ХМАО-Югра является округом с довольно суровыми холодами, ставятся цели инновационного развития ЖКХ региона на базе совершенствования системы теплоснабжения: повышение эффективности, надежности и устойчивости функционирования систем теплоснабжения за счет их оптимизации, реабилитации и модернизации, а также за счет изменения методов управления и реформирования системы отношений на локальных рынках тепла и газа [4].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что основными перспективными направлениями развития жилищно-коммунального комплекса ХМАО-Югра являются: реконструкция, расширение, модернизация, строительство объектов жилищно-коммунального комплекса; уменьшение износа жилищного фонда и коммунальной

инфраструктуры; повышение эффективности, устойчивости, надежности и долговечности функционирования систем жизнеобеспечения населения; улучшение качества услуг путём перехода на профессиональный уровень управления многоквартирными домами; привлечение инвестиций в сферу жилищно-коммунального комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блех Е.М. Жилищное хозяйство. Экономика и управление: Учебник для вузов / под ред. Е.М. Блеха. – Изд-во: Питер, 2022. 624 с.

2. Куприянов С.В. Национальные социально-экономические системы в условиях перехода к новому социально-экономическому укладу: монография / под ред. проф. С.В. Куприянова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. 300 с.

3. Симионов Ю.Ф. Жилищно-коммунальное хозяйство. Справочник / Ю. Ф. Симионов. – 5-е изд. Ростов-на-Дону: Феникс: Март, 2019. 286 с.

4. Департамент строительства и жилищно-коммунального комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: [Электронный ресурс]. URL: <https://ds.admhmao.ru/> (дата обращения 05.10.2022 г.).

5. Правительство Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: [Электронный ресурс]. URL: <https://gov.admhmao.ru/> (дата обращения 09.10.2022 г.).

УДК 62-533.66

Кошлич Ю.А., Буханов Д.Г., Коротков И.В.

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

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Автоматический узел регулирования потребления тепловой энергии – система погодозависимой автоматики, устанавливаемой в индивидуальных тепловых пунктах отапливаемых зданий. Производит регулировку режимов работы системы отопления в зависимости от климатических условий, позволяя добиться снижения потребления

тепловой энергии при сохранении комфортных условий микроклимата в помещениях. В работе проведена оценка экономического эффекта работы узлов погодного регулирования на объектах бюджетной сферы Белгородской области.

На данный момент оснащённость бюджетных учреждений приборами коммерческого учета потребления тепловой энергии на территории Белгородской области составляет более 80%, следовательно, снижение потребления энергетических ресурсов не только уменьшит расход ископаемого топлива на нужды теплоснабжения, но и окажет ощутимый экономический эффект на финансовые затраты учреждений.

В настоящее время наибольшая экономия тепловой энергии при относительно небольших капиталовложениях достигается за счет использования автоматических узлов погодного регулирования (АУПР). Современные комплексы автоматики позволяют гибко настраивать не только температурный график подачи теплоносителя в зависимости от климатических условий, но и временные рамки работы системы отопления, понижая температурный режим в нерабочее время. Таким образом потребитель обеспечивается тепловой энергией точно в соответствии с необходимостью, что и позволяет добиться экономического эффекта работы установки.

В мире практикуется два различных способа регулирования теплопотребления: качественный и количественный. В России наибольшее распространение получило качественное регулирование отпуска тепловой энергии потребителям. Суть – расход воды в системе теплоснабжения остается постоянным на протяжении всего отопительного периода, при изменении климатических условий корректируется только температура теплоносителя [1]. Недостатком данного способа является то, что все здания, подключенные к тепловой сети получают теплоноситель примерно одинаковой температуры с заданным расчетным расходом. Расход определяется на основе нормативного количества тепловой энергии, необходимого на отопление здания, которое зачастую значительно превышает фактическое значение. Поэтому в целях экономии ресурсов прибегают к использованию локального количественного регулирования потребления. Автоматизацию данного процесса обеспечивает система погодного регулирования.

Механизм работы АУПР прост – на подающем трубопроводе до узла смешения устанавливается регулирующий клапан с электроприводом и подключается к шкафу управления. Также к контроллеру подключаются датчики температуры в подающем и

обратном трубопроводе системы отопления и датчик температуры наружного воздуха. При изменении климатических условий, фиксируемых внешним датчиком, автоматика приводит в движения регулирующий клапан и изменяет расход теплоносителя из тепловой сети до тех пор, пока теплоноситель, поступающий в систему отопления, не придет в соответствие заданному графику. В отдельных случаях, например, при подключении к источнику с малым количеством потребителей, управляющий орган (клапан) может быть заменен на частотный регулятор циркуляционного насоса. В таких схемах насос устанавливается на линии подмеса. Наиболее распространенная схема АУПР приведена на (рисунке 1).

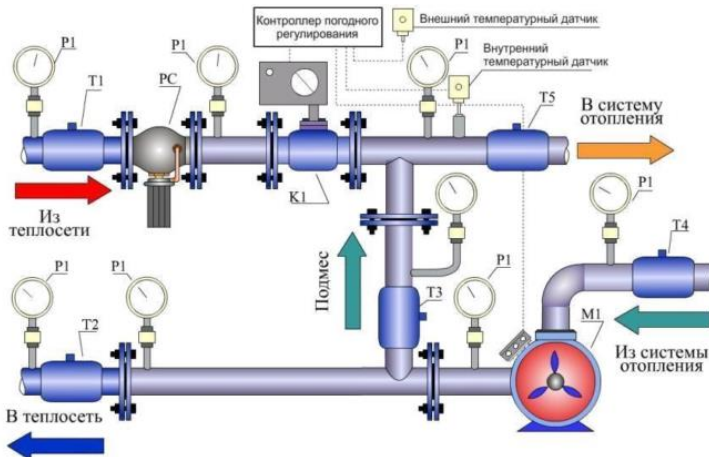


Рис. 1 Схема АУПР [2]

Объектами нашего исследования эффективности работы АУПР стали 5 учреждений бюджетной сферы г. Белгорода. По этим объектам сравним фактическое потребление на нужды отопления, приведенное к сопоставимым условиям, с потреблением в соответствующий календарный период года, предшествующего установке оборудования [3]. Результаты приведены в (таблице 1). Отметим, что в качестве ограждающих конструкций на всех рассмотренных объектах использованы схожие материалы, утепление фасадов отсутствует, следовательно, удельный расход тепловой энергии на отопление зданий меняется незначительно и учреждения находятся в схожих условиях [4].

