

---

---

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

# **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

## **В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

СБОРНИК РАБОТ АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ – СОТРУДНИКОВ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ  
«ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УСТАНОВКИ»

ВЫПУСК 18

**Ульяновск 2020**

---

---

697.34+658.264

31.38+38

72

：

.. ( . )，  
.. ( . )， . . . ， . . .

**697.34+658.264**

：

— —

» . 18. [ « ] . —  
： ， 2020 . — 269 .

« ， — «  
» . «  
， .  
«  
» .

## **Энергосберегающие технологии в системе жилищно-коммунального хозяйства**

**Ясницкий В.С.** (студ. гр. УЖКХмд-12)

руковод. **Пазушкина О.В.** (к.т.н., доцент)

### **Цель и основные работы при выполнении капремонта**

Основная цель капремонта – приведение качества многоквартирных домов (МКД) в соответствие с действующими требованиями путем замены и восстановления отдельных частей или целых конструкций и оборудования в связи с их физическим износом и разрушением.

Критериями отбора жилых домов старой постройки для проведения капремонта являются:

- продолжительность эксплуатации инженерных систем и конструктивных элементов;
- оценка технического состояния инженерных систем и конструктивных элементов.

В рамках сформированной системы капитального ремонта производится ремонт (или замена) внутридомовых инженерных систем электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, водоотведения; лифтового оборудования и лифтовых шахт, крыши и подвальных помещений, фасада и фундамента.

Анализ объектных сметных расчетов показал, что основными работами, выполняемыми в рамках капремонта МКД, являются строительно-монтажные по восстановлению несущей способности фундамента, стен, перекрытий, а также работы по ремонту кровли, замене (ремонту) стояков холодного и горячего водоснабжения, теплоснабжения – то есть все, что связано с безопасностью здания (7-8 видов работ). Здесь стоит отметить, что федеральным законом № 417-ФЗ [1] был сокращен перечень обязательных работ: утепление фасада, устройство выходов на крышу, переоборудование невентилируемой крыши, установка общедомовых приборов учета.

### **Привлечение инвестиций на энергосбережение**

Накоплен определенный опыт внедрения энергосберегающих мероприятий с учетом оценки стоимости жизненного цикла товара или

созданного в результате выполнения работ объекта капитального ремонта, т.е. выбор мероприятий и оценка их эффективности производятся с учетом стоимости эксплуатационных затрат на период минимум 5 лет. Но это возможно решать только при инвестировании мероприятий в рамках энергосервисных договоров либо факторинга.

Законодательной основы для учета стоимости жизненного цикла работ, направленных на повышение энергоэффективности МКД, при размещении заказа для обеспечения государственных и муниципальных нужд не имеется, т.к. уровень цены госзакупки продолжает оставаться главным критерием.

### **Капитальный ремонт как повышение энергоэффективности здания**

Вопрос включения мероприятий по энергосбережению в схему проведения капитального ремонта обсуждается не первый год, практических решений мало. Существующее положение не способствует качественному проведению капитального ремонта.

Качество материалов определяется подрядчиком, основной показатель – цена. В проектно-сметной документации технические параметры заказчик не указывает.

Продукция отечественных производителей [2] применяется в ограниченном количестве, доля импорта велика. Так, рынок радиаторов в 2016 году сократился почти в 2 раза по отношению к 2014 году. При этом страна потребляет 45 % всех радиаторов, производимых в мире, а производит 22,1 %. В то же время Китай потребляет 26,5 % мирового производства, а производит 65,8 %. Вся разница поступает на наш рынок. Аналогичное положение по композитным материалам, лифтам, лакокрасочным изделиям, сухим смесям. При объеме капитального ремонта 4,7 млн м<sup>2</sup> ежегодно московские предприятия строительного комплекса снижают объемы производства.

Актуальность данного вопроса резко повышается в связи с требованиями по повышению энергетической эффективности зданий, установленными на государственном уровне. Действующими документами [4] утверждены правила установления энергетической эффективности и класса энергетической эффективности МКД, план мероприятий, требования энергетической эффективности при проектировании, строительстве, эксплуатации и проведении капитального ремонта зданий, строений, сооружений для облегчения платежной нагрузки на население за коммунальные услуги.

Достичь установленных показателей без привлечения частных инвестиций и решения ряда важнейших вопросов очень проблематично. Согласно расчетам значение суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также электрической энергии на общедомовые нужды в МКД высотой более 12 этажей составляет 163,5 кВт•ч/м<sup>2</sup>, включая 62 кВт•ч/м<sup>2</sup> в год на отопление и вентиляцию. Это на 60-70 % превышает нормативное значение.

В настоящее время для капитального ремонта, как и для нового строительства МКД, действуют единые нормативы и требования по энергоэффективности. Однако, в отличие от нового строительства, проектно-сметная документация на различные виды капремонта не проходит государственную экспертизу, а само производство работ выведено из сферы ответственности органов строительного надзора, все отдано на откуп подрядным организациям. Региональный оператор отвечает перед собственниками за результаты своей деятельности в размере внесенных взносов на капитальный ремонт.

Во многих случаях после капремонта МКД потребляют энергии больше, чем до него. И это притом что в капитальном ремонте находятся основные резервы экономии энергоресурсов. Весь капитальный ремонт осуществляется вопреки действующему федеральному законодательству по энергосбережению, запрещающему ввод в эксплуатацию домов после капремонта, если они не соответствуют требованиям энергоэффективности.

### **Вопросы, требующие решения**

Принятие решений о применении для МКД того или иного набора энергоэффективных технических решений должно осуществляться на основе рассмотрения стоимости жизненного цикла рассматриваемого набора (пакета) технических решений на временном горизонте 30 лет с учетом прогнозируемого повышения тарифов на энергоресурсы и инфляционных процессов. При этом экономический эффект (чистый дисконтированный доход) от применения рассматриваемого пакета решений должен учитывать:

- потребительскую составляющую (эффект у жильцов дома от экономии энергии),
- муниципальную составляющую – экономию бюджетных инвестиций, субсидий и дотаций в создание муниципальной инфраструктуры (создание, ремонт и содержание генерирующих

мощностей, тепловых и электрических сетей, дотирование тарифов на энергоресурсы и пр.).

Приоритетным критерием выполнения требований к энергетической эффективности капитально отремонтированного дома должно являться выполнение нормативных требований по удельному энергопотреблению. Поэлементные требования вторичны и должны контролироваться только в исключительных случаях, при отсутствии технической возможности реализации при капитальном ремонте необходимых технических решений.

Необходимо организовать натурный инструментальный контроль показателей энергоэффективности многоквартирных домов, как при новом строительстве, так и при капитальном ремонте. Это сегодня ключевая проблема. От ее решения будет зависеть успех государственной политики в области энергосбережения. В противном случае огромные средства, которые государство и частные инвесторы начинают вкладывать в энергосбережение, окажутся выброшенными на ветер! Построенные здания очень часто отличаются от проекта, технологии устройства теплозащитной оболочки в реальных условиях строительной площадки нарушаются, и, в конечном счете, мы получаем здания с повышенным энергопотреблением.

#### **Список литературы**

1. Самойлов М.В. Основы энергосбережения: уч. пос. Минск.: БГЭУ, 2017.
2. Врублевский Б.И. Основы энергосбережения. Гомель, 2018.

## Энтропия, ее виды и основные примеры

**Тяминов Р.Р** (студ. гр. УЖКХбд-21),  
руковод. Пазушкина О.В. (к.т.н., доцент)

Встречается следующее определение энтропии: энтропия [древнегреческое  $\epsilon\pi\nu$  в, внутрь +  $\tau\rho\omicron\pi\epsilon$  поворот, превращение] – одна из величин, характеризующих тепловое состояние тела или системы тел; мера внутренней неупорядоченности системы; при всех процессах, происходящих в замкнутой системе, энтропия или возрастает (необратимые процессы) или остается постоянной (обратимые процессы).

Понятие энтропии впервые было введено в науку Клаузиусом в 1865г. как логическое развитие термодинамики Карно. Энтропия находится во всем. В природе, в человеке, в различных науках.

Сегодня в литературе встречается, по меньшей мере, четыре формы энтропии:

Во-первых, энтропия как мера неопределенности состояния любой вполне упорядоченной физической системы, или поведения любой системы, включая, живые и неживые объекты и их функции. Именно эта форма энтропии, связанная с неопределенностью состояния системы, находит в последнее время наибольшее распространение при исследовании, как живых, так и неживых объектов и процессов.

Во-вторых, термодинамическая энтропия микрочастиц, или молекулярного (микроскопического) множества.

В-третьих, информационная энтропия, или неопределенность информации, т.е. сведений о некоторой информационной системе. Известно, что совпадение по виду формул для энтропии и информации послужило основанием для утверждения, что энтропия есть недостающая информация о состоянии системы. Было предложено использовать термин негэнтропия как тождественной связанной информации о состоянии системы. Негэнтропия не является отрицательной энтропией, или антиэнтропией, как иногда ошибочно считают некоторые ученые.

В-четвертых, энтропия, или неопределенность поведения, любой не вполне упорядоченной системы вплоть до макроскопических множеств.

В качестве примера энтропии можно привести следующее. Всем известно, что в жидкости частицы двигаются в хаотическом порядке, то есть точка энтропии на пределе. По мере того, как жидкое тело начинает замерзать, энтропия становится все меньше и меньше. Так как частицы начинают двигаться медленнее, и когда жидкость замерзает, энтропия равняется нулю. Потому что между частицами образуются неразрывные связи.

Любое повышение упорядоченности объектов ведет к снижению их совокупной энтропии, и наоборот. Понимание физического смысла энтропии затруднено тем обстоятельством, что ее значение не может быть измерено никаким прибором, но зато вычисляется. Утверждение о существовании энтропии обычно относят ко второму закону термодинамики. Более чем 100-летний опыт использования понятия энтропии в термодинамике подтверждает правильность представления о ней как о физической величине, изменение которой (в равновесных процессах) однозначно связано с наличием обмена энергией в форме теплоты. Известно, что абсолютное значение энтропии различных веществ, при различных температурах, можно определить на основе третьего закона термодинамики. Этот закон устанавливает также начало отсчета энтропии и тем самым позволяет вычислить абсолютное значение энтропии. Таким образом, оказалось, что понятие энтропии является одним из фундаментальных свойств любых систем с вероятностным поведением. В теории информации энтропия как мера неопределенности исхода эксперимента была введена американским ученым К. Шенноном в 1949 г. Понятие обобщенной энтропии представляет такие наиболее общие свойства действительности, как неупорядоченность и упорядоченность, неопределенность и определенность, хаос и порядок. Всякое явление двойственно, и оно одновременно содержит в себе некоторую хаотическую, броуновскую составляющую и упорядоченную составляющую, как составляющую хаоса, так и порядка.

#### **Список литературы**

1. Прангишвили В.В. Системный подход и общесистемные закономерности М.: Синтег. 2000.
2. Прангишвили В.В.. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами. М.: Наука. 2003.



## Объемные гидромашины

**Савельев В.А.** (студ. гр. ТМбд-21)  
руковод. **Пазушкина О.В.** (к.т.н., доцент)

Из существующих различных видов вспомогательных силовых систем мобильных машин и технологического оборудования наибольшее распространение получили электрические и объемные гидросистемы. Основными элементами гидросистем являются гидромашины. Видов, типов и конструкций гидромашин существует огромное количество.

**Гидромашина** – это устройство, создающее или использующее поток жидкой среды.

**Объемные гидромашины (ОГМ)** – это агрегаты, рабочий процесс которых, происходит перемененно. В рабочую емкость через входную трубу попадает жидкость. После заполнения камеры, входная труба перекрывается задвижкой и в камере нагнетается давление за счет действия поршня. Открывается выводящая труба и жидкость покидает емкость. Задвижка закрывается, а на входе наоборот открывается. Процесс повторяется.

По назначению гидравлические машины делятся на насосы и гидродвигатели.

Объемные насосы служат для подачи жидкости под давлением.

Гидродвигатели – для преобразования потенциальной энергии давления жидкости в механическую исполнительного органа.

Итак, объемные гидромашины (к которым относятся поршневые, шестеренные, радиально- и аксиально-поршневые и т.д.) функционируют за счет изменения объема рабочих камер, периодически соединяющихся с входным и выходным патрубками.

Детали, образующие полости изменяемого объема и отделяющие входную полость от выходной, являются основными деталями объемной гидромашин.

Отличительной особенностью объемных гидромашин является возвратно-поступательное или вращательное движение вытеснителя, выполненного в виде скользящего или вращающегося поршня. В ОГМ под воздействием поршня происходит изменение потенциальной энергии давления при практически неизменных величинах кинетической энергии и потенциальной энергии положения.

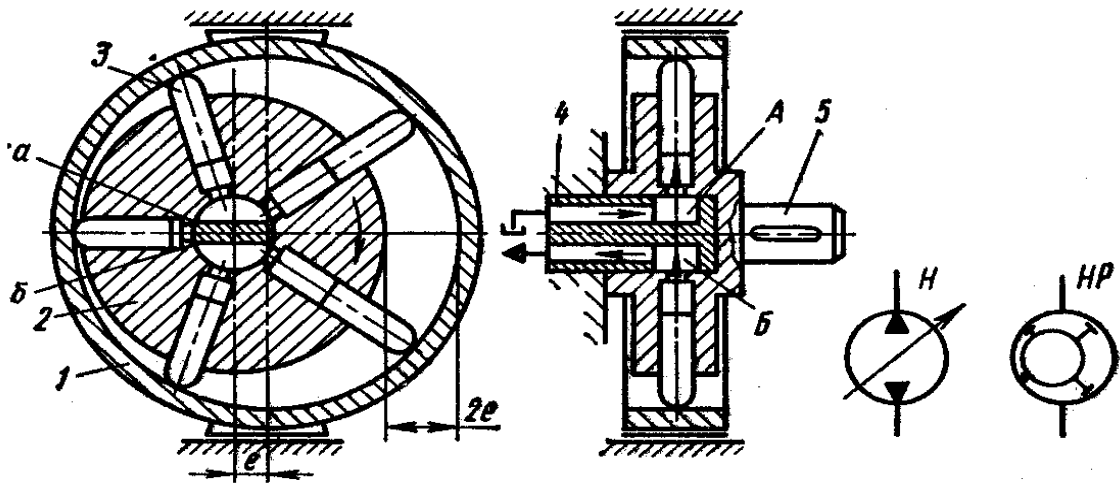


Рис. 1. Радиально-поршневой насос однократного действия

Принцип действия объемных гидромашин можно показать на примере поршневого насоса.

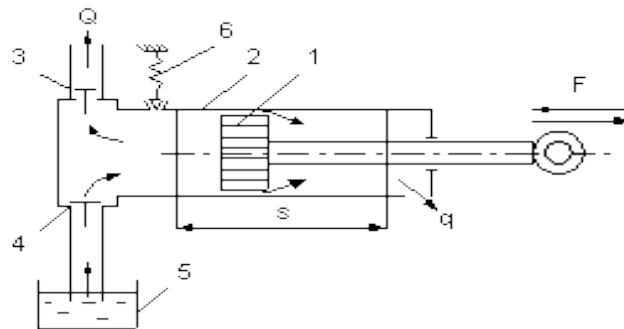


Рис. 2. Поршневый насос. 1 – Поршень; 2 – Корпус - цилиндр; 3 – Выпускной клапан; 4 – Впускной клапан; 5 – Резервуар – питатель; 6 – Предохранительный клапан.

При движении поршня вправо давление в рабочей полости уменьшается. Выпускной клапан 3 закрывается, а впускной клапан 4 открывается и жидкость под действием атмосферного давления устремляется в рабочую полость насоса.

При движении поршня влево, впускной клапан закрывается, а выпускной, наоборот, открывается и жидкость из рабочей зоны вытесняется в поглотительный трубопровод.

Благодаря таким циклическим движениям поршня осуществляется подача жидкости в трубопровод.

В наши дни, объемные гидравлические машины получили широкое распространение. Они применяются в сельском хозяйстве,

строительстве, химической, металлообрабатывающей, текстильной и пищевой промышленности. Интересен тот факт, что в последние годы, ОГМ получили широкое распространение для создания спортивных тренажеров. Иными словами, гидравлические машины занимают важное место в нашей жизни.

### Список литературы

1. Гидромашины/Общие сведения и классификация //https://helpiks.org/3-19660.html
2. Объемные гидромашины //https://studopedia.su/1\_45288\_ob-emnie-gidromashini.html
3. Объемные гидромашины и гидроприводы//https://studopedia.ru/2\_95162\_ob-emnie-gidromashini-i-gidroprivodi.html
4. Объемные гидромашины/Принцип действия и основные параметры объемных гидромашин//https://pandia.ru/text/77/457/13848.php
5. Главная/Насосы и насосное оборудование/Гидравлическая машина-что это такое//https://proagregat.com/nasosy/gidravlicheskaya-mashina-cto-eto-takoe/

## **Водоподготовка для котельных**

**Науметуллов Р.Р.** (студ. гр. УЖКХмд-12),  
руковод. **Пазушкина О.В.** (к.т.н., доцент)

Водоподготовка для котельных установок – обязательный процесс, который имеет большое значение для безопасной и экономичной работы котельных установок. Системы водоподготовки применяются в целях предотвращения образования отложений на рабочих элементах котлов. При этом именно качественная водоподготовка котлов является главной гарантией безаварийной и высокоэффективной работы котельного оборудования в течение отопительного сезона. Сам процесс водоподготовки представляет собой подачи жидкости в котельную станцию после прохождения предварительного умягчения. При этом очистка производится за счет применения блочных фильтров многоступенчатого типа. Вода проходит подготовку перед использованием в водогрейных котлах. Оборудование, применяемое для умягчения, очень эффективно смягчает жесткую воду. Далее в ходе очистки из жесткой воды будет удалена значительная часть растворенных в ней загрязняющих частиц. Поскольку главной причиной высокой жесткости рабочей среды является именно повышенная концентрация солей, грубодисперсных механических примесей, умягчение решает проблему. Первый этап водоподготовки котельных предполагает механическую фильтрацию очистки от загрязнений, мусора, мелких частиц, взвесей (ил, песок, глина). Без механической очистки весь мусор будет оседать в нижней части котла, образуя шлам. Таким образом, с накоплением шлама котел гарантированно выйдет из строя. Если вода загрязнена сильно (например, в случае, когда источник – природный водоем), то требуется двухступенчатая механическая очистка. Первая ступень – грубая механическая очистка от крупных примесей с порогом отсева 100 мкм, и вторая – тонкая механическая очистка от более мелких твердых частиц с порогом фильтрации 5-20 мкм. Второй уже более сложный и трудоемкий требует предварительного удаления минеральных солей, растворенных в рабочей среде. Умягчение в данном случае производится с помощью современного метода тонкой очистки, имеющего высокую эффективность. Данный комплекс мер направлен на предотвращение появления накипи и ржавчины.

Оборудование, которое обеспечивает водоочистку и водоподготовку котельных представлено в виде различных установок и фильтров (рис. 1).



Рис. 1. Водоподготовка для водогрейных котлов: 1 – мешочный фильтр для механической очистки воды; 2 – умягчитель-обезжелезиватель непрерывного действия; 3 – насос-дозатор реагента обработки воды; 4 – импульсный расходомер обработанной воды; 5 – реагент комплексной обработки воды

Водоподготовка для котельной, выполненная по всем правилам, улучшит эффективность оборудования. Срок службы котельных станций и их оборудования во многом зависит именно от свойств пара и воды. Низкое качество подпитывающей, питательной воды, плохой контроль, отсутствие химической коррекции жидкостей приводит к образованию накипи, началу кислородных, углекислотных коррозионных процессов. В итоге падает теплопередача, оборудование забивается, уменьшается срок его службы, падает рентабельность котельной, возрастает частота простоев. Наиболее опасной для котельных является жидкость с высокой концентрацией загрязнителей вроде солей кальция, магния. Они оседают на внутренних рабочих деталях и образуют толстый, не удаляемый слой накипи. В итоге страдает теплопроводность металлов, и для обеспечения нормальной производительности станции приходится расходовать намного больше энергии. Единственным методом предотвращения образования накипи является многоступенчатая качественная очистка воды от примесей.

## Список литературы

1. Методы и способы очистки воды. [https://oil-filters.ru/water\\_cleaning\\_methods](https://oil-filters.ru/water_cleaning_methods).
2. Журнал СОК. 2011 №1. <https://www.c-o-k.ru/articles/vodopodgotovka-dlya-kotelnyh>. РД 24.031.120-91. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля.

## Гидравлические двигатели

Мусаев Р.Ш., Думилина С.А. (студ. гр. ТМбд-21),  
руковод. Пазушкина О.В. (к.т.н., доцент)

**Гидравлический двигатель** – это гидравлическая машина, предназначенная для преобразования гидравлической энергии в механическую энергию. Гидравлические двигатели включают в себя гидравлические моторы, гидравлические цилиндры и роторные гидравлические двигатели. Гидравлические моторы используются для передачи выходного звена вращательного движения на неограниченный угол поворота. Гидравлические цилиндры сообщают выходному звену возвратно-поступательное движение. Роторные гидромоторы предназначены для передачи вращательного движения на выходное звено при ограниченном угле поворота менее  $360^\circ$ .