Таблица 1 – Экономический эффект от установки АУИР

№ п/п	Наименование учреждения	Потребление, Гкал/год		Экономия	
		до уст.	после уст.	Гкал/год	%
1	МБОУ «СОШ № 29» г. Белгорода им. Д.Б. Мурачева	641,02	416,04	209,13	33
2	МБДОУ д/с № 68 г. Белгорода	527,91	364,61	163,30	31
3	МБОУ «СОШ № 13» г. Белгорода	506,52	327,31	179,21	35
4	МБДОУ д/с № 48 «Вишенка» г. Белгорода	477,30	315,83	161,47	34
5	МБОУ «Лицей № 32» г. Белгорода	739,94	499,52	240,42	32

Таким образом при установке в ИТП бюджетного учреждения, подключенного к крупному источнику централизованного теплоснабжения, система АУИР обеспечивает экономию более 30% потребления тепловой энергии на нужды отопления [5].

Также проанализируем 3 объекта, погодная автоматика на которых уже была установлена, однако работала по завышенному графику и без расписания снижений в нерабочее время [6]. Данные о достигнутой экономии после настройки режимов потребления приведены в (таблице 2).

Таблица 2 – Экономический эффект от настройки расписания снижений

№ п/п	Наименование учреждения	Потребление, Гкал/год		Экономия	
		до уст.	после уст.	Гкал/год	%
1	МБОУ «СОШ № 45» г. Белгорода	1 022,82	852,96	169,86	17
2	МБОУ «СОШ № 40» г. Белгорода	631,38	548,56	82,82	13
3	ГБУК «Белгородская государственная универсальная научная библиотека»	482,52	373,96	108,56	22

На основе данных о достигнутой экономии из (таблицы 2) можно сделать вывод, что сам по себе монтаж и запуск АУИР не позволит реализовать весь потенциал работы установки. Полноценное раскрытие

возможностей оборудования происходит только в случае правильной настройки, учитывающей тепловую инерционность здания – скорость влияния изменения параметров теплоносителя на фактическую температуру в помещениях, техническое состояние системы отопления и ограждающих конструкций [7].

Вывод: установка и правильная настройка автоматического узла погодного регулирования потребления тепловой энергии на рассмотренных объектах бюджетной сферы г. Белгорода позволила сэкономить от 161 до 240 Гкал в год для каждого учреждения, что при действующем тарифе ПАО «Квадра» 1958,20 руб. и капитальных затратах на реализацию около 350 000 руб. позволяет говорить о сроке окупаемости инвестиций около 1-го года. Для энергоэффективного мероприятия весьма высокий показатель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свирин М.В., Бычихин С.А. Анализ нестационарного теплового режима здания при снижении отопительной нагрузки в нерабочее время // Энергетические системы. 2019. № 1. С. 424-432.

2. Методические рекомендации по расчету эффектов от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности: под общ. ред. Е.Г. Гашо. М.: АЦ при Правительстве РФ, 2016. 56 с.

3. Экономическая эффективность энергосбережения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха / Л.И. Еремкин, Т.И. Королева, Г.В. Данилин и др. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. 184 с.

4. Шилкин Н. В. Экономические аспекты внедрения индивидуальных тепловых пунктов // Энергосбережение. 2007. № 3. С. 12-15.

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

6. Федоров С.С., Кобелев Н.С., Тютюнов Д.Н., Бойцова Е.А., Бурилич И.Н., Минко В.А., Дорошенко Е.В. Системы автоматического регулирования параметров теплоносителя отапливаемых зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 111-115.

7. Кобелев Н.С., Минко В.А., Кобелев В.Н., Семенов А.С., Гунько И.В., Токарева А.В., Тарасов Д.М. Энергосберегающее решение

в биосферных системах, отапливаемых жилых и общественных зданиях
// Вестник Белгородского государственного технологического
университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 62-65.

УДК 628.87

Свирин М.В.

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

МЕТОДЫ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА СИСТЕМАМИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Интернет вещей (IoT) представляет собой систему, в которой ряд различных вычислительных устройств, от нескольких датчиков до миллионов «умных» устройств, являются частью более крупной сети для систематизации и оптимизации некоторых аспектов рутинной деятельности. Несмотря на то, что концепция IoT активно используется с 1998 года, часть её возможностей находится еще на стадии начальной разработки [1].

Хотя системы Интернета вещей реализуются в различных видах, ее основные компоненты не изменяются. Так, IoT включает в себя минимум два устройства, которые могут взаимодействовать между собой для обмена информацией, а также третье устройство, которое контролирует обмен данными на программном уровне.

Привлекательность систем IoT обусловлена их активной интеграцией в повседневную жизнь. Однако это же создает уникальные по своей сути требования и проблемы.

Во-первых, важно, чтобы при проектировке устройства учитывалось мнение конечных пользователей. Это связано с тем, что системы Интернета вещей используются преимущественно для автоматизации (и, как следствие, облегчения) некоторых аспектов повседневной жизни. Ввиду этого, учет индивидуальных предпочтений, включая поведенческие модели, должно занимать центральное место в разработке алгоритмов для достижения наибольшей эффективности.

Во-вторых, одобрение конечных пользователей имеет решающее значение для сбора и передачи данных о действиях и характере людей, т.е. тех данных, которые потребуются для дальнейшего улучшения всех систем.

В-третьих, необходимо создавать пространство, безопасное для личных данных и безопасности потребителей для обеспечения

устойчивости структуры IoT во времени и расширению сети пользователей.

В данной статье рассматривается второй аспект в рамках использования Интернета вещей в системах отопления, а именно существующие методы сбора и анализа данных для контроля систем IoT.

Для анализа потребностей пользователя в системах Интернета вещей используют прогностические и адаптивные технологии.

Основная цель алгоритмов предиктивного управления состоит в создании технологии прогнозирования на основе предшествующего поведения энергопотребления, особенностей региональной погоды, а также индивидуальных предпочтений пользователя. Хотя особенности энергопотребления, поведение пользователя и климат могут изменяться время от времени, общие тенденции часто постоянны в течение длительного периода. Так, например, анализ жилого помещения за несколько дней может указывать на то, что потребитель обычно спит около 8 часов ночью, бодрствует и активен в доме в течение 2 часов, предшествующих рабочему дню, затем отсутствует в здании в последующие 9 часов и, наконец, возвращается домой и бодрствует вечером в течение примерно 5 часов, прежде чем лечь спать. Логично предположить, что пользователь, работающий с понедельника по пятницу и проводящий выходные дома, будет демонстрировать аналогичные модели энергопотребления в течение нескольких недель. Хотя это обобщенные данные, исследования показывают, что в целом колебания поведения остаются в пределах 10% от общей тенденции [2]. Такой анализ можно растянуть на несколько месяцев или даже лет.

Аналогичным образом собираются климатические данные для оценки еженедельных или ежемесячных тенденций. Если ежедневные условия значительно отличаются от прогностической модели, могут потребоваться адаптивные технологии (о них ниже). Однако исследование К. Matsui и др. [3] показывает, что для прогностических базовых линий эффективно использование средних исторических климатических данных.

С целью снижения количества ошибок используют различные аналитические методы, например, смешанную модель Гаусса. V. Marinakis и др. [4] сравнили точность различных технологий прогнозирования, сравнивая предполагаемый спрос на электроэнергию с фактическими моделями энергопотребления. Было выявлено, что конкретные алгоритмы управления энергопотреблением могут быть выбраны после сбора и анализа фактического набора данных. Использование примерных наборов данных, таких как исторические

эталонные температуры, приводит к возможному отклонению в 4-6 °С от желаемой пользователем температуры.

Исследование I. Wang с др. [5] показало важность использования дополнительных параметров. Так, информация о том, занята ли комната в данный момент или нет, может использоваться для определения алгоритма действий системы.

В работе Н. Zou и др. [6] выявлялась и категоризировалась деятельность, которой пользователь занимался в течение продолжительного периода. Так, исследователи изучили запатентованную алгоритмическую технику «DeepHare», представляющую собой нейросеть, которая использовала данные с Wi-Fi камер, различных датчиков, а также акселерометров, встроенных в смартфоны, для идентификации различных действий человека. Полученные данные были обработаны и использованы для разработки шаблонов. Полученные шаблоны учитывали не только данные, зарегистрированные датчиками, но и временные данные, интерпретируя сразу несколько циклов данных. Данное исследование показало, что полученные шаблоны имели точность более 97%.

В отличие от прогностических технологий, адаптивные фокусируются на изменении энергопотребления здания на основе обратной связи в режиме реального времени, если алгоритма прогнозирования недостаточно.

V. Marinakis и др. исследовали возможности оценки температуры дома его жильцами в режиме реального времени для ее корректировки в зависимости от удовлетворенности пользователей. Ими был рассчитан индекс PMV [4]. Индекс PMV, или иначе прогнозируемая средняя оценка, предназначен для прогнозирования среднего значения голосов группы жителей по семибалльной шкале температурных ощущений [7]. Данные, используемые для расчета этого индекса, обновлялись в режиме реального времени. При этом жильцы могли сообщать о своей оценке температурных условий при помощи онлайн-приложения [4].

Упомянутая выше нейронная сеть «DeepHare» полезна также и с точки зрения адаптивных технологий. Несмотря на то, что она рассматривается преимущественно как метод машинного обучения, ее можно использовать также и для настройки отопления и энергопотребления дома в зависимости от действий пользователя, как например, ходьба, сидение или сон. Такое применение этой технологии рассматривалось в работе Н. Zou и др. [6], однако реализация была предварительной и до конца не проработанной.

В исследовании М. Fayaz и др. [8] рассматривались средства, с помощью которых можно было объединить адаптивные методы и

методы прогнозирования. В рамках исследования была разработана улучшенная прогностическая модель для оценки использования энергии за период для процессов контроля температуры, естественного освещения внутри помещений и качества воздуха. Вычисляя ошибку между ожидаемыми и фактическими оценками для всех параметров, они смогли определить более подходящий уровень энергопотребления.

Итак, для большинства приложений системы Интернета вещей потребуются некоторые аспекты как прогнозирующих, так и адаптивных технологий, чтобы максимально повысить энергоэффективность. Методы прогнозирования в основном необходимы для разработки точных рамок для типичного энергопотребления, но адаптивные технологии необходимы для «пограничных» случаев, когда прогнозируемое поведение электропотребления не является точным в пределах пороговых значений, требуемых конкретными приложениями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гушин С.В., Семенов А.С., Шень Ч. Мировые тенденции развития энергосберегающих технологий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. №5. С. 31-43.

2. Ильина Т.Н., Феоктистов А.Ю., Дегтев В.М. Прогнозирование и регулирование состояния микроклимата в замкнутом объеме со значительными тепло- и влагоизбытками // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №4. С. 121-123.

3. Matsui K., Yamagata Y., Kawakubo S. Real-time Sensing in Residential Area using IoT Technology for Finding Usage Patterns to Suggest Action Plan to Conserve Energy // Energy Procedia. 2019. №158. Pp. 6438-6445.

4. Marinakis V., Spillotis E., Doukas H., Papastamatlou I. Decision Support for Intelligent Energy Management in Buildings Using the Thermal Comfort Model // International Journal of Computational Intelligence Systems. 2017. №11. Pp. 882-893.

5. Wang I., Kubichek R., Zhou X. Adaptive Learning Based Data-Driven Models for Predicting Hourly Building Energy Use // Energy and Buildings. 2017. №159. Pp. 454-461.

6. Zou H., Zhou Y., Yang J., Spanos C. Towards occupant activity driven smart buildings via WiFi-enabled IoT devices and deep learning // Energy and Buildings. 2018. №177. Pp. 12-22.

7. Свири́н М. В. Исследование влияния ненормативной внутренней температуры помещения на тепловой комфорт в переходный период с использованием индексов PMV и PPD // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2022. № 3(22). С. 28-38.

8. Fayaz M., Kim D. Energy Consumption Optimization and User Comfort Management in Residential Buildings Using a Bat Algorithm and Fuzzy Logic // Energies. 2018. №11. Pp. 161-182.

УДК 69.034

Сибирцев Д.А. Погребняк К.Э.

*Научный руководитель: Сальникова О.Н., канд. филос. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

Проблеме геологических исследований в процессе строительства высотных зданий всегда уделялось глубокое и пристальное внимание. Отличительной особенностью высотных зданий является то, что они возводятся, как правило, в глубоких котлованах, имеют большую площадь опирания и передают значительные нагрузки на грунты основания. При этом взаимодействие с подземными и надземными частями высотных зданий вовлекаются огромные массивы грунта, как под фундаментами, так и за ограждением котлована. При проектировании и строительстве таких зданий особое место занимает обеспечение надежности оснований, фундаментов и конструкций подземных частей.