Гидравлические двигатели подразделяются на объемные гидродвигатели и турбины.



**Объемный гидродвигатель** – гидравлическая машина, в которой движение ведомого звена осуществляется в результате наполнения рабочих камер жидкостью и перемещения вытеснителей (поршней, пластин и т.д.).

**Гидравлическая турбина** – ротационный двигатель, преобразующий механическую энергию воды (ее энергию положения, давления и скоростную) в энергию вращающегося вала. Гидравлические турбины делятся на два класса: реактивные и активные. Гидротурбины

применяются главным образом на гидроэлектростанциях, где они приводят в движение генераторы электрического тока.

#### *Объемные гидродвигатели и гидроаппаратура*

**Объемным гидродвигателем** называется объемная гидромашина для преобразования энергии потока жидкости в энергию движения выходного звена (вала, штока). В зависимости от характера движения выходного звена гидродвигатели подразделяются на три класса:

а) гидроцилиндры – объемные гидродвигатели с поступательным движением выходного звена;

б) поворотные гидродвигатели – объемные гидродвигатели с углом поворота меньше  $360^\circ$ ;

в) гидромоторы – объемные гидродвигатели с вращательным движением выходного звена.

*Гидроцилиндры* являются простейшими гидродвигателями, которые применяются в качестве исполнительных механизмов гидроприводов различных машин и механизмов с поступательным движением выходного звена.

В гидроцилиндрах одностороннего действия движение выходного звена под действием потока рабочей жидкости осуществляется только в одном направлении, в гидроцилиндрах двустороннего действия – в обоих направлениях. Кроме этого, гидроцилиндры выполняются с односторонним или двусторонним штоком.

Преимущественно применяют гидроцилиндры двустороннего действия с односторонним штоком.

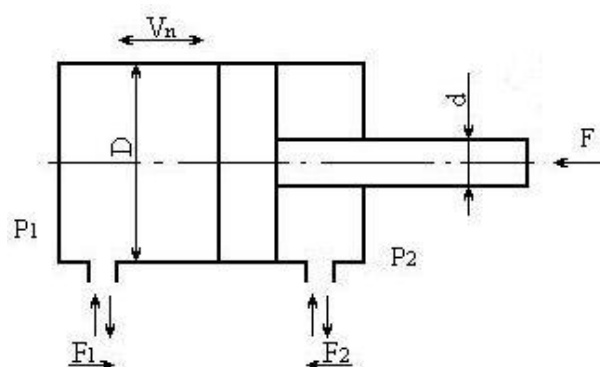


Рис. 1. Схема гидроцилиндра с односторонним штоком двустороннего действия

*Поворотные гидродвигатели.* По конструкции поворотные гидродвигатели бывают поршневые, лопастные и мембранные. Наиболее распространены поршневые поворотные гидродвигатели.



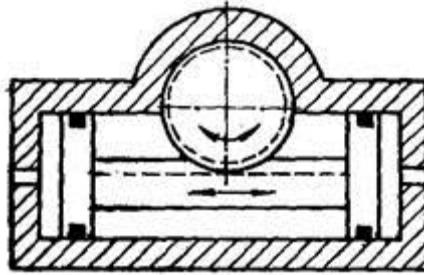


Рис. 2. Поршневой поворотный гидродвигатель

Для обеспечения поворотного движения рабочую жидкость подают в рабочие камеры гидродвигателя. Поворотное движение осуществляется за счет применения реечно-зубчатой передачи. Угол поворота вала рабочей машины ограничивается ходом поршня двигателя.

*Гидромоторы.* Это объемные гидродвигатели вращательного движения. В машиностроении в качестве гидромоторов используют объемные роторные гидромашины. Благодаря свойству обратимости роторных насосов, любой из них может быть использован в качестве гидромотора. Гидромоторы, как и насосы, классифицируют на шестеренные, винтовые, пластинчатые и поршневые.

В зависимости от возможности регулирования рабочего объема гидромоторы делятся на регулируемые и нерегулируемые. Если выходное звено гидромотора может вращаться в обе стороны, то он называется реверсивным. Условное обозначение реверсивного регулируемого гидромотора показано на рисунке:

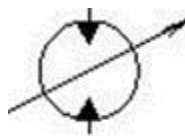


Рис. 3. Условное обозначение гидромотора

**Гидроаппаратом** называется устройство, предназначенное для изменения параметров потока рабочей жидкости (давления, расхода, направления движения) или для поддержания их заданного значения. Основным элементом всех гидроаппаратов является запорно-регулирующий орган – подвижный элемент, при перемещении которого частично или полностью перекрывается проходное сечение гидроаппарата. В зависимости от конструкции запорно-регулирующие элементы бывают золотниковые, клапанные, крановые.

Если гидроаппарат изменяет параметры потока рабочей жидкости, то он является регулирующим.

Гидроаппараты можно разделить на три основных типа:

а) гидрораспределители; б) гидроклапаны; в) гидродроссели.

Рассмотрим кратко каждый тип гидроаппарата.

*Гидрораспределитель* – это гидроаппарат, предназначенный для изменения направления потока рабочей жидкости в двух или более гидролиниях. В зависимости от числа внешних гидролиний, подводимых к распределителю, гидрораспределители бывают двухлинейные, трехлинейные и т.д.; в зависимости от числа позиций запорно-регулирующего органа - двухпозиционные, трехпозиционные.

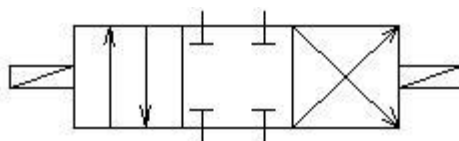


Рис. 4. Условное обозначение распределителя

*Гидроклапаном* называется гидроаппарат, в котором степень открытия проходного сечения изменяется под воздействием напора проходящей через него жидкости. Гидроклапаны бывают регулирующие и направляющие. К регулирующим относятся клапаны давления, предназначенные для регулирования давления в потоке рабочей жидкости. Из них наиболее широко применяются напорные и редуцирующие клапаны.

Напорные гидроклапаны делятся на предохранительные, которые предохраняют систему от давления, превышающего допустимое, и переливные, предназначенные для поддержания заданного уровня давления путём непрерывного слива рабочей жидкости во время работы.

Основные элементы шарикового напорного клапана показаны на рисунке:

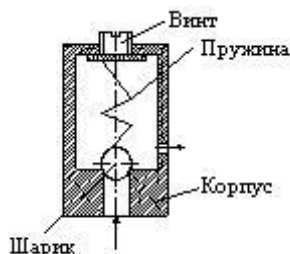


Рис. 5. Схема предохранительного клапана

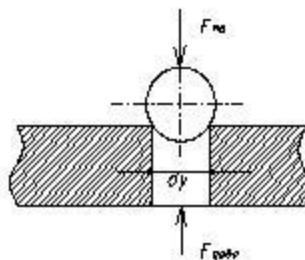


Рис. 6. Принцип действия напорного клапана

*Гидравлический дроссель* – это регулирующий гидроаппарат, представляющий собой специальное местное сопротивление, предназначенное для изменения давления в потоке рабочей жидкости. Основное назначение его – установить связь между пропускаемым расходом и перепадом давления до и после дросселя. Дроссели разделяют на регулируемые и нерегулируемые. Регулируемые дроссели (условное обозначение показано на рис 7.) широко применяют в гидроприводе для регулирования скорости движения выходного звена гидродвигателя.

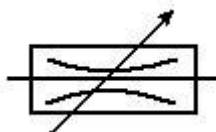


Рис. 7. Условное обозначение регулируемого дросселя

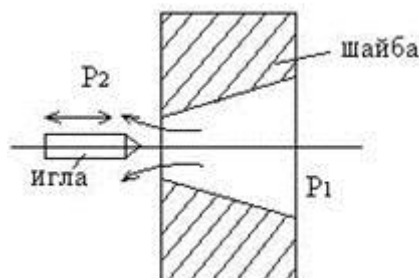


Рис. 8. Схема игольчатого дросселя

### Список литературы

1. Сайт <https://student.zoomru.ru/tehnolog/gidravlicheskiy-dvigatel/8723.87280.s1.html>
2. Сайт [https://studref.com/597021/agropromyshlennost/gidravlicheskie\\_dvigateli](https://studref.com/597021/agropromyshlennost/gidravlicheskie_dvigateli)

## **Энергосбережение в ЖКХ**

**Колесников А.М.** (студ. гр. УЖКХмд-22),  
руковод. **Пазушкина О.В.** (к.т.н., доцент)

Жилищно-коммунальное хозяйство является одной из самых проблемных отраслей экономики. Сказывается значительный износ основных фондов, масса проблем организационного и экономического характера. Чрезвычайно остро стоят вопросы энергосбережения в ЖКХ. Особенно актуальным это стало в последние годы с учетом резкого роста стоимости энергоресурсов.

Для повышения энергоэффективности в ЖКХ необходимо в первую очередь ввести автоматизацию учета энергопотребления. Автоматизация учета ресурсов позволит проанализировать потребление и выработать план мероприятий по достижению максимально возможного снижения потребления. Одним из достоинств автоматизации учета ресурсов является сокращение штата персонала обслуживающей компании за счет автоматического формирования платежного документа, который можно предоставить потребителям как в электронном так и на бумажном носителе по желанию.

Энергосбережение в сфере ЖКХ может достигаться разными путями. Учет энергоресурсов мотивирует потребителей к покупке более экономичных электроприборов, к рациональному использованию энергоресурсов во времени суток. Повышение эффективности электрических сетей подразумевает несанкционированного подключения. Эффективность водоснабжения заключается в своевременном выявлении и устранении утечек.

Проблемы учета энергоресурсов как составляющая энергосбережения в сфере ЖКХ связаны с рядом факторов. Одним из них является оперативный сбор и обработка данных с большого количества потребителей. Отсутствие прямого доступа к прибором учета для снятия показаний существенно влияет на своевременное выставление счетов. Разный класс точности приборов установленных на вводе в дом и поквартирный учет, как и человеческий фактор.

Решение проблем учета энергоресурсов является автоматизация. Внедрение АСКУЭ ЖКХ имеет ряд преимуществ:

Оптимальным решением имеющихся проблем учета энергоресурсов является его автоматизация. Внедрение АСКУЭ ЖКХ дает возможность достижения следующих целей: получение достоверных и точных данных о расходе энергоресурсов;

- ведение автоматизированного поквартирного учета потребления электроэнергии, холодной и горячей воды;

- ведение оперативного диспетчерского контроля за состоянием приборов учета и оборудования;

- автоматическое выставление жильцам счетов на оплату за фактически потребленные энергоресурсы.

### Список литературы

1. Автоматизированные системы коммерческого учета, производства, распределения и потребления // [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3453](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3453)

2. Кому считать деньги за энергоресурсы в ЖКХ? // [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=5410](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5410)

3. Учет энергоресурсов как первый шаг к энергоэффективности в ЖКХ // <https://isup.ru/articles/30/571/>

# Применение уравнения Бернулли в машиностроении

Андреев А.В. (студ. гр. ТМбд-41),  
руковод. Пазушкина О.В. (к.т.н., доцент)

Уравнение Бернулли широко применяется в технике, как для выполнения гидравлических расчетов, так и для решения ряда практических задач. Одной из таких задач является измерение скорости и расхода жидкости. Рассмотрим некоторые устройства для измерения расхода и скорости жидкости.

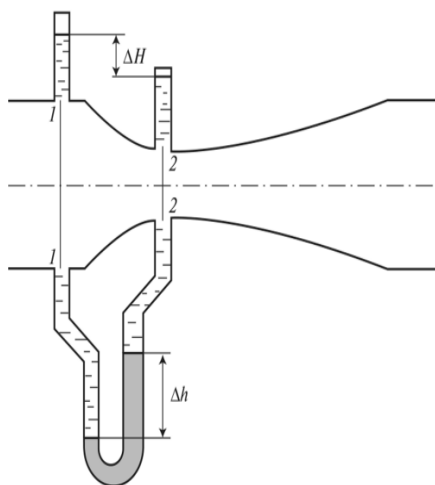


Рис. 1. Расходомер Вентури

**Расходомер Вентури** представляет собой устройство, устанавливаемое в трубопроводах и осуществляющее сужение потока – дросселирование (рис. 1). Расходомер состоит из двух участков – плавно сужающегося (сопла) и постепенно расширяющегося (диффузора). Скорость потока в суженном месте возрастает, а давление падает. Возникает разность (перепад) давлений, которая измеряется двумя пьезометрами или дифференциальным U-образным манометром и определенным образом связана с расходом. Наблюдая за показанием пьезометра, можно найти расход в трубопроводе для любого момента времени. Связь между разностью пьезометров и расходом получается параболической.

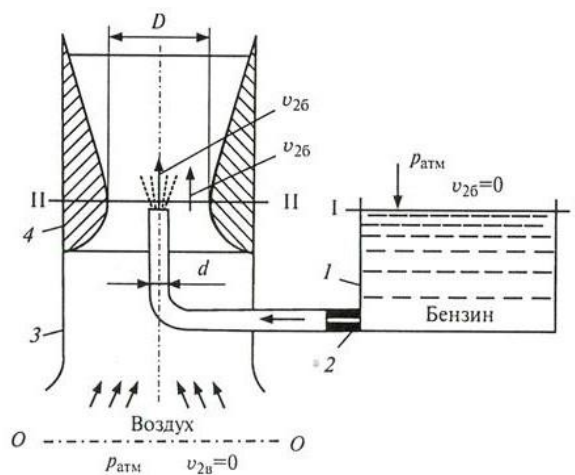


Рис. 2. Карбюратор поршневых двигателей

**Карбюратор** поршневых двигателей внутреннего сгорания служит для подсоса бензина и смешения его с потоком воздуха (рис. 2). Поток воздуха; засасываемого в двигатель, сужается в том месте, где установлен распылитель бензина (обрез трубки диаметром  $d$ ). Скорость воздуха в этом сечении возрастает, а давление по закону Бернулли падает. Благодаря пониженному давлению бензин вытекает в поток воздуха. Обеспечивается постоянство соотношения расходов бензина и воздуха. Однако следует иметь в виду приближенный характер данного решения

#### Список литературы

1. [https://studopedia.ru/2\\_122886\\_primeri-ispolzovaniya-uravneniya-bernulli-v-tehnike.html](https://studopedia.ru/2_122886_primeri-ispolzovaniya-uravneniya-bernulli-v-tehnike.html)

## **Обеспечение безопасности при эксплуатации внутридомового и внутриквартирного оборудования в Ульяновской области**

**Попова Д.А.** (студ. гр. УЖКХмд-21)  
руковод. **Пазушкина О.В.** (к.т.н., доцент)

Один из основных источников энергии сегодня газ. Он характеризуется высокой температурой горения, экологическими приоритетами и низкой стоимостью. Однако голубое топливо таит в себе опасность. При смешивании с воздухом оно становится взрывоопасным.

Газ широко применяется в производстве многочисленных полимерных изделий, служит поставщиком энергии для отопления коммерческих объектов. Мы постоянно сталкиваемся в быту с его использованием, потому соблюдать правила эксплуатации газового оборудования в жилых домах очень важно.

Согласно правилам эксплуатации газового оборудования, установленного в жилых домах, все потребители природного газа должны следить за правильной работой газовых приборов.

В обязанности собственников жилья входит необходимость проверять вентиляцию и дымоход, а также организовать доступ в помещение, где установлено оборудование, принадлежащее местной структуре Горгаза.

Следует отметить, что с учетом постановления Правительства Российской Федерации № 1091, специализированная организация – это организация, осуществляющая деятельность по техническому обслуживанию и ремонту внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования, соответствующая требованиям постановления Правительства Российской Федерации № 410, направившая в уполномоченный орган государственного контроля (надзора) уведомление о начале осуществления деятельности по техническому обслуживанию и ремонту внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования в соответствии с пунктом 40 части 2 статьи 8 Федерального закона «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».



Таким образом, наличие сведений об организации в реестре уведомлений является обязательным критерием отнесения ее к специализированной организации.

Техническое обслуживание газового оборудования большинства жилых домов в Ульяновске и Димитровграде осуществляют организации ООО «ГазСервис» (1429 домов) и ООО «Газпром газораспределение Ульяновск» (6294 домов), ей же и ее подразделениями обслуживается и большинство сельских районов. Кроме того, на территории Ульяновского района осуществляет деятельность ООО «Автогазсервис» (927 индивидуальных жилых домов), в Николаевском районе 250 жилых домов (из них 7 МКД и 243 частных домовладений) обслуживает ИП Аверьянова С.М., на части территории Чердаклинского района работает также ООО СОС «Прометей».

Специализированными организациями совместно с Администрациями районов проводятся рейды по проверке газового оборудования в квартирах незащищенной социальной группы жителей (одиноко проживающие, многодетные, социально не благополучные семьи и т.д.).

Согласно требованиям жилищного кодекса, для предотвращения аварийных ситуаций, возможных утечек и выхода из строя газового оборудования, технические службы проводят регулярные проверки. Собственник жилья обязан обеспечить сотрудникам беспрепятственный доступ для изучения состояния приборов.

Основной проблемой обеспечения безопасной эксплуатации газового оборудования в многоквартирных домах является незаключение собственниками помещений (квартир) договоров на обслуживание внутриквартирного газового оборудования, а также недопуск сотрудников специализированных организаций в жилые помещения для проведения работ по проверке его состояния. Для решения этой проблемы и повышения качества работ по проверке внутридомового и внутриквартирного газового оборудования необходимо нормативно закрепить обязанность управляющих организаций по заключению единого договора на обслуживание и внутриквартирного и внутридомового газового оборудования. Такая практика, реализуемая на территории Ульяновской области ООО «Газпром газораспределение Ульяновск», показала свою эффективность.

## **Список литературы**

1. Постановление Правительства Ульяновской области 33/302-П от 14.09.2010 (с изменениями на 22.07.2013) "Об утверждении областной целевой программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Ульяновской области на период 2010-2020 годов".

## **Выполнение оперативного ремонта оборудования с применением композитных материалов в условиях ремонтных мастерских водоканала**

**Игонин А.П.**(студент гр. УЖКХмд-12)  
руковод. **Ротова М.А.**(к.т.н. доцент)

Ни для кого не секрет, что оборудование основной массы водоканалов отработало нормативный срок, и, несмотря на проведение капитальных ремонтов, отказы оборудования возникают все чаще и чаще. Это связано с тем, что длительные сроки эксплуатации приводят к изменениям механических свойств металла, уменьшению толщин стенок за счет абразивного износа, коррозии и кавитации. Для насосного оборудования свойственны такие дефекты, как сквозные «промывы» корпусных деталей, которые непосредственно контактируют с перекачиваемой жидкостью. Теряется геометрия рабочих колес, увеличиваются зазоры, оборудование утрачивает свои первоначальные характеристики, КПД падает, затраты на электроэнергию растут. Валы насосов в процессе длительной эксплуатации также приходят в негодность. В результате многочисленной смены подшипников и коррозии металла, шейки валов теряют изначальный размер. На таком оборудовании очень часто происходит «проворачивание» внутренней линзы подшипника на валу.

### **Состав, строение и свойства композитных материалов**

Композитный материал - неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу, обеспечивающую совместную работу армирующих элементов. Механическое поведение композита определяется соотношением свойств армирующих элементов и матрицы, а также прочностью связи между ними. Эффективность и работоспособность материала зависят от правильного выбора исходных компонентов и технологии их совмещения, призванной обеспечить прочную связь между компонентами при сохранении их первоначальных характеристик. В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется комплекс свойств композита, не только отражающий

исходные характеристики его компонентов, но и включающий свойства, которыми изолированные компоненты не обладают.

### **Ремонт валов. Алгоритм действий**

Оценить общую геометрию вала, замерить размеры шеек и замерить биение шеек. Если биение шеек в пределах допустимого, а некоторые шейки не соответствуют по размерам, то необходимо оценить какого рода износ. Если шейка вала, например, под подшипник не потеряла геометрии, биение у нее в пределах допустимого, но размер не соответствует и в результате сопряжения, например, внутреннего кольца подшипника и шейки вала получается вместо натяга зазор, то возможно обойтись анаэробным фиксатором, который работает (приклеивает одну деталь к другой) до зазора 0,2 мм. Если зазор больше чем 0,2 мм, то ремонт возможен только с применением токарного станка. Ремонт валов при помощи металлополимеров наиболее целесообразен и экономически выгоден при диаметрах более 50 мм. По опыту ремонта валов в ремонтных мастерских водоканала, начиная с 2006 года, успешно ремонтировались металлополимерами любые валы различного оборудования.

*Последовательность действий:* токарная обработка, нанесение металлополимера, выдержка до полной полимеризации, обработка на станке в размер.