Основная особенность высотных зданий по сравнению с традиционными конструкциями заключается в том, что на основание в большей степени оказывается неравномерное давление. Эти условия обусловлены тем фактом, что вес здания, как больших (около сотен тысяч тонн), так и высоких зданий, часто проектируется как конструкции башенного типа по архитектурным и планировочным соображениям. Высота современных высотных зданий часто намного превышает горизонтальные размеры. Удельное давление на основание под базовой конструкцией ряда строящихся и эксплуатируемых высотных зданий достигает 500-800 кПа и более [1].

Высотные здания, как правило, включают в работу большие массивы грунта со значительной неоднородностью в плане и глубине. В таких случаях неравномерная передача нагрузок, неоднородность

грунта и их повышенная деформируемость при неадекватных проектных решениях могут привести к развитию недопустимых отложений, прогибов и кренов фундаментных частей зданий и, как следствие, к чрезмерным усилиям строительных конструкций и дальнейшему отклонению верха здания от вертикали. Это часто приводит к смещению центра тяжести здания и увеличению моментных нагрузок на основание, что приводит к еще большей концентрации неровностей деформаций основания. Значительные отклонения здания от вертикальной оси, которые могут быть вызваны только при фундаментной части здания, в основном из-за безопасного использования лифтов, коммуникаций и других возникающих технологических нарушений, в сочетании с увеличением значений напряжений на массе почвы, могут привести к тому, что осадки в особенно высотных зданиях стабилизируются относительно медленнее и достигают конечных значений в течение более длительных периодов времени, чем в обычных зданиях. Увеличение размера зоны воздействия следует учитывать при проектировании конструкций, прилегающих к высотному зданию, и при разработке мер по защите прилегающего здания. Указанные геотехнические характеристики учитываются как существенное увеличение объемов строительства высотных зданий, детализации и содержания инженерных изысканий, расчета фундаментов и фундаментов, а также выбора рациональных для конкретных условий типов структурных фундаментов и технологий их устройства [2].

Выбор базовой конструкции высотного здания должен осуществляться на основе технико-экономического сопоставления вариантов и определяться схемой проектирования здания, характером покрытий и характеристиками грунта, нагрузками, которые здание переносит на основание, взаимодействием строящегося здания с массивом грунтов и окружающим зданием. При использовании различных современных дизайнерских решений (стилобат, углубление фундамента и т. д.), необходимо учитывать весь комплекс последствий их принятия, в том числе сложность проектирования и усложнение работ по обустройству фундаментов. Для высотных зданий, характеризующихся большими и неравномерными нагрузками на фундамент и фундамент, эффективным решением могут быть комбинированные свайно-плитные и плиточно-анкерные фундаменты [3].

В мировом и отечественном опыте высотного строительства используется прочный свайно-плитный фундамент. Прочная система фундаментов из свай и плит состоит из свай, свай и грунта. При

проектировании свайных фундаментов предполагается, что общая нагрузка должна приходиться только на сваи и иметь определенный запас прочности по отношению к несущей способности. С одной стороны, учет вклада несущей способности опорной плиты может привести к созданию более экономичного фундамента по сравнению с традиционным свайным фундаментом. С другой стороны, вклад свай значительно снижает осадок по сравнению с обычными твердыми фундаментами. Контактные напряжения в сваях приводят к увеличению несущей способности свайной сваи в системе свай. Свайные системы широко используются в Германии для оптимизации расположения фундаментов высотных зданий и мостов в различных геолого-инженерных условиях.

Одним из примеров могут выступать сплошные свайно-плитные фундаменты высотных зданий на переуплотненных «франкфуртских глинах». По мере превращения в мировой финансовый центр центральная часть такого мегаполиса на Рейне и Майне, как Франкфурт, приобрела свой нынешний уникальный облик. Сплошные свайно-плитные фундаменты были разработаны с целью оптимизации их устройства при строительстве высотных зданий этого города на переуплотненных высокопластичных глинах, которые можно сравнить с «лондонскими». Хорошим примером этой инновации является фундамент здания «Мессeturм» (Messeturm). Чтобы уменьшить осадку до 14,4 см и наклон до 1:2400, оказалось достаточно установить в его основании всего лишь 64 сваи длиной 29–35 м и диаметром 1,3 м. [4].

Сплошной свайно-плитный фундамент на песках средней плотности - пример устройства в песчаных грунтах в инженерно-геологических условиях Берлина. Тут преобладают слои песка и мергеля, которые выделяются от «франкфуртской глины». К примеру, имеют все шансы быть встречены массивные отложения песков от рыхловатых до средней плотности или же мергелей от податливых до строгих.

В этих геолого-инженерных условиях была поставлена серьезная задача избежать неприемлемого воздействия на соседние здания, которое уже имело место в Берлине. Таким образом, здание «Sony-Centre» на Потсдамской площади расположено на особом расстоянии от железнодорожного туннеля. Отметка о причине прочного фундамента ставится на границах верхней части слоя мергеля. Поэтому пришлось уменьшить осадок и прижать почву под фундаментной плитой с помощью свай. Сваи были нанесены диаметром 1,5 м, а сваи длиной от 15 до 25 м. Общий осадок в 3 см наблюдался до завершения строительства [5].

Был разработан новый способ создания непрерывных свайно-плитных оснований путем оптимизации толщины опорной плиты для средних и непроницаемых песков в качестве экономичной системы фундамента для высотных домов. Основной целью устройства этого фундамента является снижение внутренних напряжений и коэффициентов прочности в плите путем выбора в предусмотренном случае рационального расположения свай (чуть ниже несущих элементов). Это приводит к экономичному снижению вместимости опорной плиты и, соответственно, к сокращению количества и цены дел по ее укреплению при разработке земляных работ, дренажа и стенок котлована. Например, ансамбль домов «Херриот» на реке Майн в районе Нидеррад-Франкфурт во Франкфурте представляет собой впечатляющий пример прочного свайно-плитного фундамента на непроницаемом песке средней плотности. Это 72-метровое сооружение с 2 цокольными этажами занимает площадь фундамента 12 800 м². Основание прочной фундаментной плиты расположено на глубине 8 м от плоскости Земли. Земляное дно дает песок на значительную глубину, от среднего до непроницаемого. Уклон грунтовых вод расположен примерно на 5 м выше отметки фундамента, в результате чего подвалы, которые не были достаточно тяжелыми, должны были быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать гидростатическое противодействие. Эта фундаментная система состоит из прочного свайно-пластинчатого фундамента шириной 1,0 м под башнями, шириной 0,7 м под цокольным этажом и свай, работающих под напряжением под цокольным этажом. Применяя аналогичную комбинированную систему, можно уменьшить угол перекоса между сильно нагруженными башнями и почти незагруженными подвалами в переходной деке до оптимального значения.

Фундамент с непрерывной укладкой свай дает более благоприятный результат для большинства почвенных критериев стран Персидского залива, например, в населенных пунктах Дубая, Абу-Даби и Дохи, где поверхностный слой песчаного грунта лежит под каменными породами различной степени эрозии. Степень фундамента в большинстве случаев находится на этих каменных основаниях. Поскольку высотные здания переносят огромные нагрузки по своим причинам, а камни характеризуются огромной неоднородностью качеств, то для фундаментов обширного ложа в главном здании используются прочно заглубленные буронабивные сваи огромного креста. Эти сваи используются для предотвращения и удержания отложений и отложений неправильной формы в допустимых пределах. В таких случаях, чтобы сократить количество свай и сроки

строительства, можно с уверенностью использовать устройство цельных свайных плит [6].

Значительное количество возведенных и запроектированных за последнее время высотных зданий, породило такую действительно сложную инженерную задачу, как устройство фундаментов за максимально короткое время. В этом может помочь сооружение сплошных свайно-плитных фундаментов с оптимальным количеством свай и оптимальной конструкцией опорной плиты-ростверка, что даст большие преимущества и в экономическом отношении, и в плане сроков выполнения.

Как показал проведенный анализ геотехнической проблемы строительства высотных зданий, целью инженера-геотехника является гарантирование устойчивости фундамента и выполнение требований к эксплуатационной надежности здания при учете экономичности проекта. Сплошной свайно-плитный фундамент представляет собой новое геотехническое решение в проектировании фундаментов не только высотных зданий, но и жилых домов и мостов. Оно дает возможность и технической, и экономической оптимизации проекта на высоком уровне. Тот факт, что любое эксцентрическое (внецентренное) сооружение может быть безопасно возведено на глинах от мягких до жестких с помощью подходящего распределения свай необходимой длины и диаметра, говорит о почти безграничных возможностях устройства фундаментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Строкова Л.А. Определение параметров для численного моделирования поведения грунтов // Известия Томского политехнического университета. 2008. Т.313. №1. С. 69-74.

2. Практикум по инженерной геологии: учеб. пособие / С. А. Губарев, Н. Н. Оноприенко, О. Н. Сальникова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. И.Г. Шухова, 2020. 62 с.

3. Инженерная геология: учеб. пособие / Н.Н. Оноприенко, О.Н. Сальникова, П.С. Ашихмин. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. 117 с.

4. Голубев А.И., Селецкий А.В. К вопросу о выборе модели грунта для геотехнических расчетов // Актуальные научно-технические проблемы современной геотехники. Том 2. СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2009. С. 6-10.

5. Мутарзина Г.Р. Геотехнические проблемы и устойчивость высотного объекта // Эксперт: теория и практика.2022. №2 (17). С. 51-56.

6. Калачук Т.Г., Ширина Н.В. Изучение метода уплотнения лессовых грунтов подводным взрывом // Вектор ГеоНаук. 2019. Т.2. №1. С. 5-8.

УДК 622.691.4

Смирнов Н.А.

*Научный руководитель: Ефремова Т.В., канд. техн. наук, доц.
Волгоградский государственный технический университет. Институт
архитектуры и строительства, г. Волгоград, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГАЗАЦИИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

На сегодняшний день природный газ является самым эффективным видом минерального топлива, экологически и экономически наиболее удобным энергоносителем. В связи с этим растет количество его потребителей. Но с увеличением количества потребителей возрастает вероятность аварийных ситуаций с последующим ремонтом или заменой оборудования и отдельных участков газопровода. Для локализации аварии и последующего ремонта необходимо произвести дегазацию газопровода. Простое «сравливание» газа, находящегося в газопроводе, ведет к экономическим потерям и долговременному перерыве в подаче газа потребителям. Поэтому, рассматривается вариант с транспортировкой газа, находящегося в отключенном участке газопровода высокого или среднего давления, потребителям для бытового использования. Возникает задача определения времени, в течение которого потребители могут использовать такой газ.

Для отдельных жилых домов и общественных зданий расчетный часовой расход газа определяется как сумма номинальных расходов газа газовыми приборами с учетом коэффициента одновременности их действия [1]. Для отдельных сосредоточенных потребителей газа, таких как котельные и производственные здания, расчетный расход газа определяется по производительности установленных газовых агрегатов.

Объем природного газа, находящегося в отключенном трубопроводе, зависит от коэффициента сжимаемости газа, который в

свою очередь зависит от давления и температуры. Коэффициент сжимаемости газа можно определить по выражению

$$Z = 1 - 0,4273 \frac{P}{P_{пк}} \left(\frac{T}{T_{пк}} \right)^{-3,668}, \quad (1)$$

где $P_{пк}$, $T_{пк}$ – псевдокритические давление, МПа, и температура газа, К.

Графический способ определения псевдокритических параметров состоит в определении величин ($P_{пк}$, $T_{пк}$) в зависимости от относительной плотности газа по воздуху $\bar{\rho}$ (рисунок 1).

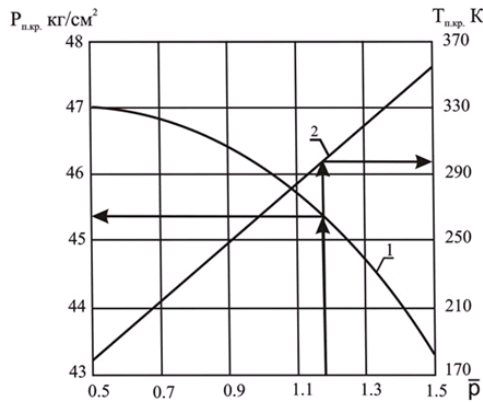


Рис. 1 График определения псевдокритических параметров природного газа [2]

Объем газа, находящийся в закрытом участке газопровода, определяется по выражению

$$Q = \frac{1000 \cdot 0,785 \cdot 273 \cdot D_{вн}^2 \cdot l \cdot Z_0}{1,033 T_n} \left(\frac{P_n}{Z_n} - \frac{P_k}{Z_k} \right) = \quad (2)$$

$$= 207,46 \cdot 10^3 \frac{D_{вн}^2 \cdot l \cdot Z_0}{T_n} \left(\frac{P_n}{Z_n} - \frac{P_k}{Z_k} \right),$$

где $D_{вн}$ – внутренний диаметр газопровода, м; l – длина участка дегазируемого газопровода, м; Z_0 – усредненное значение

коэффициента сжимаемости газа; Z_n и Z_k – коэффициент сжимаемости газа в условиях начального и давления конечного давления.