Протачивать изношенную часть вала необходимо на глубину, которая зависит от диаметра восстанавливаемого вала. Например, при диаметре восстанавливаемого вала от 1,25 до 2,5 см глубина проточки должна быть не менее 1,5-2 мм, а при диаметре вала от 2,5 до 7,5 см - 2,5-3 мм.

### **Список литературы**

1. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) / В. И. Черноиванов, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. - 376 с.
2. Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. Кн.1 / под ред. Дж. Любина; пер. с англ. А.Б. Геллера и др.; Под ред. Б.Э. Геллера. - М.: Машиностроение, 1988. - 448 с. ил.
3. Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. Кн.2 / под ред. Дж. Любина; пер. с англ. А.Б. Геллера и др.; Под ред. Б.Э. Геллера. - М.: Машиностроение, 1988. - 584 с. ил.
4. Берлин, А.А. Современные полимерные композиционные материалы (ПКМ)/А.А. Берлин// Соросовский Образовательный Журнал. - 1995. -№ 1. - С. 5765.
5. Кербер, М.Л. Композиционные материалы/ М.Л. Кербер // Соросовский Образовательный Журнал. - 1999. - № 5. - С. 33-41.

## **Проблемы цифровизации систем водоснабжения Ульяновской области**

**Чернышев М.В.** (студ. гр. УЖКХмд-12)  
руковод. **Марченко А.В.** (к. т. н., доцент)

15 мая 2018 г. Указом Президента РФ № 215 было создано профильное Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, курирующее развитие национальной программы «Цифровая экономика» [1]. В эту программу включены пилотные муниципальные образования, где будут внедряться технологии «Умного города», список которых уже более 30, среди них Ульяновск, Белгород, Великий Новгород, Дербент, Ижевск, Иркутск, Обнинск, Самара, Сочи, Томск, Челябинск, Якутск [2]. Это говорит о тенденции цифровизации городов и повышения внимания руководства Российской Федерации к возможности автоматизированного контроля, управления и оптимизации ресурсов за счет современных технологических решений [3].

На реализацию национальной программы «Цифровая экономика» в 2019-2024 гг. будет вложено более 2 трил. руб., из них 1,08 трил. - бюджетные средства. В своем докладе Н.А. Фомин рассмотрел основные проблемы управления интеллектуальными системами «Умного города» на примере эволюции внедрения интеллектуальных систем в муниципальных образованиях в рамках АПК «Безопасный город» и текущих национальных проектов «Цифровая экономика» и «Жилье и городская среда» [4]. Если говорить об инфраструктуре водоснабжения, то помимо оснащения цифровым оборудованием отечественного производства, необходимо производить своевременную замену самой инфраструктуры. Например, в своей научной работе [5] В.И. Данилов-Данильян □ директор Института водных проблем РАН, указывает на острую проблему состояния водного хозяйства России, которое является неотъемлемой составляющей обеспечения гарантий жизни и здоровья жителей России. Обследование, проведенное в середине 1990-х гг., показало, что более чем в половине городов России питьевая вода по содержанию индикаторного галоморфного соединения – хлороформа не соответствует гигиеническим требованиям. С тех пор ситуация практически не изменилась. Низкое качество доставляемой населению питьевой воды обусловлено не только загрязнением ее источников, но и

нередко отсутствием водоохраных зон вокруг них, отсутствием или низким качеством оборудования на станциях водоподготовки, неудовлетворительным состоянием водопроводных сетей. Физический износ последних в настоящее время оценивается в 65 –70% (более 334 тыс. км), в срочной замене (не ремонте) нуждаются не менее 34% (176 тыс. км), утечки из систем водоснабжения по официальным данным составляют 3,26 км<sup>3</sup> в год. Отметим, что экспертные данные (на основе специальных обследований) о потерях воды в ЖКХ обычно не менее чем в два раза превышают официальные.

Эти исследования дают дополнительную информацию о существующих проблемах водного хозяйства России, которые необходимо учитывать при проектировании современных цифровых водоканалов как составляющей «Умного города». Потребуется замена водопроводных сетей, внедрение автоматизированных систем управления водоснабжением и водоотведением, внедрение систем по учету потребления, потерь, внедрение технологий по повышению ресурса эксплуатируемых сетей, автоматизированного контроля, корректного и своевременного обслуживания сетей, стандартизированного оборудования и протоколов передачи данных. Стандартизация в области «Умных городов» является ключевым моментом. Только наличие стандартов даст возможность использования и взаимозаменяемости отдельных компонент [6].

Существующие тенденции цифровизации и автоматизации производств, предприятий безусловно оказывают положительное влияние на модернизацию систем водообеспечения, управления инфраструктурой водоснабжения. При этом перед внедряемыми технологиями стоит вызов - разрозненность информационных систем в водоканалах, отсутствие единых цифровых стандартов оборудования и протоколов передачи данных, потребность в отечественных разработках при внедрении «Умных городов», повышенный износ водопроводных сетей и оборудования, повышенные требования к обеспечению цифровой безопасности, изменение облика нарушителя безопасности за счет доступности технических средств, в том числе беспилотных летательных аппаратов, потенциально имеющих возможность вывода из строя объекта жизнеобеспечения.

В настоящее время реализуются мероприятия по созданию диспетчерского центра управления объектами водоснабжения ОГКП «Ульяновский областной водоканал». Планируется ввести в

эксплуатацию программный комплекс, который позволит в режиме реального времени производить снятие показаний с приборов учета и контроля работ и управление технологическим оборудованием, что позволит мгновенно реагировать на возникающие нештатные ситуации и оперативно устранять их.

Перевод информации по деятельности Ульяновского водоканала в рамках производственного контроля качества воды в цифровой вид позволяет проводить работу в несколько этапов:

- 1) контроль и анализ показателей проб воды (источник, водоподготовка, распределительная сеть);
- 2) формирование предложений по принятию мер по отключениям;
- 3) автоматизация показателей качества воды по индикаторным показателям проб
- 4) увеличение продолжительности жизни населения как результат от внедрения автоматизации контроля качества воды.

Реализованные проекты модернизации ряда объектов за счёт внедрения современных цифровых решений демонстрируют рост эффективности ОГКП «Ульяновский областной водоканал» сразу же после внедрения по таким показателям как:

- сокращение потерь эксплуатационных расходов за счёт проведения модернизации систем управления на водозаборах, управление насосными группами автоматическими системами с цифровым управлением и выводом параметров в диспетчерский пункт управления;
- повышение качества поставляемой воды и сокращение времени устранения аварий за счёт установки систем обеззараживания воды на насосных станциях и систем, позволяющих диагностировать возникновение аварии на участке водопровода, путём вывода сведений в диспетчерский пункт управления;
- сокращение числа жалоб от населения за счёт повышения качества водоснабжения;
- экономия денежных средств за счет повышения скорости ликвидации аварий, сокращения потерь воды и производственного персонала от внедрения автоматизированной системы сбора данных.

Кроме того, в результате проведения цифровизации повышается клиентоориентированность предприятия, которое выражается в открытости информации по устранению тех или иных проблем, например устранение аварий, которое любой пользователь сможет увидеть на

экране мобильного телефона, установив на него соответствующее приложение.

Установка приборов учёта с функцией передачи информации снятых параметров позволят:

- организовать тотальный учёт всех энергоресурсов и различных аналитических отчётов;
- производить мониторинг всех потерь в режиме реального времени;
- мониторинг и прогнозирование состояния оборудования предприятия.

Цифровизация абонентского отдела должна в полном объёме обеспечивать полный контроль за реализацией услуг водоснабжения и водоотведения при работе с юридическими лицами, жильцами в частном секторе и физическими лицами в многоквартирных домах. Все указанные мероприятия выполняются совместно с другими отделами предприятия путём осуществления документооборота посредством специального программного комплекса.

В настоящее время на подвижной состав предприятия ОГКП «Ульяновский областной водоканал» установлена система глобального позиционирования ГЛОНАСС, что позволяет в режиме реального времени отслеживать передвижение каждой единицы техники, контролировать рабочее время и расход топлива. Конечным эффектом данного мероприятия будет являться экономия по основным статьям расходов на содержание автомобильного парка и оперативность управление подвижным составом через диспетчерский пункт управления.

Под основными задачами производственного процесса в условиях проведения цифровизации на предприятии являются:

1. Оцифровка имеющегося потока данных, использующихся в процессе работы Ульяновского водоканала: инвентаризация оборудования, систем с целью формирования планов на восстановление; разработка схем, отражающих все характеристики объектов водоснабжения и водоотведения; регистрация, обработка и работа с обращениями, заявками для формирования перечня проблемных участков и их устранение; организация документооборота на предприятии с помощью единого программного комплекса для улучшения взаимодействия;

2. Выстраивание автоматизированных систем управления технологическими процессами: организация централизованного контроля



и управления технологическими процессами; система приборного непрерывного мониторинга качества питьевой воды до и после водоподготовки; система сбора и анализа данных для предотвращения возникновения аварий, выявления причин превышенного энергопотребления;

3. Система непрерывного мониторинга финансовых затрат в разбивке по каждому из управляемых объектов с целью контроля точки безубыточности с последующей подготовкой материалов для обоснования тарифа и необходимости субсидий на ремонт/реконструкцию систем водоснабжения и водоотведения.

4. Разработка единой интерактивной карты коммуникаций каждого населённого пункта в сети интернет: организация двухсторонней связи с населением; публичная открытость деятельности предприятия; организация равноуровневого доступа к информационной системе в зависимости от допуска пользователя.

5. Организация работ единого диспетчерского пункта управления: принятие решений по аварийным ситуациям; получение и обработка обращений; администрирование работы интерактивной карты по входящему и исходящему потоку.

6. Организация системы безопасности по защите объектов критической инфраструктуры: контроль доступа на объекты водоснабжения, организация наблюдения, системы охранной сигнализации.

В заключении хочется отметить, что в стадии реализации находится проект цифровизации систем водоснабжения в пос. Цемзавод Ульяновской области в соответствии с системой «Умный город». На сегодняшний день установлены насосы Wilo с низким энергопотреблением 37 кВт вместо 55 кВт. Установленные системы автоматизации и диспетчеризации позволили снизить затраты на электроэнергию более, чем в 2 раза. Для снабжения пос. Цемзавод питьевой водой, используется накопительная емкость объемом 500 м<sup>3</sup>, на которой смонтированы датчики уровня, запитанные от солнечных батарей. Посредством GSM-модема уставленные датчики передают информацию в систему управления насосной станции. Включение/отключение происходит в автоматическом режиме, с функцией поддержания заданного уровня накопительной емкости. Данная система позволяет осуществлять работу насосов, а также

отслеживать состояние ёмкостей в режиме онлайн, включая просмотр на смартфоне.

### Список литературы

1. Указ Президента РФ от 15.05.2018 № 215 (ред. от 14.09.2018) «О структуре федеральных органов исполнительной власти».

2. Список пилотных муниципальных образований, где будут внедряться технологии Умного города. <http://gorodsreda.ru/umniy-gorod/rossiyskiy-opyt2/spisok-pilotnykh-munitsipalnykh-obrazovaniy-gdebudut-vnedryatsya-tekhnologii-umnogo-goroda/>

3. Куприяновский В.П., Буланча С.А., Черных К.Ю., Намиот Д.Е., Добрынин А.П. Умные города как «столицы» цифровой экономики // International Journal of Open Information Technologies. 2016. № 2.

4. Фомин Н.А. Проблемы управления интеллектуальными системами умного города // Труды Российской научной конференции «Интеллектуальные системы в информационном противоборстве». Москва, 10-12 декабря 2018 г. РТУ МИРЭА, РЭУ им. Плеханова.

5. Данилов-Данильян В.И. Водное хозяйство России. [http://www.cawaterinfo.net/review/pdf/russia\\_wm.pdf](http://www.cawaterinfo.net/review/pdf/russia_wm.pdf) 4 XIII ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ ВСПУ-2019, Москва, 17-20 июня 2019 г.

6. Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Куприяновский П.В. Стандартизация Умных городов, Интернета Вещей и Больших Данных. Соображения по практическому использованию в России // International Journal of Open Information Technologies. 2016. № 2.

## Модернизация систем теплоснабжения сельских поселений на примере Ульяновского района Ульяновской области

Суворов О.Ю. (студент гр. УЖКХмд -13),  
руковод. Марченко А.В. (к.т.н., доцент)

Модернизация систем теплоснабжения сельских поселений – один из актуальных вопросов как в Ульяновской области, так и в России. Вопросами модернизации в Ульяновском районе Ульяновской области начали активно заниматься, начиная с 2011 г., сотрудники администрации района, привлеченные технические специалисты, профильные министерства правительства Ульяновской области, при непосредственном участии губернатора Ульяновской области С.И. Морозова (рис. 1).



Рис. 1. Р. п. Ишеевка, котельная №1, ул. Гагарина, 24, июнь 2012 г.

Определенных успехов удалось достичь, но некоторые основные задачи не решены и по сей день.

Эффективность работы систем теплоснабжения зависит от многих факторов, часть проблем имеют значительные масштабы:

1. Изменение баланса подключенных к источникам теплоснабжения тепловых нагрузок.

Большинство квартальных котельных в рабочих поселках Ульяновской области были построены в период 1965 – 1980 гг. и были рассчитаны на выработку тепловой энергии, как для промышленных предприятий, так и абонентов социальной сферы, жилого фонда, причем для некоторых предприятий требовалось производство пара (р.п. Ишеевка, АОЗТ «Иштекс» - текстильная промышленность). К 2010 г. большинство предприятий - потребителей тепловой энергии либо прекратили свое существование, либо установили собственные источники теплоснабжения. В результате в квартальных котельных образовался избыток установленной мощности, который тем не менее требует затрат на содержание, так как находился в составе единой системы, отпала потребность в выработке пара. Большая часть котлов была переведена в водогрейный режим, что ухудшило их основные характеристики.

2. Значительный износ котельного оборудования, зданий и сооружений тепловых источников.

Как упоминалось ранее, квартальные тепловые источники были построены 40 - 55 лет назад (Ульяновский район, р.п. Ишеевка, котельная №1, ул. Гагарина, 24 – 1976 г. ввода в эксплуатацию (рис. 2), котельная №2, р.п. Ишеевка, ул. Ульянова, 1П – 1968 г. (данные Муниципального Учреждения «Комитет по Управлению Муниципальным Имуществом и Земельным Отношениям Муниципального Образования «Ульяновский район «Ульяновской области», отраженные в акте приема – передачи, приложении к действующему договору аренды с теплоснабжающей организацией [6]) соответственно, основное котельное оборудование и коммуникации в то же время. В настоящее время большинство зданий и сооружений требуют проведения капитального ремонта или реконструкции.

Котельное оборудование, где не производилась его замена в период эксплуатации, отработало более двух - трех сроков эксплуатации, а насосные группы – более четырех - пяти (согласно правилам исчисления амортизации по бухгалтерскому учету).



Рис. 2. Здание котельной №1 р. п. Ишеевка, ул. Гагарина, 24.

Аварийное состояние котельного оборудования может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций в отопительный период. В октябре – ноябре 2017 г. в режиме чрезвычайной ситуации были приняты экстренные меры по частичной замене котельного оборудования в котельной №2 р. п. Ишеевка (рис. 3).



Рис. 3 . Частичная модернизация котельной №2, ул. Ульянова, 1П, ноябрь 2017 г.

### 3. Износ тепловых сетей.

Сверхнормативные потери теплоносителя и тепловые потери через изоляцию при транспортировке до объектов теплоснабжения обусловлены в первую очередь значительным (50 - 70%) износом сетей теплоснабжения. Полный износ стальных труб в системах теплоснабжения исчисляется 20-ти летним сроком эксплуатации. В настоящее время некоторые магистральные участки находятся в эксплуатации более 30 – 40 лет (данные Муниципального Учреждения "Комитет по Управлению Муниципальным Имуществом и Земельным Отношениям Муниципального Образования "Ульяновский район "Ульяновской области", отраженные в акте приема – передачи, в приложении к действующему договору аренды с теплоснабжающей организацией [6]). В результате потери теплоносителя могут превышать нормативные (0,25% от объема системы в час) в 6-8 раз (котельная №2 р.п. Ишеевка), а потери тепловой энергии через изоляцию в 3-4 раза (котельные №1 и №2 р.п. Ишеевка). На рис. 4 видно состояние трубопроводов после многолетней эксплуатации.



Рис. 4. Демонтированный участок тепловой сети котельной №2 р.п. Ишеевка

Кроме того, износ тепловых сетей является причиной большинства возникающих аварийных ситуаций, приводящих к прекращению подачи тепловой энергии потребителям и нарушению стабильной работы тепловых источников (рис. 5)



Рис. 5. Аварийные работы по устранению порыва теплотрассы. Р. п. Ишеевка, октябрь 2019 г.

#### 4. Низкий уровень автоматизации процессов.

Упомянутые выше тепловые источники оборудованы, как правило, простейшей аварийной автоматикой и примитивным погодозависимым регулированием, величина удельных расходов ресурсов зачастую зависит от грамотных действий постоянно присутствующего дежурного персонала.

Рассмотрев и сформулировав основные проблемы, определим способы, позволяющие достичь существенного повышения надежности и энергоэффективности систем теплоснабжения.

Основные мероприятия программ развития и модернизации систем теплоснабжения, разрабатываемых согласно требований ФЗ №190 от 27.07.2010 г. «О теплоснабжении», ФЗ от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утвержденному приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 944/пр и введенному в действие с 17 июня 2016 г. СП 89.13330.2016, Федерального закона от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об

энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", Федерального закона от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" Федеральных норм и правил согласно приказа №542 от 15 ноября 2013 года по Федеральной службе по Экологическому, технологическому и атомному надзору можно разбить на следующие группы:

1. Проведение обследования объектов теплоснабжения;
2. Строительство новых источников тепловой энергии;
3. Модернизация и реконструкция котельных, тепловых сетей и ЦТП;
4. Строительство тепловых сетей;
5. Внедрение ресурсосберегающих технологий.

Важнейшими направлениями реализации программы реконструкции и развития систем теплоснабжения должны стать:

- в рамках актуализации схем теплоснабжения, утвержденных постановлениями муниципальных образований в соответствии с ФЗ №190 от 27.07.2010 г. «О теплоснабжении», постановлением Правительства РФ №808 от 08.08.2012 г. «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о изменении в некоторые акты Правительства Российской Федерации», постановлением Правительства РФ «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» №154 от 22.02.2012 г. (для Ишеевского городского поселения Ульяновского района Ульяновской области – постановление администрации МО «Ишеевское городское поселение» Ульяновского района Ульяновской области №396 от 12.08.2013 года «Об утверждении схемы теплоснабжения»[1]) и генерального плана развития поселений, инвентаризация и уточнение баланса нагрузок потребителей и мощностей источников;

- по итогам актуализации схем теплоснабжения - консервация или демонтаж избыточных мощностей;

- проведение модернизации централизованных систем теплоснабжения с высокой плотностью тепловой нагрузки с внедрением новейших автоматизированных систем производства тепловой энергии и использованием при строительстве тепловых сетей труб с улучшенными характеристиками теплоизоляции (предизолированные стальные трубы с



ППУ Уральского трубного завода, полимерные типа «Изопрофлекс» Чебоксарского трубного завода (рис. 6).



#### **Трубы ИЗОПРОФЛЕКС® - 95А**

##### Технические характеристики

**Диаметры** 40-225 мм

**Рабочая температура** – 95°С

**Рабочее давление** – 1,0 Мпа

**Способы прокладки** - подземный бесканальный; в проходных и непроходных каналах

**Назначение** - вторичный контур сетей теплоснабжения (сети с ЦТП); сети ГВС

Рис. 6. Структура полимерной трубы Изопрофлекс – 95А

ИЗОПРОФЛЕКС® – запатентованное название системы гибких теплоизолированных труб, предназначенных, прежде всего, для подземной бесканальной прокладки сетей горячего водоснабжения и низкотемпературного теплоснабжения.

Теплоизоляция изготовлена из полиуретана, вспененного без применения фреона, обладающего высокими теплоизоляционными свойствами.

Гибкость труб ИЗОПРОФЛЕКС® позволяет использовать их практически при любых вариантах прокладки трубопровода и дает возможность выбрать оптимальный маршрут.

Труба ИЗОПРОФЛЕКС® поставляется на строительную площадку длинномерными отрезками требуемой длины (обычно в бухтах), что дает возможность обойтись при укладке минимальным количеством соединений. Это позволяет примерно вдвое уменьшить ширину траншеи для прокладки труб, что существенно снижает производственные затраты и сроки проведения монтажных работ.

Физические свойства труб позволяют производить их укладку без учета теплового расширения.

Статистика аварийных случаев при использовании систем гибких трубопроводов ИЗОПРОФЛЕКС®- с 2002 г. в РФ показывает, что на 95 км трубопровода в год приходится в среднем одно повреждение.