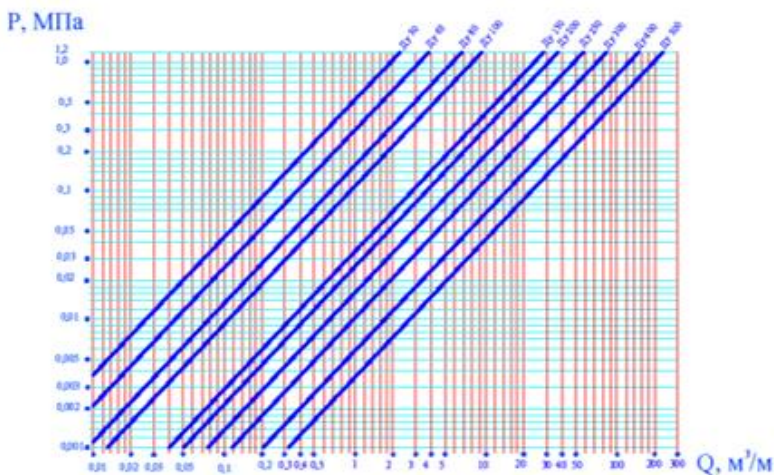


Рис 2. Номограмма определения удельного объема газа в газопроводе

Так как выражение (2) представляет собой определенные трудности при выполнении практических расчетов, разработана номограмма определения объема газа на 1 м газопровода в зависимости от начального давления для диаметров от 50 до 500 мм [3].

В двухступенчатой газораспределительной сети для снижения давления и перехода с одной категории на другую устанавливается пункт редуцирования газа (ПРГ), основным оборудованием в котором является регулятор давления газа. Поэтому при дегазации газопровода через регулятор необходимо определять диапазон его работы в конкретных условиях. Этот диапазон зависит от входного и выходного давления и пропускной способности регулятора. Так, при уменьшении давления газа перед регулятором падает его максимальная пропускная способность. Для того, чтобы понять, в течение какого времени регулятор давления газа сможет работать при дегазации, необходимо определить время, через которое, давление газа внутри закрытого участка газопроводной сети снизится до минимально возможного значения работы регулятора.

Давление газа перед регулятором не влияет на его работу, при снижении давления до себя регулятор не закрывается. При достижении

достаточно низкого давления до себя регулятор расхода газа откроется на максимальное проходное сечение, и дальнейшее регулирование расхода газа будет невозможным. При снижении давления газа до регулятора до минимального рабочего, регулятор может продолжить свою работу, но показатель расхода газа через седло будет меньше требуемого.

Таким образом, на время дегазации участка газопровода оказывают влияние несколько критериев: разбор газа потребителями, объем газа с учетом сжимаемости газа и работа регулятора давления, установленного в ПРГ. Использование дегазируемого топлива таким образом позволяет снизить до минимума выброс газа в атмосферу, а также позволит спрогнозировать время начала работ и их окончания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. Москва, 2003.

2. Справочник по проектированию магистральных газопроводов. Под ред. А.К. Дерцакяна. – Л.: Недра, 1977. – 519 с.

3. Ефремова Т.В., Матвеев П.С. Определение коэффициента сжимаемости газа при дегазации участка газопровода. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7461.

4. Калицун В.И. Основы гидравлики, водоснабжения и канализации/ В.И.Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков, П.В. Сафонов. – М.: Стройиздат, 1972. – 381 с.: ил.

5. Мариненко Е.Е. Газоснабжение: учебное пособие / Е.Е. Мариненко, Т.В. Ефремова. Волгоград: ВолгГАСУ, 2008.

УДК 697.34

Чуйко В.В.

*Научный руководитель: Куцев Л.А., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РАДИАТОРА ОТОПЛЕНИЯ С РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ТЕПЛООБМЕНА

Основными потребителями тепловой энергии в Российской Федерации на 2020 г. являются промышленность (на которую приходится 49% конечного потребления тепла), а также население и бюджетные

организации (39% конечного потребления соответственно), остальное отнесено к прочим нуждам [1, 2].

Динамика потребления тепловой энергии по отраслям в период с 1990-2020 гг. в РФ представлена в (таблице 1).

Таблица 1 – Динамика потребления тепловой энергии по отраслям в период с 1990-2020 гг., млн. Гкал

Сфера потребления тепла от систем централизованного теплоснабжения	Млн. Гкал			% от совокупного производства		
	1990	2000	2020	1990	2000	2020
Промышленное производство	1068	560,2	554,4	51	38	43
Население	485	516,9	442	23	35	32
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	76	41	28	4	3	2
Строительство	42	34,1	6	2	2	0
Транспорт и связь	38	14,6	21,6	2	1	2
Прочее	336	199,1	80,3	16	13	8
Конечное потребление	2045	1366	1165	99	96	93

В настоящее время в России наблюдается тенденция снижения потребления тепловой энергии. Однако эти показатели не являются результатом грамотной политики энергосбережения: после реформ 1990-х гг. потери тепла в ходе транспортировки выросли в 2,5 раза, что повлекло за собой рост тарифов. В сфере теплоснабжения требуются решения, направленные на повышение эффективности работы систем теплоснабжения.

Наибольшее сокращение потребления (в процентном соотношении) наблюдается в сельском хозяйстве и строительстве, в основном, за счет перехода к децентрализованным источникам тепла. В 2 раза снизилось потребление тепловой энергии в сфере промышленности: снижение произошло как за счет повышения эффективности энергосберегающих мероприятий, так и за счет сокращения производств, также нужно учитывать переход некоторых производств к автономному теплоснабжению. Хуже всего обстоит ситуация с энергосбережением у населения: в этой сфере потребление тепловой энергии сократилось всего на 15% [1, 2].

Технический потенциал экономии тепловой энергии в жилых зданиях составляет 385 млн. Гкал, что является наибольшим показателем среди всех сфер потребления тепла. Повышение эффективности отопления строящихся жилых зданий не влечет за собой

повышение издержек для застройщиков, издержки строительства обуславливаются другими факторами (например, этажность здания, фонд заработной платы). Но с практической точки зрения, быстрее и экономически выгоднее модернизировать существующие системы отопления жилых зданий, чем проводить замену всего существующего жилого фонда [3].

Наиболее распространенными отопительными приборами в жилых зданиях являются радиаторы из чугуна, стали, алюминия и других материалов. Наиболее старым типом являются чугунные радиаторы, обладающие высокой теплоемкостью и стойкостью к загрязнениям и агрессивным воздействиям. Данный тип радиаторов материалоемкий (масса радиатора составляет 41-50 кг на 1 кВт) и обладает тепловой инерционностью, что не позволяет оперативно регулировать температуру в помещении [4]. Алюминиевые радиаторы отопления обладают малой массой и тепловой инерционностью, однако чувствительны к качеству теплоносителя. Специфической особенностью данного типа радиаторов является невозможность совмещения алюминиевых радиаторов с медными трубами по причине окисления радиатора при их взаимодействии. Стальные радиаторы обладают высоким КПД, требуют небольшой объем теплоносителя, а также, как и алюминиевые, имеют малую инерционность и массу. Недостатком данного типа является образование коррозии [5].

Для интенсификации теплоотдачи нами разработана патентнозащищенная конструкция трубчатого радиатора отопления с повышенной турбулизацией теплоносителя [6].

Радиатор содержит верхний и нижний коллекторы, которые соединены между собой вертикальными проводящими каналами. Присоединение отопительного прибора к подводящей и отводящей магистралям осуществляется с помощью патрубков (рисунок 1).

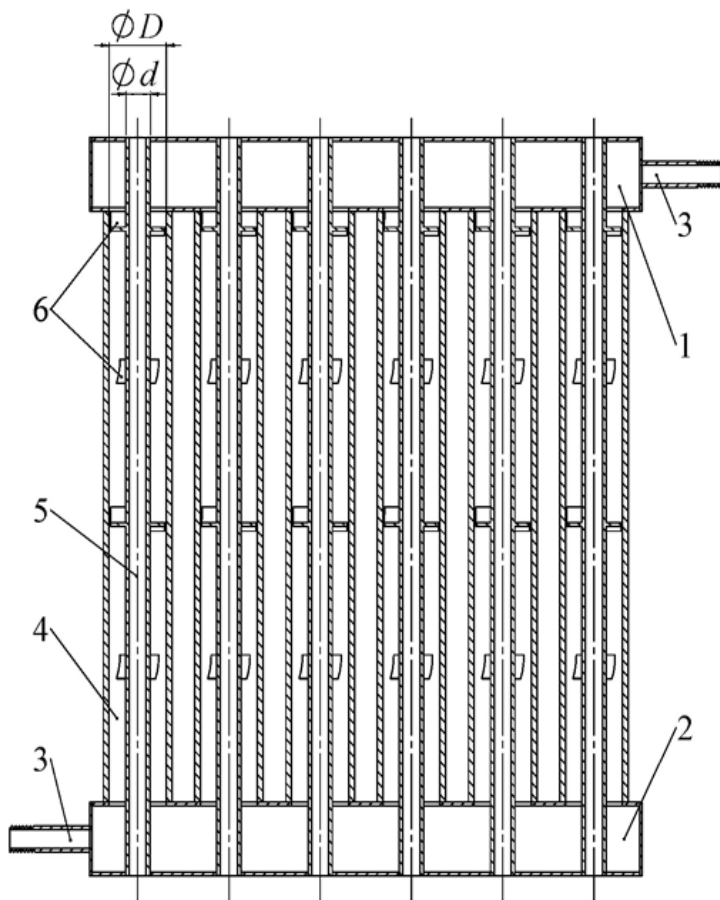


Рис. 1 Конструкция трубчатого радиатора отопления с повышенной турбулизацией теплоносителя: 1 – верхний коллектор; 2 – нижний коллектор; 3 – патрубок; 4 – внешняя труба; 5 – внутренняя труба; 6 – вогнутые пластины

Вертикальные каналы выполнены из внешних и внутренних труб. Пространство для прохождения теплоносителя образуется внутренним диаметром D внешней трубы и внешним диаметром d внутренней трубы. Для турбулизации потока теплоносителя на внешней поверхности внутренней трубы равномерно по диаметру, с углом α (рисунок 2), установлены ярусами вогнутые пластины. Каждый последующий ярус пластин повернут относительно предыдущего на угол $\alpha/2$.

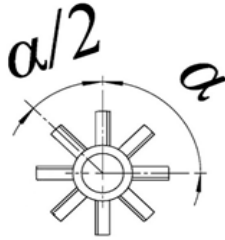


Рис. 2 Расположение пластин по диаметру внутренней трубы

Для сохранения турбулентного следа шаг размещения ярусов (рисунок 3) выбирается из соотношения:

$$l = 6 \div 12 h, \quad (1)$$

где l – шаг размещения ярусов; h – ширина пластин.

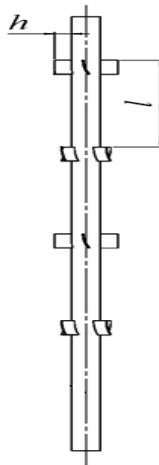


Рис. 3 Расположение пластин по длине внутренней трубы

При движении по вертикальным каналам теплоноситель омывает установленные на внутренней трубе пластины. Вследствие этого создаются зоны завихрения потока, что увеличивает эффективность теплообмена теплоносителя с нагреваемой поверхностью труб вертикального канала.

Таким образом предложенная конструкция радиатора отопления способствует повышению эффективности теплоотдачи, что в свою

очередь ведет к уменьшению металлоемкости отопительного прибора и уменьшению потребления энергии при его производстве и эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семикашев В. В. Теплоснабжение в России: текущая ситуация и проблемы инвестиционного развития // Всероссийский экономический журнал ЭКО. 2019. №. 9. С. 23-47.

2. Доклад о состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2020 г. // Министерство энергетики Российской Федерации [сайт], 2022. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/22832> (дата обращения 25.09.2022).

3. Башмаков И. А. Анализ основных тенденций развития систем теплоснабжения России // Новости теплоснабжения. 2008. Т. 2. С. 6-9.

4. Еремкин А. И., Баканова С. В. Отопление. Современные отопительные приборы для зданий и сооружений. Учебное пособие. – 2016.

5. Харитонов А. С. Исследование технических характеристик, преимущественных аспектов и недостатков радиаторов отопления различных типов //Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2019. – №. 1. – С. 66-71.

6. Пат. №211314 Российская Федерация. МПК F24D 3/06 Трубчатый радиатор отопления / Кушев Л.А., Чуйко В.В., Уваров В.А., Саввин Н.Ю., Булгаков С.Б., Алифанова А.И., Архипова Н.А.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. №2022105089; заявл. 25.02.2022; опубл. 31.05.2022, Бюл. №16. 8с.