Опыт прокладки систем гибких трубопроводов ИЗОПРОФЛЕКС® показывает, что скорость монтажа в этом случае в 5 – 10 раз выше по сравнению с традиционными металлическими трубами. Бригада из четырех человек обеспечивает прокладку 400 – 700 м трубопровода за смену. При этом не требуется использования погрузочно-разгрузочных механизмов и сварочной техники;

- проведение частичной децентрализации систем, находящихся в зоне предельной эффективности централизованного теплоснабжения (Ульяновский район, р. п. Ишеевка, котельная №2, 50 квартир частного сектора на ул. Дружба и Луговая с общей пиковой нагрузкой менее 0,3 Гкал/час подключены к сетям теплоснабжения протяженностью более 1 км, ежегодные убытки теплоснабжающей организации в данном секторе достигают более 1,5 млн. руб. (данный факт отмечен в материалах утвержденной схемы теплоснабжения Ишеевского городского поселения Ульяновского района Ульяновской области [1]);

- осуществление полной децентрализации систем теплоснабжения с очень низкой плотностью тепловой нагрузки. (Ульяновский район, п. Зеленая Роща, в 2014 г. в связи с значительным уменьшением подключенной тепловой нагрузки к квартальной котельной с установленной мощностью 8 МВт, был осуществлен вывод из эксплуатации указанного источника, перевод на индивидуальное газовое отопление жилого фонда, монтаж и ввод в эксплуатацию нового источника теплоснабжения, БМК с установленной мощностью 0,5 МВт, для двух объектов – д/с «Дубравушка» и ДК, протяженность магистральных тепловых сетей сократилась с 3 км до 300 м при уменьшении диаметра трубопроводов в 2 раза);

- создание интеллектуальных систем теплоснабжения за счет развития автоматизации технологических процессов выработки, транспорта и распределения энергоресурсов, обеспечением надежности и качества услуги, дистанционного контроля и управления технологическими процессами; информатизации всех процессов, составляющих всю цепочку теплоснабжения от производства до потребителя.

Таким образом, реализация указанных выше мероприятий позволит достичь следующих показателей:

- повысить эффективность производства тепловой энергии до 90 % (обосновано при создании ПСД на техническое перевооружение котельных №1 и №2 р.п. Ишеевка ООО «Сервис – монтаж, наладка» [ 2, 3] );

- гарантированно снизить тепловые потери в магистральных тепловых сетях до 7 %, сократить расход теплоносителя на подпитку до уровня нормативного (установленная правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей, а также правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок, в пределах 0,25% среднегодовой емкости трубопроводов тепловых сетей в час, (приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. N 325 «Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя» (с изменениями и дополнениями) [15], обосновано при разработке ПСД ООО «СтройПроектИзыскания» [5]);

- обеспечить снижение потерь тепловой энергии от дисбаланса спроса и предложения до минимума за счет внедрения средств автоматизации, диспетчеризации и регулирования.

Следует отметить, что в настоящее время модернизацией систем теплоснабжения сельских поселений по инициативе губернатора Ульяновской области и при поддержке правительства Ульяновской области активно занимается ОГКП «Корпорация развития коммунального комплекса Ульяновской области». В период 2018 - 2019 гг. были построены и введены в эксплуатацию более 70 тепловых источников в различных районах области. В основном – это блочно-модульные котельные (рис. 7), работающие в автоматическом режиме. Кроме этого, ежегодно при подготовке к очередному отопительному сезону проводится значительная работа по модернизации, частичному ремонту котельного оборудования, замена аварийных участков тепловых сетей. По состоянию на 1.01.2020 г. организацией эксплуатируется более 200 тепловых источников.



Фото 7. Блочно-модульная котельная ЦРБ р.п. Старая Майна.

### Список литературы

1. Постановление администрации МО «Ишеевское городское поселение» Ульяновского района Ульяновской области №396 от 12.08.2013 года «Об утверждении схемы теплоснабжения муниципального образования «Ишеевское городское поселение» Ульяновского района Ульяновской области».
2. ООО «Сервис – монтаж, наладка». Рабочая документация «Техническое перевооружение сети газопотребления с заменой котлов ОПИ – ЗМЗ-Е-4/14-225ПИ на котлы BOSCH-UNIMAT UTL UT 30/4200 в котельной №1 по адресу: Ульяновская область, Ульяновский район, р.п. Ишеевка, ул.Гагарина, 24», 2015.
3. ООО «Сервис–монтаж, наладка». Рабочая документация «Техническое перевооружение сети газопотребления, с заменой котлов ДКВР 6,5/13 на котлы BOSCH-UNIMAT UTL UT 30/4200 в котельной №2 по адресу: Ульяновская область, Ульяновский район, р.п. Ишеевка, ул.Ульянова, 1 П», 2016.
4. Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. N 325 "Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя" (с изменениями и дополнениями).
5. ООО «СтройПроектИзыскания». Проект «Муниципальное образование «Ишеевское городское поселение» реконструкция сетей теплоснабжения. 1 этап строительства», 2016.
6. Договор аренды объектов имущества № 54 от 20.02.2019 г. МО «Ульяновский район» Ульяновской области, акт приема - передачи. 2019.
7. ФЗ-190 от 27.07.2010 г. «О теплоснабжении».
8. Постановление Правительства РФ №808 от 08.08.2012 г. «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о изменении в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

9. Постановление Правительства РФ «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» №154 от 22.02.2012 г.

10. ФЗ-384 от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

11. ФЗ-261 от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

12. ФЗ-123 от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

13. ФЗ-116 от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

14. Приказ № 542 от 15 ноября 2013 года по Федеральной службе по Экологическому, технологическому и атомному надзору.

15. Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. № 325 «Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя» (с изменениями и дополнениями).

## **Энергосберегающие мероприятия методом инфракрасного излучения**

**Яшин В.С.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Инфракрасное отопление основывается на инфракрасном излучении. Инфракрасное излучение - это электромагнитное излучение, которое не воспринимается органами чувств человека. Оно обладает способностью нагревать поверхности предметов.

Инфракрасные волны можно разделить на 3 вида: длинные волны (излучаемые с температурой до 300 °С), средние волны (до 600 °С) и короткие волны (более 800 °С) [1, 2]. Нагревательные приборы излучают длинные волны. Наиболее комфортным и экологическим являются излучения, не превышающие температуру 50 °С.

Инфракрасные обогреватели работают по принципу воздействия солнечных лучей. Волны, излучаемые прибором, нагревают поверхности предметов, а они передают тепло окружающему воздуху.

Конструкция инфракрасных обогревателей достаточно проста. Основными элементами являются излучающий (нагревательный элемент) и рефлектор (отражатель тепла). Рефлектор отражает излучения и ограничивает его влияние на остальные части прибора.

Рефлектор обычно имеет вид вращающегося параболоида. Выполнение рефлектора производится в виде цилиндра (для излучения в одном направлении). Остальные составляющие закрываются в корпус, который устойчив к температурам.

Использование таких обогревателей имеет ряд преимуществ [3, 4]:

- мобильность;
- экономичность;
- безопасность;
- экологичность.

Обогреватели можно установить на потолке, на стене или даже вмонтировать их в пол, что не препятствует размещению мебели или рабочего оборудования. А также инфракрасные обогреватели можно использовать для местного подогрева необходимых зон.

Более 90 % инфракрасного излучения поглощается влагой в верхних слоях кожи, поэтому оно вызывает только повышение температуры кожного покрова. Инфракрасное излучение считается полезным для

человека. Оно повышает иммунитет, и запускает механизм регенерации и оздоровления многих органов и систем.

Инфракрасное отопление является экологически безопасным. Во всех отопительных системах, использующих заземленные детали корпусов и воздуховодов, происходит деионизация воздуха на 80...85 %. При использовании инфракрасных обогревателей уровень отрицательных ионов снижается максимум на 1...3 %.

Использование инфракрасных обогревателей может значительно уменьшить расходы на обогрев. Они могут сэкономить более 45 % электроэнергии по сравнению с другими системами отопления.

Стоимость оборудования, монтажа и эксплуатации инфракрасного отопления почти в 2,5 раза дешевле, чем у водяного отопления.

Инфракрасная система отопления составляет серьёзную конкуренцию традиционной системе отопления. Она более экономична, экологична и безопасна.

#### **Список литературы**

1. Маслов В.В. Системы отопления: экология, экономика, перспективы / Журнал ЖКХ. 2002. №11. С.25-29
2. Инфракрасное отопление [Электронный ресурс] <http://www.otopimdom.ru/index.php?id=394> (дата обращения: 07.11.2016).
3. Инфракрасное излучение и его влияние на человека [Электронный ресурс] <http://otravleniya.net/izluchenie/infrakrasnoe-izluchenie-vliyanie-na-cheloveka.html> (дата обращения: 07.11.2016).

## Основные проблемы в области теплоснабжения

Царев Н.В. (студ. гр. УЖКХмд-11)  
руковод. Ямлеева Э.У. (к.т.н., доцент)

Система теплоснабжения страны довольно велика и громоздка, потребляет колоссальные объемы энергии, и при этом происходят не менее колоссальные потери тепла и энергии.

Можно выделить следующие основные проблемы в области теплоснабжения:

1. Возраст большинства источников тепла (ТЭЦ и котельные) больше 30 лет или приближаются к этому рубежу. Например, г. Северодвинск с самой современной промышленностью снабжается теплом от двух ТЭЦ с почтенным возрастом: одной – 30 лет, а второй – 70 лет.

2. Тепловые сети ветхие, более 70% от всех сетей, находящихся в эксплуатации, подлежат замене. Но даже очень скромный план капитального ремонта не выполняется, коммуникации стареют из года в год.

3. Потери тепла в тепловых сетях достигают 30%, т.к. из-за периодического или постоянного затопления сетей тепловая изоляция нарушена и пришла в негодность.

4. Потери тепла через «дырявые» окна составляет до 70% от общих тепловых потерь зданий.

5. В подавляющем большинстве индивидуальных и центральных тепловых пунктов отсутствует автоматика на отопление и ГВС.

6. К сожалению, централизация теплоснабжения, особенно в крупных городах, достигла такого уровня, что режимами трудно или практически невозможно управлять.

7. Подавляющее большинство систем теплоснабжения разрегулировано и обеспечение потребителей теплом и горячей водой сопряжено с большими перерасходами топлива и электроэнергии.

8. Сокращение персонала на предприятиях (как инженерного, так и рабочего) привело к тому, что системы теплоснабжения не эксплуатируются, а только поддерживается их жизнедеятельность, другими словами «латаются дыры».

9. В малых городах, наряду с указанными проблемами, очень остро



ощущается недостаток квалифицированного персонала, как на руководящих должностях среднего звена, так и рабочего персонала.

Все выше перечисленные проблемы в теплоснабжении усугубляются ведомственной разобщенностью и корпоративными интересами, которые идут в разрез с интересами населения городов страны.

По самым скромным подсчетам только за счет разрегулировки систем теплоснабжения (а это мы считаем ключевым вопросом) в России перерасход тепла и электроэнергии за один отопительный сезон достигает гигантских размеров и в денежном выражении составляет не менее 60 млрд руб., т.е. порядка 8% от всех расходов на теплоснабжение. За счет экономии, полученной за один отопительный сезон от оптимизации режимов систем теплоснабжения по всей стране, можно практически полностью отопить потребителей Московской области. Но, к сожалению, на вопросы оптимизации режимов у теплоснабжающих организаций как раньше средств не было, так и нет теперь. Все имеющиеся средства направляются на оплату долгов, топлива, электроэнергии, а остаток на крайне необходимые ремонтные работы. При комплексности подхода к проблеме энергосбережения обязательно надо использовать комплексные инженеринговые решения.

Исходя из проблем, которые присутствуют в теплоснабжении, должна быть принята государственная программа энергосбережения. Целесообразно на решение вопросов, связанных с энергосбережением и оптимизацией режимов систем теплоснабжения, выдавать льготные кредиты с тем, чтобы в короткие сроки повысить надежность и экономичность работы систем централизованного теплоснабжения. Это достаточно выгодно потому, что окупаемость технологии оптимизации режимов работы системы теплоснабжения в разных городах России составляет 3 (максимум 4) мес. отопительного сезона. Конечной целью государственной программы энергосбережения должно явиться снижение себестоимости и смягчение для населения бремени оплаты коммунальных услуг с государственной финансовой поддержкой.

#### **Список литературы**

1. Федеральный закон РФ от 3.04.1996 № 28-ФЗ «Об энергосбережении».
2. Корягин М.В. Необходимость инженерингового подхода к энергосбережению на объектах недвижимости / М.В. Корягин // 16-й Международный научно-промышленный форум "Великие реки'2014": Труды конгресса. Т.3. Н.Новгород: ННГАСУ, 2015. С. 88-91.

3. Корягин М.В. О необходимости комплексной оценки энергоэффективности зданий / М.В. Корягин // 15-й Международный научно-промышленный форум "Великие реки'2013": Труды конгресса. Т.3. Н.Новгород: ННГАСУ, 2014. С. 30-32.
4. Корягин М.В. Инвестиционный инжиниринг: учеб. пособие для вузов / М.В. Корягин, О.П. Коробейников, А.Н. Крестьянинов [и др.] ; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Н. Новгород: ННГАСУ. 2013. 108 с.

## **Бестраншейных технологий реновации ветхих трубопроводов**

**Хаметов Р.Ш.** (студ. гр. УЖКХбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н. доцент)

Реализация на практике отдельных бестраншейных технологий реновации водопроводных сетей полимерными материалами (трубами, защитными покрытиями) является классическим примером ресурсо и энергосбережения в городском хозяйстве.

Наибольший интерес в качестве объекта применения и получения эффекта ресурсо и энергосбережения по совокупности сопровождающих операций находит технология протягивания путем предварительного термомеханического сжатия полимерного трубопровода, не приводящего к его вытягиванию.

Данный метод в зарубежной практике именуется как Swagelining. Преимущество данного метода состоит в том, что после естественного распрямления полимерного трубопровода за счет эффекта памяти первоначальной формы и плотного прижатия нового трубопровода к старому не образуется кольцевого межтрубного пространства между новым и старым трубопроводами.

Метод Swagelining позволяет восстанавливать трубопроводы диаметром от 100 до 1200 мм при значительной протяженности ремонтного участка.

Для строителей, осуществляющих реновацию трубопроводных сетей по описанной технологии, наиболее важным вопросом является определение степени термомеханического сжатия полимерного трубопровода, т.е. подбора сужающей матрицы.

При этом необходим оптимальный вариант сжатия, при котором, с одной стороны, необходимо добиться сужения сечения трубопровода до диаметра, позволяющего беспрепятственно и с незначительными усилиями на лебедке протягивать плетть труб. С другой стороны, не слишком зауживать диаметр, так как это может привести к нарушению диапазона оптимальных параметров работы установки по термомеханическому сжатию.

Цель последующих исследований, состояла в получении зависимости изменения толщины стенки от степени сжатия полимерного

трубопровода, руководствуясь которыми проектировщики могут выбрать соответствующий вариант термомеханического сжатия, который бы обеспечивал минимальные усилия протягивания. Алгоритм решения задачи представлен ниже.

В результате равномерного сжатия трубопровода по технологии Swagelining диаметр уменьшается, а первоначальная толщина стенки увеличивается.

Хочется отметить, что, несмотря на то, что даже если после реновации методом протягивания внутренние диаметры новых двухтрубных конструкций уменьшаются, экономия энергозатрат возрастает. Отсюда напрашивается вывод, что влияние удельного сопротивления (т.е. степень шероховатости внутренней поверхности трубопроводов) оказывает решающую роль для энергосбережения.

В качестве вывода необходимо отметить, что реновация методом Swagelining позволяет одновременно добиться двойного эффекта: ресурсосбережения, так как после ремонта будут ликвидированы утечки воды (эксфильтрация), а также энергосбережения, т.е. снижения затрат на электроэнергию при транспортировке воды.

#### **Список литературы**

1. Останов А.А., Устюгов В.А., Харькин В.А. Энергосбережение на трубопроводах водоснабжения и водоотведения. Сантехника №4. 2010.
2. Орлов В.А. Защитные покрытия трубопроводов. Издательство АСВ. 2009.
3. Проектирование, строительство и эксплуатация трубопроводов из полимерных материалов. Справочник проектировщика. Стройиздат. 1985.
4. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Стройиздат. 1984.

## **Оценка технологического эффекта внедрения систем управления с частотно-регулируемым электроприводом**

**Урусов Е.Ю.** (студ. гр. УЖКХмд-12),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н. доцент)

К сожалению, универсальной методики на все случаи применения преобразователей частоты (ПЧ) нет и быть не может, так как экономический эффект зависит от многих факторов, характерных для конкретной установки. Однако существует большое количество типовых решений, применяемых в народном хозяйстве, например - для системы водоснабжения. Московским энергетическим институтом (МЭИ) разработана методика оценки экономической эффективности применения частотного электропривода в системах водоснабжения зданий, разработана «Инструкция по расчету экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода», согласованная с Главгосэнергонадзором и утвержденная Минтопэнерго.

Наибольший экономический эффект от внедрения ПЧ с точки зрения энергосберегающих мероприятий достигается на квадратичных нагрузках (центробежные насосы, вентиляторы) в случае замены дросселирования частотным регулированием.

При внедрении частотного регулирования в связи с уменьшением рабочей частоты вращения вала привода снижается износ насоса. В связи с плавными пусками и остановками уменьшаются гидравлические и механические нагрузки на технологическое оборудование (трубопроводы, запорную и регуливающую арматуру). Все перечисленное обуславливает увеличение сроков службы и межремонтного ресурса. То же можно сказать и про нагрузки на питающую сеть в связи с исключением пусковых токов при пусках электродвигателей насосов напрямую от сети.

Ориентировочно срок службы насосного агрегата с электродвигателем увеличивается на 10%, при этом затраты на обслуживание уменьшаются на 10%.

Таким образом, высокая инвестиционная привлекательность внедрения станций управления, оснащенных преобразователями частоты, устройствами плавного пуска, а также объединения станций управления в единую систему АСУ ТП основана на следующих факторах:

- прямой экономии от снижения потребления электроэнергии при регулировании производительности насосных агрегатов (для разных объектов от 25 до 50%). При оценке экономического эффекта от внедрения автоматизированных систем частотно-регулируемого привода необходимо использовать следующие данные - стоимость электроэнергии, затраты на сервисное обслуживание оборудования составляют ~3% стоимости, не считая командировочных расходов, срок службы оборудования (10 лет);

- прямой экономии за счет снижения непроизводительных утечек воды при оптимизации давления в напорном трубопроводе (не менее 25–30 % общего объема утечек);

- экономии фонда заработной платы сокращаемого дежурного персонала;

- резком снижении аварийности на сетях (не менее чем в 5–10 раз);

- увеличении не менее чем в 3 раза ресурса и межремонтных сроков насосов, электродвигателей, коммутационного оборудования;

- снижению затрат на электрическое отопление на объектах, бытовое обеспечение дежурного персонала;

- значительном увеличении надежности системы в целом благодаря устранению «человеческого фактора» и автоматической диагностике системой всех ее элементов и своевременном устранении возможных аварийных ситуаций.

Для получения максимального эффекта экономии от применения ПЧ необходимо предварительно провести обследование и изучение сети. Сейчас это сделать достаточно просто – есть переносные ультразвуковые расходомеры, позволяющие быстро и точно определить фактические характеристики сети и насосного агрегата.

Все здесь сказанное относится к работе сетей с правильным подбором насосов. Как правило, насосы для сети подбираются с «запасом», запас при применении ПЧ не теряется, при штатном увеличении расхода ПЧ с таким насосом обеспечит и штатный режим.

Немаловажными факторами являются также следующие:

- социальный (повышение качества водоснабжения и экономия расходов на ремонт оборудования);

- экологический (снижение потребления электроэнергии обеспечивает снижение выброса CO<sub>2</sub>).

## Список литературы

1. Инструкция по расчёту экономической эффективности частотно-регулируемого электропривода // <https://chemtech.ru/tehniko-jekonomicheskoe-obosnovanie-vnedrenija-sistem-uprav>
2. Шакарян Ю.Г. Инструкция по расчету экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода // АО ВНИИЭ, МЭИ, М.: 1997.
3. ВРД 39-1.10-052–2001. Методические указания по выбору и применению асинхронного частотно-регулируемого привода мощностью до 500 кВт // ОАО «Газпром», М.: 1999.
4. ГОСТ 13109–97. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения // <https://chemtech.ru/tehniko-jekonomicheskoe-obosnovanie-vnedrenija-sistem-uprav>

## **Энергосбережение путем пассивного использования активной и пассивной солнечной энергии**

**Тарасов О.В.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (доцент, к.т.н)

Применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для систем теплоснабжения является актуальным и весьма перспективным в настоящее время при условии грамотного подхода к данному вопросу, т. к. традиционные источники энергии (нефть, газ и т. п.) не безграничны. В связи с этим многие страны переходят на использование экологически чистых возобновляемых источников энергии, одним из которых является теплота солнечного излучения. На текущий момент нет сомнений в том, что энергетика будущего должна основываться на использовании солнечной энергии. Солнце является огромным, неисчерпаемым, абсолютно безопасным источником энергии.

Лидерами в использовании солнечной энергии являются Израиль, страны Европы (Швеция, Дания, Германия, Голландия, Австрия, Швейцария, Финляндия), Турция. В России перспективы развития солнечной энергетики остаются неопределенными, страна многократно отстаёт от уровня генерации европейских стран. Доля солнечной генерации составляет менее 0,001 % в общем энергобалансе. Такое положение объясняется отсутствием льгот для потребителей, использующих экологически чистые возобновляемые источники энергии, сложностью проектирования, низкой осведомленностью населения, высокими капитальными затратами.

В пассивных системах солнечного теплоснабжения (ПССТ) используется естественная циркуляция нагретого воздуха. Пассивные солнечные здания - это те, проект которых разработан с максимальным учетом местных климатических условий, и где применяются соответствующие технологии и материалы для обогрева, охлаждения и освещения здания за счет энергии Солнца. К ним относятся традиционные строительные технологии и материалы, такие как изоляция, массивные полы, обращенные к югу окна. Такие жилые помещения могут быть построены в некоторых случаях без дополнительных затрат.



К активным системам теплоснабжения относят гелиоустановку – солнечный коллектор – устройство для сбора тепловой энергии Солнца, переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением.

Типичный солнечный коллектор накапливает солнечную энергию в установленных на крыше здания модулях трубок и металлических пластин, окрашенных в черный цвет для максимального поглощения радиации. Они заключены в стеклянный или пластмассовый корпус и наклонены к югу, чтобы улавливать максимум солнечного света. Таким образом, коллектор представляет собой миниатюрную теплицу, накапливающую тепло под стеклянной панелью. Поскольку солнечная радиация распределена по поверхности, коллектор должен иметь большую площадь.

Существуют солнечные коллекторы различных размеров и конструкций в зависимости от их применения. Они могут обеспечивать хозяйство горячей водой для стирки, мытья и приготовления пищи, либо использоваться для предварительного нагрева воды для существующих водонагревателей. В настоящее время рынок предлагает множество различных моделей коллекторов.

Интересную комбинацию представляют собой солнечное отопление и котлы, работающие на твердой биомассе. Этим же решается и проблема сезонного хранения солнечной энергии. Использование биомассы летом не является оптимальным решением, так как КПД котлов при частичной загрузке невысок, к тому же относительно высоки потери в трубах - а в небольших системах сжигание древесины летом может причинять неудобство. В таких случаях все 100% тепловой нагрузки летом может обеспечиваться за счет солнечного отопления. Зимой, когда количество солнечной энергии незначительно, практически все тепло вырабатывается за счет сжигания биомассы

### **Список литературы**

1. Тенденции и перспективы развития солнечной энергии [Электронный ресурс]. URL: <http://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/5591>.
2. Солнечное теплоснабжение зданий и сооружений. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gigavat.com/ses\\_sun2.php](http://www.gigavat.com/ses_sun2.php)

## **Энергосбережение путем использование тепла геотермальных источников для отопления и ГВС**

**Тарасов О.В.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У** (доцент, к.т.н)

Использование геотермальной энергии для теплоснабжения находится на втором месте в мире из всех видов возобновляемых источников энергии после солнечного теплоснабжения. По данным последнего Всемирного геотермального конгресса, в 2015 году установленная тепловая мощность геотермальных систем теплоснабжения во всём мире составила 70,3 ГВт при выработке тепловой энергии 163 ТВт·ч/год. Всего в 42 странах мира с 2010 по 2014 годы было пробурено 2218 геотермальных скважин, в том числе 38,7 % для теплоснабжения и 8,6 % для комбинированного теплоэлектроснабжения.

Структура геотермальных систем теплоснабжения мира в 2015 году характеризовалась следующими показателями установленной мощности и годовой выработки тепловой энергии: бассейны — 44,74 и 45,43 %; отопление — 36,98 и 33,58 %; теплицы — 8,96 и 10,15 %; прочие — 9,32 и 10,84 %.

Геотермальное теплоснабжение, в отличие от традиционных источников энергии, использует тепло горных пород Земли. Их поверхностные слои до так называемого «нейтрального слоя» на глубинах 3–20 м аккумулируют солнечную энергию, а на большей глубине тепловой режим определяет геотермальный поток магмы Земли. Степень его изменения или геотермальный градиент в каждом географическом месте определяется его геологическими условиями. Повышение значения этого градиента, водонасыщенность пород и слои глины над ними определяют возможность формирования геотермального месторождения. При отсутствии водонасыщенности пород, но возможности организации в них разветвлённой трещиноватости для циркуляции воды создаются условия для формирования петрогеотермальной циркуляционной системы.

Из всех возобновляемых источников энергии (ВИЭ) геотермальная энергия является наиболее сложным видом. Исследование горных пород, их водонасыщенность, моделирование месторождений выполняют

геология и гидрогеология. Бурение геотермальных скважин и обустройство месторождений осуществляют специалисты по бурению. Обратная закачка отработанного геотермального теплоносителя в объёмах, кратно больших, чем при добыче нефти, требует специальных компетенций. Геотермальные воды имеют сложный химический и газовый состав, который в сочетании с высокими температурами обуславливает необходимость разработки специальных методов защиты от отложения солей и коррозии, как после скважин, так и на глубинах 2–3 км.

Создание геотермальных систем теплоснабжения требует учёта следующих специфических особенностей геотермального теплоносителя: стабильная в течение всего срока эксплуатации температура, одноразовость использования, переменный в течении эксплуатации дебит скважин, необходимость подбора потребителей для максимально возможной загрузки скважин в течении года, необходимость защиты потребителей от отложения солей и коррозии, а окружающей среды, при сбросе отработанной геотермальной воды, — от теплового и химического загрязнения.

В современных российских условиях для развития геотермии в первую очередь необходимо выполнить научные исследования по анализу как советского, так и зарубежного опыта, которые по плечу только Российской академии наук. Экономическая целесообразность развития геотермии, особенно в новых российских экономических условиях, с учётом перспективного топливно-энергетического баланса и задач развития арктических территорий нашей страны, подлежит доскональному изучению.

#### **Список литературы**

1. Бутузов В.А., Амерханов Р.А., Григораш О.В. Геотермальное теплоснабжение в мире и в России: состояние и перспективы // Теплоэнергетика. 2018.
2. Томаров Г.В., Никольский А.И., Семенов В.Н., Щипков А.А. Геотермальная энергетика. М.: Теплоэнергетик. 2015
3. Бутузов В.А., Томаров Г.В., Брянцева Е.В., Бутузов В.В. Исследования и проектирование геотермальной системы теплоснабжения // Теплоэнергетика. 2010.

## **Энергосбережение в ЖКХ**

### **датчики движения – экономия электроэнергии**

**Сайфутдинова А. И.** (студентка гр. УЖКХ-41)  
руковод. **Ямлеева Э. У.** (к.т.н. доцент)

В сфере ЖКХ давно назрела одна глобальная проблема. И заключается она в лампочках. В обыкновенных подъездных лампочках, которые установлены в качестве источника освещения на каждом этаже дома. Проблема состоит в том, что эти лампочки не только очень слабосильные, но и постоянно подвергаются атакам вандалов. Поэтому появилась необходимость в срочной замене старых осветительных приборов на приборы нового типа. Эта замена уже происходит, но не так быстро, как хотелось бы.

Лучше всего заменять устаревшее световое оборудование на светодиодные светильники для подъездов, так называемые «светильники ЖКХ». Светильники ЖКХ очень надёжны. Светодиодные элементы, которые они содержат, практически не перегорают, а если это и случится, то достаточно будет просто заменить один светодиод, без необходимости менять весь модуль. Светодиодные светильники ЖКХ очень и очень прочны. Крепкий корпус из толстого пластика очень устойчив от повреждений. Но даже если кто-то и разломает его, то сами светодиоды разбить значительно труднее, чем обычную лампу накаливания. Светильники для подъездов обладают такой приятной особенностью, как функция энергосбережения. Для этого светильник должен быть оборудован датчиком движения. Когда в подъезде никого нет, свет автоматически выключается. Когда же кто-то заходит, датчик реагирует на движение и светодиоды загораются. Купить светодиодные светильники ЖКХ — значит, крупно сэкономить. Светильники для подъездов также могут устанавливаться на любую поверхность: внешняя стена дома или коттеджа, подвал, чердак, погреб — в самые разные места. В том числе и в небольшие бытовые или жилые помещения.

Одной из наиболее перспективных сфер использования светодиодного освещения является применение светодиодных светильников для ЖКХ в общественных зонах многоквартирных домов. Здесь до сих пор чаще всего используются лампы накаливания. Средняя многоэтажка — это примерно 500 светоточек, если они оборудованы 60

— ваттными лампами, то при работе по 10 часов в день, 30 дней в месяц они потребляют 9000 кВт\*ч. в месяц. При тарифе 2,88 руб./кВт\*ч. ежемесячные затраты на электроэнергию составят 25920 рублей, ежегодные, соответственно — 311040 рублей в год. Это уже внушительная сумма, но если разбить ее на 250 квартир, да еще помесечно, получится всего 104 рубля в месяц, которые нивелируются в общей оплате за коммунальные услуги, и о которых мало кто задумывается. И это при том, что в расчет не включены расходы, связанные с заменой перегорающих ламп, которые относительно невелики по сравнению с величиной общих расходов, но все же влияют на общую стоимость. Светодиодные светильники для ЖКХ стоят изначально дороже, и это многих останавливает. Однако нужно понимать, что сейчас эта разница в цене уже не столь велика, как несколько лет назад.

Светодиодные технологии стремительно развиваются и, как следствие, дешевеют. Сегодня качественный светильник для подъездов может стоить в пределах 1000 рублей, а то и дешевле. Посчитаем его экономическую эффективность: 60 — ваттную лампу накаливания может заменить светодиодный светильник мощностью 8 Вт. Если этот светильник оборудован датчиками освещенности, шума или движения, то даже в темное время суток он либо выключен, либо работает в дежурном режиме энергопотребления (1–2 Вт). Для расчета предположим, что в среднем за 10 часов среднесуточной работы он потребляет 4 ватта в час. Таким образом, расход электроэнергии составляет 600 кВт\*час в месяц, или 7200 кВт\*час в год, что приводит к суммарным затратам Всего 25200 рублей в год. Менять лампы не требуется, гарантия на светодиодные светильники практически у всех производителей составляет не менее 2-ух лет при расчетном сроке службы до 50 000 часов, а это более 13 лет работы. Кроме того, в расчетах не учтен рост тарифов на электроэнергию, а ее стоимость с каждым годом все увеличивается, что делает срок окупаемости их еще короче.

Противники светодиодных технологий могут привести в качестве контраргумента тот факт, что энергосберегающие люминесцентные лампы по сравнению с лампами накаливания потребляют существенно меньше энергии, и их использование существенно снижает расходы, в том числе и в сфере ЖКХ. Но, во первых, энергосберегающие лампы не так уж и дешевы, что увеличивает расходы на замену перегоревших ламп, во-вторых, они «не любят» частых включений и выключений, а

значит, не могут быть использованы с датчикам освещенности или датчиками движения, в третьих, они также «не любят» отрицательных температур, наконец, в-четвертых, требуют специальных мер по утилизации после использования, т. к. содержат токсичные вещества. Светодиодные светильники для ЖКХ специально сконструированы для освещения общественных и технических зданий и объектов, находящихся на балансе жилищно-коммунальных хозяйств. К таким объектам, требующим постоянного качественного освещения с минимальным расходом электроэнергии, относятся подъезды и лестницы жилых домов, коридоры, холлы, лифтовые площадки и подвалы жилых и общественных зданий, больниц, школ и других подобных помещений. Также светодиодные светильники оснащены защитой, которая в случае перегрузок в сети питающего напряжения или изменения условий эксплуатации не даст светильнику выйти из строя. Заключение: таким образом, из приведенных расчетов очевидно, что срок окупаемости проекта перехода на светодиодные светильники для ЖКХ

#### **Список литературы**

1. Архипов А. Проектирование и разработка энергосберегающих светодиодных систем освещения // «Полупроводниковая светотехника». 2009. № 2. [Электронный ресурс] URL: [https://www.led-e.ru/articles/led-application/2009\\_2\\_42.php](https://www.led-e.ru/articles/led-application/2009_2_42.php)
2. Сибикин, М. Ю. Технология энергосбережения: учебник / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. — 3-е изд., перераб. и доп. М.: Инфра-М. 2012. 352 с.

## **Применение автоматических регуляторов расхода ВОДЫ**

**Сагиров Р.Р.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Согласно ГОСТ 19681-94 п. 4.5 (Межгосударственный стандарт. Арматура санитарно-техническая водоразборная) расход воды в смесителях должен быть не меньше 12 л/мин. А для того, чтобы комфортно помыть руки достаточно 6 л/мин. Если Вы хотите сократить расход и обеспечить комфортный поток воды в домашней сантехнике, то регуляторы расхода воды (аэраторы) для кранов и душа являются наилучшим решением на сегодняшний день. Аэратор является небольшим приспособлением, которое крепится на кончике крана и ограничивает поток воды без снижения давления воды в кране. По словам многих специалистов в области сантехники, при использовании старых кранов, которые уже эксплуатируются не менее 5-10 лет, поток воды, в среднем, может составлять около 15 литров в минуту. Но, если установить в кран аэратор, то расход воды уменьшится до 6 литров в минуту. При этом Вы не заметите никакой разницы в использовании, так как аэраторы работают, циркулируя воздух через воду, и дают Вам тоже ощущение давления воды. Таким образом, если Вы моете руки под такой струей воды, Вы не замечаете разницы, а заполнение до краев раковины займет у Вас времени в 2 раза больше.

Аэраторы, в большинстве своем, используются в ванных комнатах (кран для мытья рук, душ), кухнях, а также в ситуациях, когда людям необходимо поддерживать постоянный поток воды. Доступные в хозяйственных магазинах и в торговых точках по продаже сантехники, аэраторы для крана являются выбором разумных людей, которые хотят снизить расход воды без коренных изменений. Аэратор поможет не только сберечь наши природные ресурсы, но также помогут нам сохранить наши деньги на использовании воды и расходе энергии.

Обратим Ваше внимание еще на одну немаловажную роль регулятора расхода воды. Вспомним о том, что водонагревательные приборы в наших домах уже давно не редкость и как актуально уменьшение расхода воды именно в этом случае. Одного и того же количества воды хватит на большее время, словно водонагреватель

увеличился в объеме! В данном случае медленный расход воды экономит нам не только энергозатраты и снижает расход воды, но и увеличивает срок службы водонагревателя.

Основные преимущества регулятора расхода воды:

- снижение расхода средств на водопотребление до 3 раз;
- снижение расхода воды до 4 раз;
- обеспечение постоянного напора воды независимо от давления в водонапорной сети;
- выравнивание давления в системах водоснабжения жилых домов и зданий;
- обеспечение комфортного потока воды без брызг и гидроударов;
- стандартный размер (применяется на всех типах смесителей) и не меняет внешний вид крана;
- применим в проточных водонагревателях высокого давления;
- увеличивает количество воды в накопительном водонагревателе;
- увеличивает срок службы водонагревательного оборудования (при его наличии);
- снижение шума в смесителях;
- простота монтажа.

Регулятор расхода воды устроен следующим образом. Вода протекает между звездочкой и свободнолежащим эластичным кольцом. При открытии водопроводного крана эластичное кольцо вдавливаются в пропускные отверстия и по мере возрастания давления в системе ограничивает поток воды, тем самым обеспечивая постоянный поток жидкости. При закрытии водопроводного крана наблюдается обратный процесс. Эластичность кольца и размеры конструкции рассчитаны таким образом, что позволяют сохранять фиксированный расход воды для каждого устройства, независимо от давления в водопроводной сети. Скорость движения воды между звездочкой и эластичным кольцом увеличивается при уменьшении зазора, что приводит к визуальному и осязательному ощущению хорошего напора воды.

Для монтажа регулятора расхода воды вам не понадобится водопроводчик, всего лишь открутите существующий аэратор и вкрутите новый. Если же никакой аэратор ранее не был установлен, то проверьте наличие резьбы на кончике крана.



### **Список литературы**

1. Регуляторы расхода воды [Электронный ресурс]. URL: <https://teplo-spb.ru/stati/kak-eto-rabotaet/regulatory-raskhoda-vody.html> (дата обращения: 04.10.2019).
2. Энергосбережение и эффективность [Электронный ресурс]. URL: <https://ido.tsu.ru/energy/files/novosibirsk/Pastushkova.pdf>(дата обращения 04.10.2019).

## **Энергосберегающие мероприятия методом сбора дождевой воды**

**Латышов А.Ю.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Для большинства регионов России проблемы с пресной водой остро не стоят, но тарифы на центральное водоснабжение постепенно растут. Поэтому граждане, проводящие большую часть года на загородных участках, выращивая собственную продукцию для своего стола, все чаще задумываются об экономии, в которой и может помочь рациональное использование дождевой воды.

На сегодняшний день в России такая рационализация домашнего хозяйства и вовсе становится находкой. Собранная в крупные емкости в дождливый период вода поможет легче пережить традиционные для этих мест месяцы засухи.

Хотелось бы отметить, что первый подобный опыт появился в странах Европы, где экономия ресурсов стоит на первом месте, так как оплата за предоставляемые услуги достаточно высока. Поэтому, предпочитая не тратить деньги на такие нужды, как слив воды в туалете или полив придомовых участков, многие европейцы считают рациональным использовать природные водные ресурсы.

Весь смысл заключается в том, что дождевая вода, собирается с площади кровли, проходит через водосточную систему и направляется частично или полностью в накопительные резервуары. Из этих объемных хранилищ она постепенно забирается и используется для различных хозяйственных нужд — полив, мытье посуды, стирки, уборки, слива в туалете. При этом, в зависимости от «направления» последующего использования, вода может использоваться «как есть», например, для оросительных надобностей, или только с предварительной фильтрацией и очисткой. Количество и назначение ступеней этой очистки уже зависит от специфики предназначения воды.

Дополнительный источник воды вполне может стать подспорьем при отключении центрального водоснабжения или каких-то непредвиденных обстоятельств (у скважины или колодца резко упал дебет). То есть даже взять временно на себя функцию основного источника воды. Поэтому при создании подобных систем рекомендуется сразу же устанавливать не

одну, а несколько накопительных емкостей – для разных сфер использования создаваемого запаса.

Системы дождевого водосбора могут быть обустроены как на поверхности земли (или даже несколько выше этой поверхности), так и в заглублённом в грунт варианте. Каждый из подходов имеет свои достоинства и недостатки.

Надземная система обустраивается около стен здания или же рядом со строением. Бывает, что ее даже размещают под крышей какой-то хозяйственной пристройки. Ее удобство состоит в гораздо менее трудоемком процессе создания, относительной простоте конструкции. В ряде случаев для использования воды из накопительных емкостей даже не потребуется насоса. Кроме того, за такими гидрантами значительно проще ухаживать, очищая дно от накопления осадка, а стенки от неизбежно образующегося налета. Данный вариант применяется только в теплое время года. Если же система монтируется в регионах с холодными морозными зимами, то резервуары должны быть изготовлены из морозостойких материалов или же их придется демонтировать для сезонного хранения в условиях, где они будут ограждены от внешних воздействий. В любом случае на зимний период воду из емкостей придется слить.

Подземная водосборная система в обустройстве может стать значительно дороже, потому что для резервуаров требуется котлован, а после установки гидрантов и их обратной засыпки – проводить рекультивацию участка. Большим достоинством подземного варианта системы является возможность использовать ее в любое время года, если провести необходимое утепление самих гидрантов и коммуникаций, проходящих к ним.

Резервуары для надземной установки могут представлять собой пристенную конструкцию, выполняться в форме классических бочек различного объема (может варьироваться от 100 до 2000 литров), или иных оригинальных сосудов, хорошо вписывающихся в оформление двора.

Также стоит отметить, что для сбора могут использоваться специальные «ловушки» для воды, имеют продуманную сифонно-вакуумную конструкцию. Благодаря чему буквально всасывают воду, но не допуская при этом попадания в трубы воздуха. Кроме основной воронки для стока на плоских крышах, как правило, запланировано несколько дополнительных стоков, которые соединены с одной

водосточной трубой, отводящей воду в резервуар с помощью коллектора. Коллектор представляет собой стакан с дном, внутри которого размещен проходной цилиндр меньшего диаметра. В нижней части стакана имеется патрубок, выходящий наружу через боковую стенку. На этом патрубке, как правило, предусматривается штуцер для подсоединения шланга, идущего от водосточной трубы к накопительному резервуару.

Хотелось бы отметить, что тарифы на коммунальные услуги с каждым годом возрастают и использование дождевой воды в хозяйстве набирает все больший оборот.

### **Список литературы**

1. Способы сбора и монтажа системы [Электронный ресурс]. URL: <https://stroyday.ru/stroitelstvo-doma/vodoprovod-i-kanalizaciya/sistema-sbora-dozhdevoj-vody.html> (дата обращения: 9.09.2019).