УДК 66.021.4

Ярышева Ю.И.

Научный руководитель: Калимуллин Р.Р., ст. преп.

*Казанский национальный исследовательский технологический университет
им. Туполева, г. Казань, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СУХИХ ГРАДИЛЬНЯХ

Градирия – это теплообменный аппарат, предназначенная для охлаждения оборотной воды, используемой для отведения тепла от

технологического оборудования в системах оборотного водоснабжения.

Градирни классифицируются на открытые (мокрые, испарительные) и закрытые (сухие, радиаторные). Подробно рассмотрим сухие вентиляторные градирни.

Сухая градирня применяется в охлаждении техпроцессов, когда требуемая температура выше температуры окружающей среды, что предоставляет возможность использовать температуру окружающей среды для охлаждения оборудования.

Преимущества сухой градирни:

- Значительно снижает потребление электроэнергии и экономит капитальные вложения;
- Простота и компактность конструкции, минимальное сервисное обслуживание;
- Использование в работе широкого спектра жидкостей;
- Наличие замкнутого контура освобождает от необходимости чистки воды.

К недостаткам можно отнести использование воды в качестве теплоносителя при отрицательных температурах воздуха. Жидкости замерзают, поэтому следует использовать охлаждающие жидкости (антифриз). Также существенный недостаток является постоянный расход электроэнергии на привод вентиляторов. Данная работа является попыткой уменьшить влияние этого недостатка

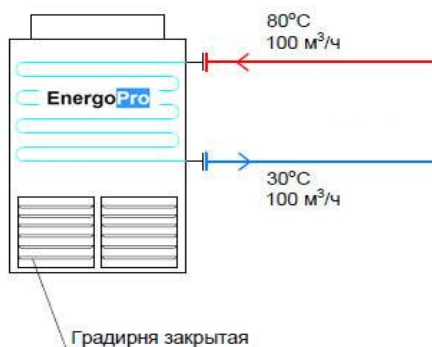


Рис. 1 Закрытая градирня. [4]

Закрытая градирня, имеющая закрытый металлический теплообменник, позволяет подавать воду с температурой 82 °С. При более высоких температурах в трубах орошаемая вода, попадающая на

эти трубы, будет образовывать солевые отложения на поверхности труб.

Пример расчета приводится для фиксации параметров градирни и для оценки возможного повышения эффективности ее работы. [1,2]

1. Тепловая мощность градирни – это количество тепловой энергии, которое произведено или потреблено в единицу времени. Обычно она измеряется в кал/ч (калория/час) или в Вт (Ватт/час).

$$Q = 1,163G_w(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}), \quad (1)$$

где G_w –расход жидкости ($\text{м}^3/\text{час}$); $t_{\text{вх}}$ - температура жидкости на входе из градирни; $t_{\text{вых}}$ –температура жидкости на выходе из градирни.

Примем: $t_{\text{вх}} = 80^\circ\text{C}$, $t_{\text{вых}} = 30^\circ\text{C}$, $G_w = 200\text{м}^3/\text{час}$, Токр.ср.=от -60 до +50 °С, средняя температура Казани +4,6 °С то $Q=11630$ Ватт/час.

Температура Казани по «мокрому термометру» равна 21,3°С.

2. Определяется поправочный коэффициент $K1$ [2]: $K1 = 1,8$.

3. Рассчитать необходимую номинальную мощность охлаждения Q_n , причем поправочный коэффициент $K2$ сначала задается 1,0.

$$Q_n = \frac{Q}{K1 * K2} = 6461\text{кВт}, \quad (2)$$

Отмечается значительная по сравнению с проточным методом охлаждения экономия воды, которая, как правило, составляет от 85% до 96%. Любая открытая градирня может быть заменена градирней закрытого типа.

Чтобы избежать недостатка сухих охладителей (не способность охладить теплоноситель до температуры, которая ниже температуры окружающего воздуха), можно применить эффект Зеебека.

Эффект Зеебека говорит о том, что в проводнике возникает электрическое напряжение, обусловленное наличием градиента температур. В холодной части проводника повышается концентрация носителей заряда, что приводит к разности потенциалов. Возникающее электрическое напряжение зависит от состава проводников и их температур. Эффект Зеебека имеет феноменологический характер. При колебаниях температур в местах контактов различных проводников возникают термоэдс, которые необходимо учитывать при точных измерениях. В термоэлектрических генераторах используются полупроводниковые термоэлементы, обладающие гораздо большим термоэдс.

Для примера используем элемент Пельтье со следующими параметрами: коэффициент Зеебека – 0,0005 В/К. Из представленного выше расчета разность температур на сторонах элемента Пельтье будет равной 50,4 °С. В этом случае ЭДС одной термопары будет равна

0,025В. Следовательно, для нашей подсчитанной градирни нужно примерно 400-450 термопар.

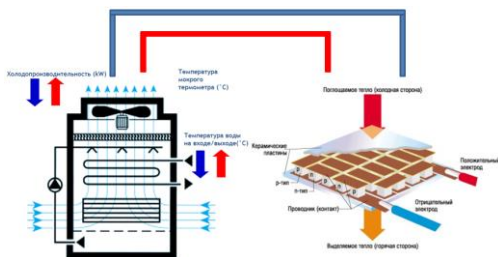


Рис. 2 Подключение термоэлектрического элемента к вентиляторной градирни. [6,7]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Специализированная производственно-строительная компания «КАСКАД». Эффективные решения для Вашего бизнеса с гарантией в 40 месяцев. «Технический каталог, Башенные градирни. Вентиляторные градирни. Технологическое оборудование и комплектующие». 115230, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 42
2. Специализированная производственно-строительная компания «КАСКАД». Эффективные решения для Вашего бизнеса с гарантией в 40 месяцев. «Технический каталог, Градирни закрытого типа». 115230, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 42
3. Автор: ООО НПО «Агростройсерверс», «Закрытые градирни. Градирни закрытого типа». Дата публикации 26.04.2018г., г. Дзержинск
4. ТОО «ЭнергоПро» - градирни, дракуйлеры, насосные станции, чиллеры, АБХМ, г. Алматы (Центральная Азия).
5. БАЛТЭНЕРГОМАШ «Проектирование и производство градирен. Методика выбора градирен».
6. ВЕК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ «Расчет сухой градирни. Расчет дракуйлера», г. Санкт - Петербург
7. Издательство СГАУ Самара «Исследование основных характеристик термоэлектрического охладителя и генератора», 2015г.