2. Особенности применения современных экологических технологий в строительстве [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rmnt.ru/story/realty/osobennosti-primeneniya-sovremennyx-ekologicheskix-tekhnologiy-v-stroit.363046/> (дата обращения: 9.09.2019)

## **Энергосбережение в котельных установках**

**Крашенинников Д.А.** (студ. гр. УЖКХмд-12)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Повышение технического уровня систем теплоснабжения является стратегической задачей развития современной энергетики в России. Достигнуть её можно путём эффективного использования энергосберегающего оборудования. Применение высокоэффективных технологий приводит к немедленному сокращению потерь теплоты и расхода топлива.

Главным показателем энергетической эффективности котельной является КПД, который учитывает потери топлива и теплоты при производстве и отпуске, а также затраты электроэнергии на привод механизмов. Достигнуть более высоких значений данного показателя возможно благодаря энергосберегающим мероприятиям.

Важной частью правильной работы котельной является соблюдение водо-химического режима тепловых сетей. Коррозия трубопроводов приводит к ухудшению процессов теплообмена и дополнительному расходу энергии. Загрязнение сетевой воды отложениями и продуктами коррозии влечёт за собой колоссальный рост энергозатрат на транспортировку тепла.

Сократить количество солевых отложений в котлах и трубопроводах можно путём добавления в воду реагентов, содержащих фосфонаты и акрилаты. Удаление продуктов коррозии производится путём продувки. Это не только улучшит теплосъём и теплопередачу, но и снизит эксплуатационные затраты на объект без потерь качества тепловых сетей.

Снижение расхода электроэнергии на 25-30% обеспечивает использование частотных приводов и устройств плавного пуска. Преобразователь частоты вентиляторов и дымососов полностью устраняет токовые перегрузки двигателя, а также исключает проскальзывание ремней. Благодаря установке частотного привода ликвидируется необходимость перезапуска технологического процесса при кратковременном отключении питания. В таком случае производится повторное безударное включение на вращающийся двигатель. Устройство плавного пуска является регулятором напряжения, который обеспечивает плавный пуск и остановку двигателей, что значительно

снижает пусковые токи и ограничивает провалы напряжения в сети. Помимо сохранения электрической энергии данное решение актуально за счёт продления срока эксплуатации двигателя на 15%.

При использовании природного газа в качестве основного топлива добиться значительной экономии энергии можно за счёт использования конденсационных теплообменников. В теплоутилизаторах, представляющих собой калориферную установку, теплоносителем является не вода, а уходящие газы. От газов теплота переходит к воде, идущей на горячее водоснабжение. Вода, проходя по оребренным трубкам, получает некоторую часть теплоты от продуктов сгорания. Это помогает сократить расход топлива, необходимый для приготовления греющей воды в теплообменнике.

Рассмотрим работу системы с конденсационным теплообменником на примере схемы рис.1.

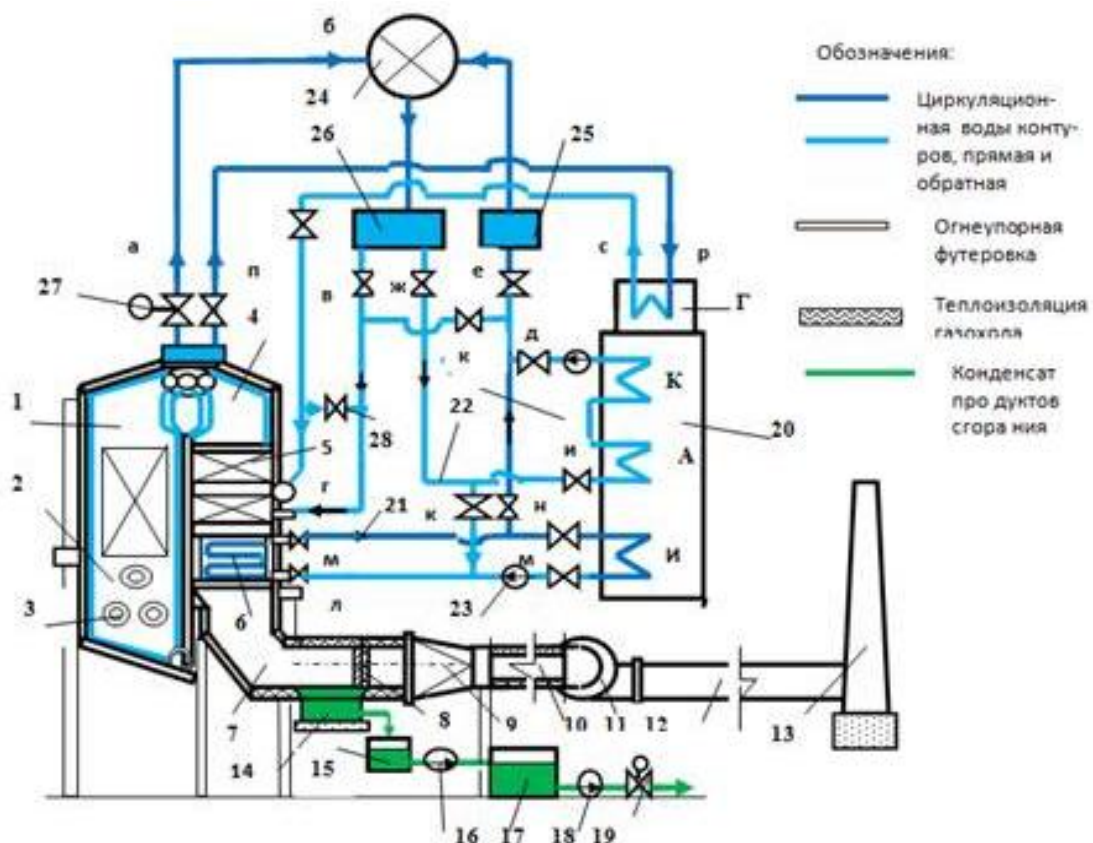


Рис.1. Система глубокой утилизации тепла продуктов сгорания котлов

Основные элементы схемы: 1-станционный котёл; 2-паровая турбина; 3-генератор; 4,5,6-отборы пара на регенеративный подогрев конденсата, питательной и сетевой воды; 7-узел глубокого охлаждения, конденсации и утилизации тепла, конденсационный теплообменник, КТ;

8-каплеуловитель; 9-газоход; 10-поддон и резервуар для слива, сбора и отвода конденсата продуктов сгорания; 11-РОУ; 12-бойлерная; 13-конденсатор; 14-конденсатный насос; 15-деаэратор; 16-питательный насос; 17-подогреватель конденсата высокого давления, ПВД; 18-подогреватель конденсата низкого давления, ПНД; 19- дренажный насос; 20-бойлерный насос; 21-сборный бак конденсата; 22-коллектор конденсата.

Конденсат пара из конденсатосборника насосом 14 подается в сборный бак 21, а оттуда в распределительный коллектор 22. С помощью системы автоматического регулирования конденсат делится на два потока: первый подаётся в узел глубокой утилизации, а второй – на подогреватель низкого давления (ПНД) 18, а после в деаэратор 15. Глубокая утилизация обеспечивается с помощью конденсата пара из конденсатора турбины. Продукты сгорания охлаждаются до требуемой температуры (40 °С).

Нагретый конденсат пара из конденсационного теплообменника 7 подается через ПНД 18 (или минуя его) в деаэратор 15. Полученный в конденсационном теплообменнике 7 конденсат продуктов сгорания сливается в поддон и резервуар 10. Затем он подается в бак загрязненного конденсата 23 и перекачивается дренажным насосом 24 в бак запаса конденсата 25, из которого конденсатным насосом 26 через регулятор расхода подается на участок очистки конденсата продуктов сгорания (на схеме не показан), где в дальнейшем подвергается обработке. Очищенный конденсат продуктов сгорания подают в ПНД 18 и далее в деаэратор 15 (либо сразу в деаэратор). Из деаэратора 15 поток чистого конденсата подают питательным насосом 16 в подогреватель высокого давления 17, а из него в котел 1.

Конденсационный теплообменник устанавливают в камере 35 на стыке котла 27 с газоходом. Тепловую нагрузку конденсационного теплообменника регулируют байпасированием, т.е. отводом части горячих газов помимо конденсационного теплообменника через байпасный канал 37 дроссель-клапаном (шибером) 36.

В итоге, применение таких теплоутилизационных агрегатов, как конденсационные теплообменники, позволяет приготовить воду для систем отопления без затрат топлива, т.е. рационально использовать топливно-энергетические ресурсы котельной. За счёт теплоты дымовых газов в котельных установках можно добиться экономии природного газа около 6%. Более того, данные теплообменники имеют компактные габариты и малое аэродинамическое сопротивление.

Данное решение является достаточно эффективным в котельных установках. Оно не только позволяет сократить расход газа, используя теплоту продуктов сгорания, что приводит к экономии затрат на собственные нужды котельной, но также имеет экологическое значение. За счёт охлаждения выходящих газов уменьшается тепловое загрязнение окружающей среды.

Экономии топлива можно также достичь путём установки погодозависимой системы регулирования. Такая система управляет выработкой и отпуском тепловой энергии. Она позволяет регулировать автоматически температуру теплоносителя в разных контурах в зависимости от внешних факторов и погодных условий. В состав системы регулирования входят датчик контроля наружной температуры, который устанавливается с северной стороны снаружи объекта, и контроллер. В контроллере устанавливается температурная кривая, отражающая зависимость изменения температуры наружного воздуха и температуры теплоносителя. По выстроенной кривой автоматически определяются условия для создания теплового комфорта в помещениях. Как правило, для большей точности устанавливают датчики и внутри помещений.

Помимо обеспечения теплового комфорта в отапливаемых объектах, котельные, использующие погодозависимые системы регулирования, экономят до 15% топлива в сравнении с котельными, где данное решение не применяется.

Перечисленные мероприятия не только решают столь актуальную в наши дни проблему энергосбережения. Их применение также ведёт к экономии затрат на обслуживание котельных установок, продлению срока эксплуатации оборудования и снижению вредоносного воздействия на экологию окружающей среды.

### **Список литературы**

1. СП 89.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП II-35-76 "Котельные установки".
2. Великанов В.П., Кожухов С.В. Автоматическое регулирование систем отопления жилых зданий. Серия: Жилищное хозяйство. М. 1985.
3. Фаликов В.С., Витальев В.П. Автоматизация тепловых пунктов // М.: Энергоатомиздат. 1989.
4. Шадек Е., Маршак Б., Крыкин И., Горшков В. Конденсационный теплообменник-утилизатор – модернизация котельных установок // Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ. 2014. № 3 (24).
5. Кудинов А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. М.: Машиностроение. 2012.



## **Использование шахтного метана в качестве энергоносителя**

**Клемендеев А.С.** (студ.гр.УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

В мире существует большое количество шахт со значительными запасами метана, и его можно успешно утилизировать для использования в качестве энергоносителя, что будет способствовать также снижению эмиссии. По предварительной оценке, мировые запасы метана угольных пластов оцениваются в 260 трлн м<sup>3</sup>; наиболее значительные ресурсы сосредоточены в КНР, России, США, Австралии, ЮАР, Индии, Польше, Германии, Великобритании и Украине.

Масштабная добыча метана ведется в США (в этой отрасли работает около 200 фирм). Начаты работы по извлечению метана в Австралии, Китае, Канаде, Польше и Великобритании.

Для утилизации шахтного метана разрабатываются также проекты электростанций на базе топливных элементов. В частности, компания FuelCell Energy запустила в эксплуатацию демонстрационную установку мощностью 200 кВт на одной из шахт, где будет утилизироваться 55-80 тыс. м<sup>3</sup> шахтного газа. Содержание метана в нем составляет 45-47%.

Работы по утилизации шахтного метана начали проводиться в конце 80-х годов. Например, на шахте «Северная» (Воркутауголь) стали сжигать шахтный газ в котельных для производства тепла, а в конце 90-х гг. на площадке шахты был запущен в эксплуатацию газопоршневой агрегат мощностью 975 кВт, использующий шахтный метан в качестве топлива. Установка работает параллельно с централизованной сетью, поскольку потребности в электроэнергии на шахте превышают вырабатываемое количество энергии, но тем не менее шахта экономит на оплате электроэнергии.

Практическое использование шахтного метана в России и СНГ сдерживается рядом технических и экономических факторов. Прежде всего: это нестабильность концентрации шахтного газа, высокая взрывоопасность метановоздушной смеси с низкой концентрацией метана, наличие взрывоопасных компонентов.

Расчеты специалистов и зарубежный опыт показывают, что решить проблему эффективного использования шахтного метана в настоящее

время может только применение когенерационных технологий. К настоящему моменту определенный опыт проектирования и практического использования когенерационных установок ограниченной мощности на промышленных предприятиях уже накоплен.

Трехступенчатая тепловая схема когенерационной установки предусматривает отпуск теплоносителя в виде горячей воды с параметрами 110/70 °С. Сначала осуществляется утилизация тепла смазочного масла, газозоудшной смеси и рубашки двигателя, при этом вода подогрывается с 70 °С до 86 °С. Дальнейший подогрев теплоносителя до 110 °С осуществляется за счет утилизации тепла выхлопных газов.

В случае низкой присоединенной тепловой нагрузки для удаления излишнего тепла используется система аварийного охлаждения, при этом поток выхлопных газов перенаправляется в обход теплообменника через байпасный выхлоп.

Для запальной дозы (форкамеры) используется природный газ или газ с поверхностных скважин с содержанием метана до 95%. Для обеспечения нормальной и стабильной работы энергоблока требуется форкамерный газ с концентрацией метана не ниже 33% и в незначительных объемах - 25 м<sup>3</sup>/ч при расходе топливного газа 2830 м<sup>3</sup>/ч. При концентрации метана в шахтном газе ниже 25% предусмотрено подмешивание природного газа или газа с поверхностных скважин.

#### Список литературы

1. Щebetов А. Месторождения газовых гидратов: ресурсы и возможные методы разработки/Технологии ТЭК. Апрель 2006.
2. Малышев Ю.Н., Худин Ю.Л., Васильчук М.П. и др. Проблемы разработки метаноносных пластов в Кузнецком угольном бассейне/- М.: Изд-во Академии горных наук. 1997.
3. Трипплетт Д.Р., Филиппов А.Э. Писаренко А.А. Метан угольных месторождений Украины: производственный и инвестиционный потенциал шахт Донбасса/Справочное издание, -К.: Логос. 2000.
4. Федоров С.Д., Облакевич С.В., Радюк О.П. Проблема утилизации шахтного метана в когенерационных установках и пути ее решения на примере шахты им. А.Ф. Засядько/Промэлектро. 2006. №5.

## **Использование тепла пластовых вод и геотермальных источников для отопления**

**Клемендеев А.С.** (студ.гр.УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Применение альтернативных возобновляемых источников энергии (ветровой, солнечной, геотермальной, морских приливов и т.д.) весьма актуально. Объясняется это тем, что, во-первых, производство энергии за счёт сжигания ископаемых видов топлива на тепловых электростанциях вредно воздействует на природу, во-вторых, запасы такого топлива ограничены.

Первая электростанция, основанная на использовании горячих подземных источников, была построена в 1904 году в итальянском городке Лардерелло (провинция Тоскана). В США первая электростанция, использующая гидротермальную энергию, возникла в Калифорнии в начале 1930-ых годов, а в России - в 1965-м году.

Наиболее вероятные источники земного тепла: исходное тепло Земли; энергия экзотермических физико-химических процессов; энергия распада радиоактивных элементов; энергия сейсмических волн; энергия вращения Земли; тепло, выделяющееся при сжатии нижележащих слоёв под давлением вышележащих; энергия метеоритов.

Геотермальное тепло можно использовать как для обогрева жилых и производственных помещений и теплиц, так и для выработки электроэнергии. В настоящее время наиболее широко распространено прямое применение геотермального тепла, особенно в сейсмоактивных зонах (Япония, Исландия, Камчатка).

Разработаны три основные схемы производства электроэнергии из гидротермальных источников: 1) прямая схема (используется сухой пар); 2) непрямая схема (применяется насыщенный водяной пар; 3) смешанная схема (используется бинарный цикл).

По прямой схеме через турбину пропускается пар, поступающий из глубинной скважины. В настоящее время наиболее распространены геотермальные электростанции, работающие по непрямой схеме. При смешанной схеме сильно разогретые подземные воды или пар подаются в теплообменник, в котором образуется пар, вращающий турбину.

Отработанная вода закачивается в скважину, тепло направляется в магистральную теплотрассу, электроэнергия - в электросеть.

Наиболее современная схема получения электроэнергии применяется на геотермальных станциях с конденсационной турбиной и прямым использованием природного пара. Пар из скважины поступает в турбину, а затем в смесительный конденсатор. Далее смесь охлаждающей воды и конденсата пара поступает в подземный бак, а затем, после охлаждения в градирне, возвращается в конденсатор.

На геотермальных электростанциях с бинарным циклом природный пар из скважины подаётся в паропреобразователь, в котором испаряет вторичный теплоноситель. Вторичный пар поступает в конденсационную турбину. Отработанный пар конденсируется в конденсаторе. Неконденсирующиеся газы или выбрасываются в атмосферу, или направляются в химзаводы.

Геотермальная энергетика имеет ряд достоинств: практическая неисчерпаемость и независимость от условий окружающей среды, времени суток и года; возможность использования геотермальной воды или смеси воды и пара для горячего водоснабжения, теплоснабжения или производства электроэнергии; обеспечение устойчивого тепло- или электроснабжения в тех регионах, в которых централизованное энергоснабжение отсутствует; отсутствие котельного оборудования и затрат на топливо; возможность применения энергоносителя низкого давления; несложность управления; снижение вредных выбросов в регионах со сложной экологической обстановкой.

Однако геотермальная энергетика не лишена недостатков: высокая минерализация термальных вод; необходимость обратной закачки отработанной воды в подземный водоносный горизонт; разрушение почвенно-растительного покрова при бурении скважин; вероятность инициирования микроземлетрясений при гидравлическом разрыве пласта; сильный шум при расширении пара в испарителях; тепловое загрязнение атмосферы; нередко высокое содержание токсичных веществ коррозийное разрушение конструкций ГеоЭС. Один из основных способов снижения негативных последствий - использование циркуляционных систем, в которых отработанные воды закачиваются обратно в водоносный пласт.

### Список литературы

1. Саликеева С.Н., Галеева Ф.Т. Обзор методов получения альтернативной энергии// Вестник Казан. технол. ун-та, т.15. 2012. №8. С. 57-59
2. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. - М.:Физматлит. 2008. 376 с.
3. Череменский Г.А. Прикладная геотермия. - Л.: Недра. 1977-244 с.
4. Дворов И.М. Геотермальная энергетика. - М: Наука. 1976-192 с.

## **Энергосберегающие мероприятия использования отработанного масла**

**Ерёмин А.Н.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Утилизация отработанного масла путем его сжигания с целью выработки тепловой энергии значительно снижает затраты на отопление. При определенных использовании традиционных энергоресурсов предприятиям и организациям при новом строительстве или реконструкции следует обращать внимание на использование отработанных масел.

В распоряжении многих станций технического обслуживания и других сервисных организаций постоянно в достатке отработанное масло. Отработанное масло собирают при замене масел в двигателях и узлах трения автомобилей, тепловозов, электровозов, швейных, металло и деревообрабатывающих станков, танков, тракторов, кораблей, самоходных барж и катеров, подводных лодок, строительной техники, бензо- и дизель- генераторов, турбин электростанций, буровых установок и т.д. Утилизация топливных отходов для большинства предприятий – это проблема, дорогая в финансировании содержания пунктов сбора, хранения, транспортировании, переработки и отжига. Владельцы этих предприятий, установившие воздухонагреватели или котлы на отработке, решают проблему не только утилизации отработанного масла, но и значительно экономят на отоплении технических и офисных помещений. Если у предприятия нет отработанного масла, то оно может рассмотреть возможность его закупки и транспортировки, в сравнении с затратами на традиционное топливо.

Оборудование на отработанных маслах хоть и имеет высокую стоимость, но отопление на нем значительно дешевле в эксплуатации из-за дешевизны топлива. К концу первого года эксплуатации стоимость котла и израсходованного топлива на отработке сравнивается со стоимостью котла на дизельном топливе, а в дальнейшей эксплуатации Вы получите существенную экономию. Кроме того, горелки на отработке, в большинстве случаев являются универсальными, работая и на отработанном масле и на дизеле. Тем самым решается проблема резервного топлива, в случае экстренных ситуаций.

Отработанные масла (От М) являются проблемой многих предприятий: необходимо содержать пункты сбора, хранить, транспортировать, перерабатывать и отжигать масло. При этом нужно постоянно помнить о сохранении экологии, которой значительно вредит бесконтрольное сжигание От М. Однако такие предприятия могут не только избежать всех этих проблем, но еще и сэкономить деньги и поучаствовать в благородном деле охраны окружающей среды. Речь идет о вторичном использовании От М. Кстати, отработанное масло могут использовать не только предприятия, где оно непосредственно получается, но и все остальные – это гораздо дешевле использования традиционного топлива.

Также отработанные масла можно использовать в специальных печах. Печь соответствует классу простейших приборов, не требующих особого ухода и обслуживания. Профилактическое обслуживание производится владельцем печи.

Конструкция печи позволяет использовать верхнюю часть изделия в качестве нагревательного элемента для приготовления пищи, нагрева воды и т.п. Процесс горения проходит в оптимальном режиме с наименьшими выбросами загрязняющих веществ в атмосферу.

#### **Список литературы**

1. Использование отработанных масел для сжигания в котлах, теплогенераторах [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=83> (дата обращения: 9.09.2019).

2. Мероприятия по энергосбережению [Электронный ресурс]. URL: <https://energo-audit.com/meropriyatiya-po-energoberezheniyu> (дата обращения: 9.09.2019)

## Технико-экономическое обоснование внедрения систем управления с частотно-регулируемым электроприводом

**Бельская М.А.** (студ. гр. УЖКХмд-12, УМУП «Ульяновскводоканал»  
Ведущий инженер ОтЭО),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н. доцент)

Определение экономической эффективности, которую можно получить от внедрения преобразователей частоты (ПЧ), является актуальной проблемой. Потребителю хотелось бы до приобретения ПЧ иметь гарантии, что средства будут израсходованы не зря: общие утверждения о том, что экономия электроэнергии составит 30–80%, требуют подтверждения.

Теоретические вопросы экономии электроэнергии достаточно хорошо отражены в литературе [1–4].

Наибольший экономический эффект от внедрения ПЧ с точки зрения энергосберегающих мероприятий достигается на квадратичных нагрузках (центробежные насосы, вентиляторы) в случае замены дросселирования частотным регулированием.

Как известно, число оборотов двигателя пропорционально частоте его питания. При питании электродвигателя от сети (50 Гц) число его оборотов будет максимальным и неизменным. При питании электродвигателя от преобразователя частоты число его оборотов будет изменяться от нуля до максимального значения (от 0 до 50Гц).

Изменение частоты вращения рабочего колеса ведет к изменению всех его рабочих параметров: расхода (пропорционален числу оборотов); давления (пропорционально квадрату числа оборотов); потребляемой мощности (пропорциональна кубу числа оборотов).

Эти отношения выражаются с помощью так называемых формул приведения:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{n}{n_0}; \quad \frac{H}{H_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^2; \quad \frac{N}{N_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^3,$$

где  $Q$ ,  $Q_0$  – расход соответственно при максимальном и измененном числе оборотов;  $H$ ,  $H_0$  – напор соответственно при максимальном и



измененном числе оборотов;  $N$ ,  $N_0$  – мощность, потребляемая электродвигателем соответственно при максимальном и измененном числе оборотов;  $n$ ,  $n_0$  – соответственно максимальное и измененное число оборотов.

Типичная характеристика энергопотребления при разных способах регулирования приведена на рис. 1.

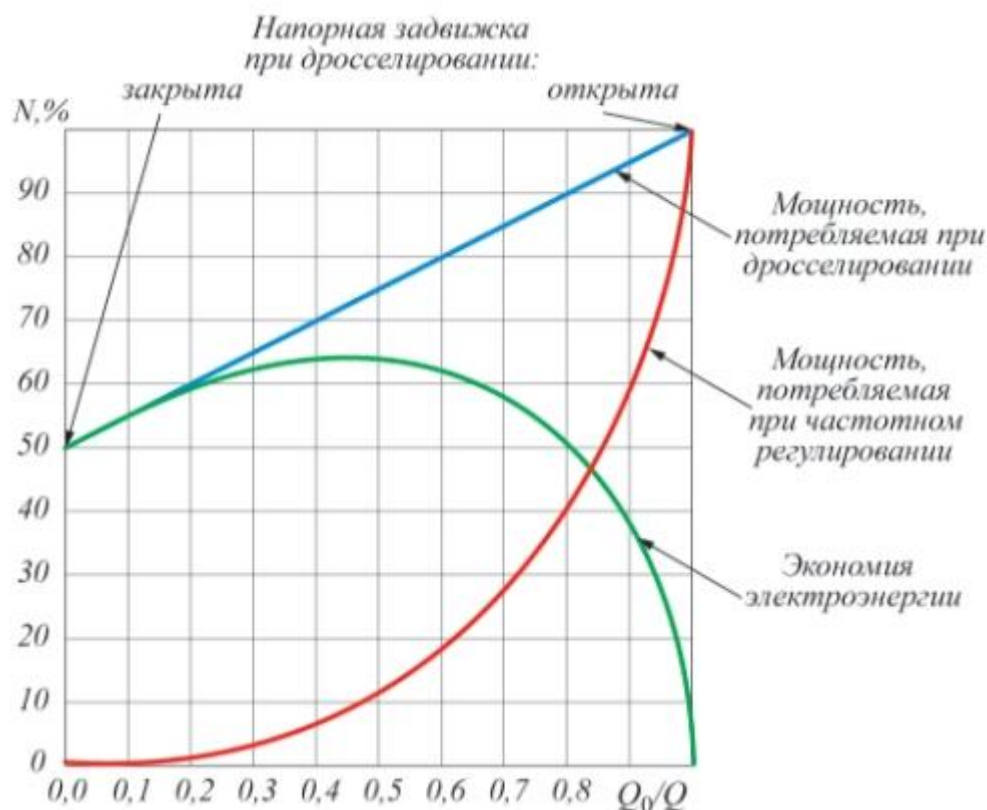


Рис.1. Потребление мощности при различных способах регулирования частоты вращения насосов

Кроме того, применение преобразователей частоты позволяет снизить потребление реактивной мощности, пусковые токи и гидроудары, что положительно сказывается на сроках службы технологического оборудования и энергетической инфраструктуры.

Приведем пример. Насосная станция по подачи воды состоит из трех насосов. Регулирование производительности насосов осуществляется путем закрывания задвижки на выходе насоса – методом дросселирования.

Расчет снижения энергозатрат

В работе принимает участие один насос производительностью  $Q_{\text{сеть}} = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Проанализировав данные оператора по расходу за месяц,

определяем, что средний расход составляет  $Q_{\text{потр}} = 625 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Таким образом, фактически необходимый расход можно создавать не путем закрывания задвижки (дросселированием), а с помощью преобразователя частоты, снижая частоту вращения электродвигателя и тем самым снижая энергопотребление.

Определим энергопотребление электродвигателей при регулировании расхода методом дросселирования.

Мощность насоса 250 кВт, но учитывая, что при дросселировании также снижается энергопотребление (см. рис. 1), находим, что для точки кривой, соответствующей данной насосной системе, энергопотребление при дросселировании будет снижено на ~25 % и соответственно потребляемая мощность электродвигателя  $N_d = 0,75 \times 250 = 187,5 \text{ кВт}$ .

Определим энергопотребление электродвигателя при регулировании расхода с помощью преобразователя частоты:

$$N_0 = \frac{N}{\left(\frac{Q}{Q_0}\right)^3} = \frac{250 \text{ кВт}}{\left(\frac{1250 \text{ м}^3/\text{ч}}{625 \text{ м}^3/\text{ч}}\right)^3} = 31,25 \text{ кВт}.$$

Разница в энергопотреблении между способом регулирования расхода путем закрывания задвижки и способом снижения частоты вращения электродвигателя с помощью преобразователя частоты:  $\Delta N = N_d - N_0 = 156,25 \text{ кВт}$ .

Фактически  $\Delta N$  – это напрасно потребляемая мощность, которую можно было бы сэкономить, используя преобразователь частоты.

#### Список литературы

1. Технический паспорт. «Станция управления частотно-регулируемым электроприводом насосных агрегатов типа СУ-ЧЭ-ПП». НПФ «Электро-РПС» // <https://chemtech.ru/tehniko-jekonomicheskoe-obosnovanie-vnedrenija-sistem-uprav>
2. Шакарян Ю.Г. Инструкция по расчету экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода // АО ВНИИЭ, МЭИ, М.: 1997.
3. ВРД 39-1.10-052–2001. Методические указания по выбору и применению асинхронного частотно-регулируемого привода мощностью до 500 кВт // ОАО «Газпром», М.: 1999.
4. ГОСТ 13109–97. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения // <https://chemtech.ru/tehniko-jekonomicheskoe-obosnovanie-vnedrenija-sistem-uprav>

## **Ветряная электростанция – источник энергосбережения**

**Хусаинов А.И.** (студ. гр. ТГВбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Ветряные электростанции (ВЭС) – устройства специальной конструкции, в которых энергия ветра преобразуется в электрическую. С каждым днем они становятся популярнее. Используя природные, а главное, возобновляемые источники энергии, удобные и простые ветроэлектростанции, так называемые ветряки, являются прекрасной альтернативой традиционным электростанциям, особенно в частных домах.

Ветряные мельницы, а точнее принцип их действия, были незаслуженно забыты в двадцатых годах прошлого века. Впрочем, силу ветра не использовали и тогда для получения электрической энергии. Она приводила в действие жернова мельниц, использовалась в качестве движителя для парусных судов, позднее запускала насосы для закачки воды в резервуары, то есть превращалась в механическую энергию. Ветроэнергетика начала стремительно развиваться в конце шестидесятых годов прошлого, XX столетия. В это время стало катастрофически не хватать традиционных энергоносителей, кроме того, они резко поднялись в цене, все острее становились экологические проблемы, связанные с их использованием.

Способствовал использованию альтернативных источников электроэнергии, в том числе силы ветра, и технический прогресс. Появились новые высокопрочные и достаточно легкие материалы, позволяющие возводить башни до 120 м высотой и огромные лопасти.

Но ветер невозможно подчинить, он не дует всегда, тем более в одном направлении и с одинаковой скоростью. Технический прогресс не стоит на месте. Если сегодня ветряные электростанции для частного дома, вырабатывающие сотни киловатт электроэнергии, уже не являются большой редкостью, то завтра, может быть, повседневностью станут и станции мощностью в десятки мегаватт. Ветряные электростанции обладают кроме использования бесплатной энергии ветра и независимости от внешних источников электроэнергии еще несколькими

весомыми преимуществами. Не существует экологической проблемы хранения и утилизации отходов, да и сам способ получения энергии один из самых экологичных. Не говоря уже о том, как эстетично выглядит ветряк на фоне неба, достоинством его можно считать, что установка может быть как стационарной, так и передвижной.

Кроме того, сегодня уже можно подобрать ВЭС подходящей модели и мощности или использовать установку, сочетающую использование нескольких источников энергии, традиционных и альтернативных. Это может быть дизель- или солнечно-ветряная электростанция.

ВЭС имеют и недостатки. Во-первых, они шумные настолько, что крупные установки в ночное время приходится отключать. Во-вторых, создают зачастую помехи для воздушных сообщений или радиоволн. В-третьих, их нужно размещать на поистине огромных площадях. И есть еще один существенный недостаток лопастных конструкций – их нужно отключать во время массовых сезонных перелетов птиц.

По конструкции различают крыльчатые и роторные ветроэлектростанции.

По месту установки ВЭС бывают:

- наземные, они устанавливаются на возвышенностях и наиболее распространены на сегодняшний день;

- прибрежные, строятся в прибрежной зоне морей и океанов, где из-за неравномерного нагревания суши и воды постоянно дуют ветры;

- оффшорные, строятся в море на расстоянии 10-15 км от берега, где постоянно дуют морские ветры;

- плавающие, они тоже располагаются примерно на таком же расстоянии от берега, как и оффшорные, но на плавающей платформе.

По сферам применения электростанции ветряные бывают промышленные и бытовые.

Использовать силу ветра в своих интересах человечество научилось давно. Если на заре прогресса люди не имели представления о массовом перемещении воздуха по земной поверхности, то использовать силу ветра в качестве тяговой силы научились сразу же с появлением первых кораблей. Логичным продолжением дела использования ветра на благо человека стали ветряные мельницы.

Следующий виток заинтересованности в контроле над воздушными массами и приспособлении их к служению человеку произошел на стыке XIX и XX веков. Тогда появился инструмент, преобразующий силу ветра в энергию, то есть ветряная электростанция. Как и во все времена, поводом

к ее созданию послужило стремление экономить. В данном случае традиционные топливные ресурсы, которые, оставаясь популярными, постоянно росли в цене.

С расцветом промышленности ветряные мельницы постоянно модифицировались и к XXI веку приобрели тот узнаваемый вид, который безошибочно отличит от прочих агрегатов даже ребенок.

Главная проблема – нерегулярность работы поставщика энергии, то есть самого ветра. Ветряные электростанции напрямую зависят от этого фактора, и работа узлов, получающих электроэнергию подобным способом, не может быть непрерывной. Положение усугубляется еще и тем, что сила ветра может служить как на пользу, так и во вред – нарастание силы ветра способно вывести инверторы из строя. Вывод можно сделать только один: за достижение колоссального экономического эффекта от использования воздушных потоков человечество платит зависимостью от их капризов, труднопрогнозируемых и совершенно непредсказуемых по времени.

#### **Список литературы**

1. Безруких П.П. Что может дать энергия ветра. М. 2015. 154 с.
2. Адрианов В.Н. Ветроэлектрические станции. СПб. 2015. 39 с.
3. Пилипенко Н.В., Сиваков И.А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей. СПб. 2016. 274 с.
4. Фатеев Е.М. Ветро двигатели и ветроустановки. М. 2016. 83 с.

## **Экономические аспекты энергосбережения за счет использования регулируемой системы отопления**

**Хаметов Р.Ш.** (студ. гр. УЖКХбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н. доцент)

Оснащение отопительных приборов индивидуальными автоматическими регуляторами теплового потока (термостатами) позволяет уменьшить расход тепловой энергии на отопление на 10–20 % за счет снижения непроизводительных затрат теплоты и за счет учета фактических теплоступлений с солнечной радиацией, фактических внутренних тепловыделений. Эта величина заметно превышает уровень экономии тепловой энергии в случае ручного регулирования посредством кранов или вентилей (обычно 4–9 % при нормально работающем ручном регуляторе) [1].

При использовании регулируемой системы отопления помимо повышения тепловой эффективности зданий, наряду с экономией энергии обеспечивается повышение уровня комфорта. Это обстоятельство обязательно должно быть учтено при оценке экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.

Вертикальные системы отопления с термостатами могут быть дополнены пофасадным авторегулированием для повышения стабильности работы термостатов и расширения пределов регулирования, поскольку при освещении одного из фасадов солнцем будут отключаться не только отопительные приборы, но и стояк [2].

В системы отопления с вертикальными стояками открытие и закрытие выше расположенных по ходу воды термостатов влияет на работу следующих. Этот эффект особенно сильно проявляется в вертикальных однетрубных системах отопления. Оптимальным решением на настоящем этапе признаны поквартирные системы отопления с двухтрубными вертикальными секционными стояками, проходящими, как правило, по лестничной клетке и подключенными к ним горизонтальными поквартирными разводками [3, 4]. Эти разводки выполняются обычно из гибких труб из сшитого полиэтилена (PEX), полипропилена или металлопластиковых труб, по лучевой, периметральной или комбинированной схеме. Отопительные приборы оборудуются термостатами, а для измерения потребленного тепла в

местах подключения к стоякам устанавливается квартирный теплосчетчик, или для уменьшения затрат (например, в муниципальных домах) – водомер, по показаниям которого распределяется расход тепла, измеряемый общедомовым теплосчетчиком на системе отопления.

По сравнению с системами отопления с вертикальными стояками, горизонтальные двухтрубные поквартирные системы отопления с разводкой в полу имеют ряд преимуществ, главным образом с точки зрения службы эксплуатации и с точки зрения владельцев квартир. Так, поквартирная система позволяет службе эксплуатации отключить только одну квартиру, например, в случае аварии или при необходимости ремонта или замены отопительных приборов. Систему отопления отдельно взятой квартиры можно легко отрегулировать независимо от других квартир. Кроме того, данная схема не критична к проблеме несанкционированного переустройства систем отопления внутри квартир (замене приборов и термостатов).

Применение регулируемой системы отопления с терморегулятором прямого действия на каждом отопительном приборе выглядит достаточно привлекательным для инвестора: срок окупаемости этого варианта с учетом дисконтирования составляет менее 9 лет. Устройство регулируемой системы отопления с комнатными термостатами, если подходить с чисто экономических позиций, неоправданно: срок окупаемости превышает срок службы оборудования. Однако регулируемая система отопления с комнатными контроллерами обеспечивает больший уровень комфорта, и окончательный выбор того или иного варианта системы отопления должен вестись с учетом этого обстоятельства. Необходимо также учитывать следующие два важных обстоятельства: внедрение энергосберегающих мероприятий дает значимый экономический эффект только в случае их массового применения; оценку экономической эффективности энергосберегающих мероприятий следует проводить с учетом стоимости тепловой энергии на перспективу.

#### **Список литературы**

1. Сасин В.И. Термостаты в российских системах отопления // АВОК. 2004. № 5. С. 64–68.
2. Ливчак В.И. Теплоснабжение жилых микрорайонов города на современном этапе // Энергосбережение. 2005. № 1. С. 46–57.
3. Садовская Т.И. Система поквартирного отопления // Энергосбережение. 2003. № 1. С. 26–28.

4. Колубков А.Н., Никитин С.Г., Шилкин Н.В. Опыт проектирования и эксплуатации поквартирных систем отопления высотных жилых зданий // АВОК. 2005. № 6. С. 10–19.



## **Технология улучшения системы теплоснабжения жилых домов**

**Торопов В.К.** (студ. гр. ТГВбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н, доцент)

Для проведения своевременного капитального ремонта систем отопления зданий обычно не хватает средств. Однако, несмотря на это, выбор системы отопления для проведения капитального ремонта во многих случаях проводится без достаточных обоснований и практически не применяются альтернативные ремонтные мероприятия.

В основном выбор системы отопления для предстоящего ремонта проводится на основании срока службы, т.е. величины амортизационного износа. При этом, чем выше эта величина, тем больше оснований считать необходимым проведение капитального ремонта, хотя амортизационный износ фактически не дает никаких данных о реальном физическом состоянии системы.

В процессе эксплуатации систем отопления образуются значительные отложения: в трубах - железоксидные, в чугунных радиаторах - органические, которые приводят к недостаточному прогреву стояков, подводок и радиаторов.

На первом этапе реализации нового подхода проводится обследование по специально разработанной программе состояния систем отопления в домах с некачественным теплоснабжением, включающее диагностику с использованием ультразвуковых дефектоскопов состояния трубопроводов и определение качества работы отопительных приборов. Такой метод определения физического износа внутридомовых систем отопления использовался впервые.

Следует отметить, что для определения количества отложений в трубах необходимо проводить вырезку на определенных участках системы отопления образцов с последующей обработкой полученных данных.

На втором этапе, если в результате обследования установлено, что значительные отложения имеются как в трубах, так и в радиаторах, то для повышения температуры в жилых помещениях и устранения причин жалоб населения на некачественное отопление необходимо провести удаление этих отложений, что является альтернативой капитальному ремонту. Если в трубах количество отложений невелико, то следует

провести очистку только радиаторов и подводок к ним.

Для удаления отложений были разработаны новые технологии и специальное оборудование. Так, для удаления рыхлых органических отложений из радиаторов предложено использовать гидроударные установки типа «Тайфун», «Гром», «Удар-1». Эти же установки пригодны для удаления не очень твердых отложений из подводок.

Если в подводках имеются твердые отложения, то удаление отложений из радиаторов и подводок проводится в две стадии: сначала удаляются рыхлые и не очень твердые отложения с использованием одной из гидроударных установок, а затем уже используются электрогидро-импульсные установки типа «Зевс-супер», «Зевс» и «Гейзер». Электрогидроударные установки следует применять и для удаления плотных отложений из трубопроводов систем отопления.

#### **Список литературы**

1. Новые предложения по улучшению теплоснабжения жилых домов с некачественным отоплением// <http://www.energosovet.ru/stat296.html>
2. Заращение и отложения в трубах ухудшают работу системы водоснабжения и отопления// <http://infosantehnik.ru/str/109.html>

## **Технология рациональное использование ресурсов на водоподъёмных станциях**

**Торопов В.К.** (студ. гр. ТГВбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.**(к.т.н, доцент)

Основным технологическим оборудованием системы водоснабжения являются насосы с электроприводом. Насосные агрегаты должны работать в нормальном режиме - это режим, при котором насосные агрегаты работают с КПД, близким к максимальному значению, а потери электроэнергии, воды, давления - минимальны.

Рассмотрение данных, отражающих работу оборудования в условиях переменных величин (подачи, напора, давления), показывает, что вероятность появления пиковой нагрузки весьма мала. Вследствие этого большую часть времени насосные агрегаты работают при средних, а чаще низких значениях КПД и с существенным перерасходом электроэнергии. Объясняется это тем, что часто при проектировании насосных станций нормативная и техническая литература рекомендует устанавливать двигатели с запасом мощности, либо тем, что расход потребляемой воды меняется и двигатель работает при максимальной нагрузке кратковременно. Низкая надёжность электросиловых выключателей, работающих, как правило, в неограниченных по продолжительности режимах водоподдачи. Плохая работа водоводов за счёт применения запорной арматуры, исключающей возможность управлением давлением в сети и перераспределением нагрузки между параллельно работающими насосами, хотя на практике абсолютное большинство водоподъёмных станций (ВПС) работает с дросселированными подачи на выходе насосного агрегата. При выборе насосных агрегатов не всегда учитываются фактические условия работы водоводов 1 -го подъёма - это изменение гидравлического сопротивления трубопроводов, произошедшего либо из-за реконструкции сети, либо из-за пониженной прочности (старые стальные трубы). Таким образом, старые системы водозаборов позволяют лишь включать и выключать двигатели насосов и осуществлять функции технологического контроля на уровне «работает/ не работает».

Количество энергии, которая может быть сэкономлена в насосных установках, зависит от следующих технологических параметров:

крутизны характеристик трубопроводов и центробежных насосов; возможности регулирования подачи насосных установок; количества насосных агрегатов, участвующих в работе, и других факторов.

#### **Список литературы**

1. Искендеров А.А. Задачи выбора оптимальных режимов работы НС // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2004. № 5. С. 62-64.
2. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый электропривод в насосных установках. М.: ИК «Ягорба» - «Биоинформ-сервис». 1998.

## **Решение проблем отопления, вентиляции и кондиционирования при проектировании православных храмов**

**Прокофьев Н.С.** (студ. гр. ТГВбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Вопрос теплоснабжения православных храмов очень актуален в настоящее время. Перед архитекторами, реставраторами, конструкторами и специалистами по климатизации здания, возникает задача выбора оптимальной системы отопления, которая бы обеспечивала требуемые условия по микроклимату, экономное расходование энергии, давала бы возможность избежать значительных разрушений при создании системы. Но каждый проектируемый храм индивидуален, и одного подхода в решении теплообеспечения найти невозможно.

Отличительными особенностями эксплуатации православных храмов являются: большое количество людей, молящихся стоя от 30 минут до 3 часов, и более, если это монастырь; большое количество зажженных свечей во время службы и большое количество престольных праздников в течение года.

При проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования храмов следует учитывать неординарную структуру их внутреннего пространства: вытянутый вертикально объем помещения, зачастую разделенного на отдельные отсеки столбами и арками. Уменьшение толщины стен барабана главы приводит к неравномерному распределению температуры по высоте помещения храма.

Системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха должны обеспечивать благоприятный режим для прихожан, долговременную сохранность как конструкций и росписи самого храма, так и произведений станковой живописи, а также максимально сокращать поступление с приточным воздухом агрессивных газов и пыли и не создавать высокой подвижности воздуха и колебаний тепловлажностного режима у поверхностей росписи храма и станковой живописи [1].

Основная ценность церквей есть их внутреннее убранство: иконостасы, церковная утварь, настенная живопись, фрески и другие предметы. Во время проведения Богослужений поступления тепла, влаги

и углекислого газа от людей, окиси углерода и тепла от горящих свечей достигают значительных величин. Когда службы не проводятся, то концентрации вышеперечисленных поступлений малозначительны, и здание находится под воздействием наружных условий. В итоге, внутренний объем здания периодически подвергается воздействию тепла и влаги, амплитуда колебания которых достаточно велика. Вентиляционная система должна обеспечивать благоприятный микроклимат для каждого режима.

Обеспечение требуемых параметров микроклимата является сложной задачей. С одной стороны, необходимо создать комфортные условия для находящихся там людей, с другой – обеспечить сохранность элементов оформления и предметов, которые выполнены из различных материалов и требуют различных условий для хранения. Также необходимо учесть, что число людей, посещающих праздничные службы, значительно превышает то количество, на которое рассчитан храм. Подвижность воздуха влияет на параметры микроклимата во время престольных праздников, когда в помещениях храмов собирается большое количество прихожан. Люди зажигают свечи, что приводит к значительным выделениям теплоты, влаги и углекислого газа. Во время прохождения службы люди постоянно входят и выходят, поэтому наружные двери храма значительное время (до 30 минут в час) открыты. Это приводит к постоянному притоку холодного наружного воздуха в молельный зал и приделы. Для подогрева и погашения скорости этого приточного воздуха следует в первом приделе конструировать воздушно-тепловые завесы, а также приточным воздухом, поступающим через фрамуги (с определенным углом раскрытия), расположенные на отметках выше 2,5 м от уровня пола молельного зала, погашать динамический напор воздушного потока, поступающего через двери. Для предотвращения конденсации водяных паров в холодный период года на внутренних поверхностях куполов, оконных откосов и стен храма необходимо с помощью организованного воздухообмена удалить из помещения влагу, выделяемую людьми и зажженными свечами.

Воздухообмен в храмах следует регулировать до службы, во время службы и после завершения службы [2]. После завершения службы свечи догорают на столешницах, и производится влажная уборка пола помещения. Всю эту высыхающую воду следует удалять из помещений храма вытяжными системами вентиляции [2]. В противном случае она будет проникать в массивные ограждающие конструкции, снижая их

прочность и теплоустойчивость, портить художественную роспись, станковую живопись, фрески и предметы культовых обрядов.

Естественная вентиляция обладает свойством саморегулирования из-за изменения разности удельных весов приточного и удаляемого из помещения храма воздуха по периодам года и во время службы [1]. Конструирование систем естественной вентиляции следует осуществлять с учетом исключения образования компактных приточных струй, поступающих в зону дыхания человека, и наиболее эффективного удаления загрязненного воздуха из объема помещения с помощью вытяжных систем, не портящих интерьер и фасады здания храма [2, 3]. Саморегулируемость расходов естественной системы вентиляции позволяет сэкономить 20–50% теплоты относительно аналогичных по максимальным расходам воздуха механических систем вентиляции. В дальнейших исследованиях будет проводиться сравнение храмов для того, чтобы приблизиться к более правильному решению в вопросе энергообеспечения.

#### **Список литературы**

1. СП 31-103- 99. Здания, сооружения и комплексы православных храмов/ Госстрой России. М.: АХЦ «Арххрам», ГУП ЦПП, 2000.
2. Стандарт АВОК-2- 2004. Храмы православные. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. М.: АВОК-ПРЕСС. 2004.
3. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат. 1973.

## **Автономные котельные на древесных отходах**

**Захаров А.А.** (студ. гр. ТГВбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

В последнее десятилетие в связи с неуклонным ростом цен на ископаемое топливо заметно возрос интерес к котельным установкам, обеспечивающим эффективное сжигание дешевых видов топлива и, в первую очередь, древесных отходов.

Перевод котельных на местные более дешевые виды топлива (древесные отходы) является основным путем снижения затрат на топливо и сокращение его удельных расходов на тепловую энергию. Древесные отходы являются  $\text{CO}_2$ -нейтральными, имеют низкое содержание серы, относятся к возобновляемым источникам энергии. Все это привело к тому, что технологии получения энергии из древесных отходов в последние годы развиваются и совершенствуются.

На наш взгляд одним из основных критериев при выборе оборудования является вид топлива, его состав, влажность. Как показывает практика, наилучшими показателями характеризуются установки, непосредственно сконструированные в расчете на данный конкретный вид топлива или же адаптированные к нему путем специальной реконструкции.

Здесь мы считаем правильным подход к решению технических задач одной из фирм, уже давно работающей в этой области, в основу которого положен девиз: «Назовите топливо и мы сожжем его».

Только после тщательного изучения исходных данных по топливу можно предлагать и технологию сжигания, и под данную технологию подбирать оборудование.

К нашему сожалению, в настоящее время подход к выбору оборудования несколько иной. Понятие «отходы» ассоциируется с убеждением, что это дешево. И это обманчивое убеждение перекрывает необходимость анализа при выборе оборудования.

Да, в первый год эксплуатации установки по сжиганию древесных отходов будут очевидны преимущества:

- решен вопрос по утилизации отходов;
- получена дешевая тепловая энергия.



Но будет и второй год эксплуатации, и последующие годы. И вот здесь ошибка при выборе оборудования без анализа состава отходов даст о себе знать:

ремонт огнеупорной кладки;

- чистка поверхностей нагрева от сажистых отложений;
- ремонт или полная замена колосниковых решеток.

Все эти последствия будут видны визуально. В то же время будет иметь место процесс снижения КПД установки.

Сжигание древесных отходов базируется на нескольких методах, в т.ч.:

- прямое сжигание,
- сжигание в кипящем/циркулирующем слое,
- газификация/сжигание газов во вторичной камере сгорания.

Прямое сжигание происходит в топках с горизонтальной, конусообразной, наклонной или подвижной колосниковой решеткой. Данный метод используется в водогрейных котлах малой мощности (менее 20 МВт) для сжигания древесного топлива с высокой влажностью: кусковых и длинномерных отходов, щепы, коры, опилок, топливных брикетов и гранул и т.д. Обычное использование тепла - для сушки древесины в сушильных камерах, в водогрейных котлах для обогрева производственных или жилых помещений.

Сжигание в кипящем циркулирующем слое позволяет достичь большей эффективности и экономичности за счет почти 100%-го сгорания топлива при меньшем уровне эмиссии отходов горения по сравнению с прямым сжиганием. При использовании данного метода измельченное древесное топливо подается в «кипящий» слой, созданный путем продувания воздуха через слой топлива (рис.1).

Отличительной особенностью таких топочных устройств является узкая (1/4-1/6 ширины котла) подвижная решетка-транспортёр, собираемая из стандартных чугунных колосников и наклонно устанавливаемая под топочной камерой. Параметры решетки, включая угол и сторону наклона, а также направление движения полотна выбираются индивидуально.

Область применения данного варианта чрезвычайно широка, однако, исходя из ряда конструктивных, технологических и эксплуатационных соображений, использование решетки типа ВЦКС наиболее целесообразно на паровых и водогрейных котлах мощностью от 3-5 до 30-50 МВт.

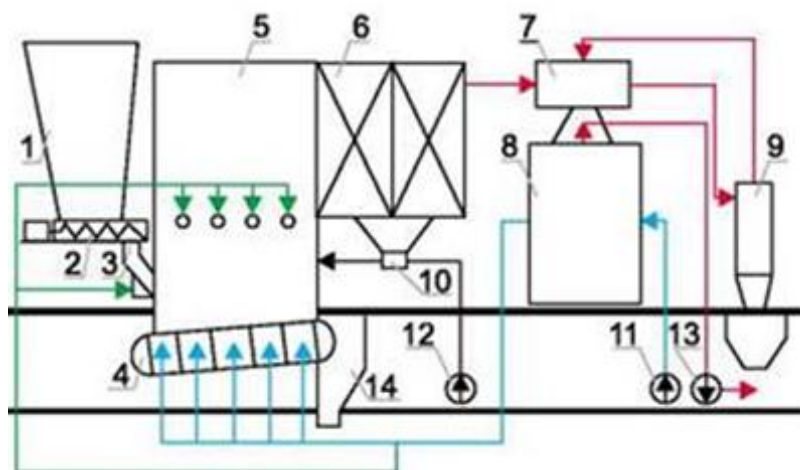


Рис. 1. Технологическая схема водогрейного котла с высокотемпературным циркулирующим кипящим слоем: 1 – бункер топлива; 2 – шнековый питатель; 3 – разгонный короб с воздушным соплом; 4 – подвижная наклонная решетка; 5 – топочная камера; 6 – конвективная часть котла; 7 – улиточный пылеконцентратор; 8 – воздухоподогреватель; 9 – циклон сепаратор; 10 – воздушный эжектор возврата уноса; 11 – дутьевой вентилятор; 12 – вентилятор возврата уноса; 13 – дымосос; 14 – шлакоудаление.

Оптимальный вид древесного топлива - щепы с размером кусков 30-150 мм или любые другие отходы производства с аналогичным фракционным составом и влажностью до 55-57%, содержащие, желательно, не более 30-35% мелких фракций.

#### Список литературы

1. Автономные котельные на древесных отходах // [www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=3742](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3742)
2. Котельные на древесных отходах // <https://ng-razvitie.ru/kotelnyie-na-drevesnyix-otxodax.html>

## **Технологии сжигания отходов на мусоросжигательных заводах**

**Засько Е.А.** (студ. гр. ТГВбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н, доцент)

Мусоросжигательный завод — предприятие, использующее технологию переработки твёрдых бытовых отходов, посредством термического разложения в котлах или печах. После высокотемпературного разложения образуются продукты сгорания: пепел, шлаки и летучие газы. Этот метод позволяет снизить объём бытовых отходов для захоронения примерно в 10 раз, а также использовать дополнительную энергию от горения для производства электроэнергии или теплоснабжения. Однако сжигание хлоросодержащих полимерных материалов ведёт к образованию токсичных веществ, диоксинов и фуранов.

Существуют различные технологии сжигания отходов в мусоросжигательных заводах, в основном их разделяют по типу печей, в которых производят сжигание. Перечислим основные и наиболее распространенные способы сжигания мусора.

Для слоевого сжигания характерна подача горячих воздушных потоков на слой отходов, загруженный на колосниковую решётку. Различают несколько разновидностей слоевого сжигания: с неподвижной колосниковой решёткой, сжигание с неподвижным слоем отходов, с подвижной цепной решёткой, с неподвижной.

В технологии псевдооживленного слоя отходы предварительно разделяют на гомогенные фракции, а затем сжигают в специальных камерах в присутствии песка, доломитовой крошки или другого абсорбента, который обладает высокой теплопроводимостью. В процессе горения частицы слоя под действием струй воздуха начинают активно перемещаться, так что это поведение напоминает поведение жидкости и так же подчиняется законам гидростатики. Этот способ позволяет снизить эмиссию токсичных веществ при сгорании.

Во время пиролиза и газификации отходы под давлением нагревают в бескислородной среде. В результате образуются жидкости и газы с высокой удельной теплотой сгорания, которые можно использовать в качестве топлива.

При применении дожигателей диоксинов разрушение диоксиновой решётки происходит при температуре свыше 1250 С, которую необходимо поддерживать в течение двух секунд. В связи с этим летучие газы, полученные от сжигания отходов, пропускают через специальную камеру, где их повторно сжигают, чтобы понизить концентрацию диоксинов до приемлемых значений.[1]

Также, неотъемлемой частью мусоросжигательных заводов является очистка летучих газов. Устройства, используемые на предприятиях по сжиганию отходов для очистки газов: электростатический фильтр, разбрызгиватель воды (испарение загрязненной воды), скруббер для поглощения кислых газов, скруббер с раствором щелочи, обработка сточных вод после скрубберов (нейтрализация, флокуляция и осаждение), реактор с дополнительным вводом активного угля, пылевые фильтры.[2]

#### **Список литературы**

1. А.Тугов, Н.Эскин, Д.Литун, О.Федоров. Не превратить планету в свалку. // Электронный журнал: Наука и жизнь № 5. 1998. С. 2-8.
2. Богданов В.Ф. Проблемы охраны атмосферного воздуха от выбросов мусоросжигательных заводов. // Издательство: Дальневосточный федеральный университет (Владивосток). 2004. С. 39-40.

## **Системы газоздушного лучистого отопления**

**Засько Е.А.** (студ. гр. ТГВбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.**(к.т.н, доцент)

Системы газоздушного лучистого отопления обеспечивают передачу лучистой энергии на нагрев внутренних поверхностей в отапливаемом помещении. Такими поверхностями являются строительные конструкции, мебель, люди, техническое оборудование.

По конструктивному исполнению лучистые системы отопления подразделяются:

- 1) Газоздушные.
- 2) Панельные с водяным теплоносителем.
- 3) Газовые с инфракрасными горелками.
- 4) Подвесные радиационные с электронагревом.

Системы газоздушного лучистого отопления предназначены для производственных помещений высотой 6-40 м. Рабочая зона помещения обогревается в основном тепловым излучением с поверхности труб, которые размещают в верхней зоне.

Данные системы обеспечивают более равномерное распределение температуры, малую подвижность воздуха в помещении, как следствие, сокращение переноса пыли и вредных выделений, бесшумность работы и повышенную надежность, автономно и легко регулируются. Также происходит обогрев лучистой теплотой только рабочих мест, где постоянно находятся люди, что позволяет снижать температуру воздуха в объеме помещения, где нет людей и находится только оборудование. Преимущество системы газоздушного лучистого отопления состоит в том, что экономия тепловой энергии по сравнению с традиционными системами может достигать 20-30% [1].

Основным недостатком систем газоздушного лучистого отопления по сравнению с системами воздушного отопления являются ограничения области применения по условиям пожарной безопасности.

Система состоит из контура излучателей, подсоединенных к одному или двум теплогенераторам. Принципиальные схемы системы отопления приведены на рис.1. Нагретый воздух или продукты сгорания перемещаются по контуру циркуляционным вентилятором.

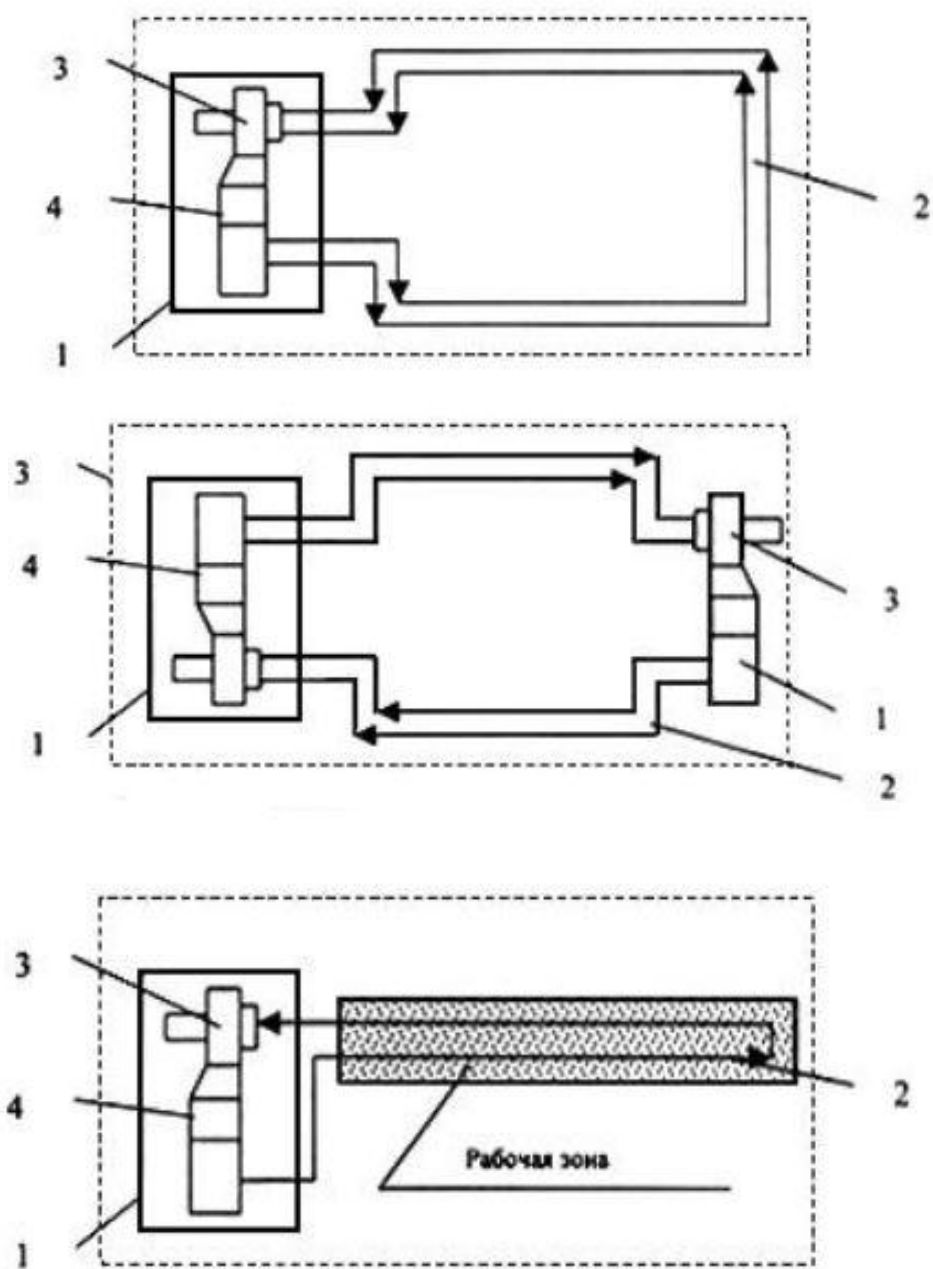


Рис.1. Принципиальная схема системы газозвоздушного лучистого отопления: 1 – теплогенератор; 2 – теплоизлучатели; 3 – циркуляционный вентилятор; 4 – газогорелочный блок

Отопительным прибором в системе отопления является излучатель, состоящий из теплоизлучающих труб, боковых экранов и тепловой изоляции. Конструкции излучателей представлены на рис.2.

Доля лучистой составляющей теплоотдачи излучателей  $\psi \approx 0,6$ . Теплоотдающие поверхности труб покрываются температуростойкой краской (до  $150\div 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) со степенью черноты не менее 0,9.

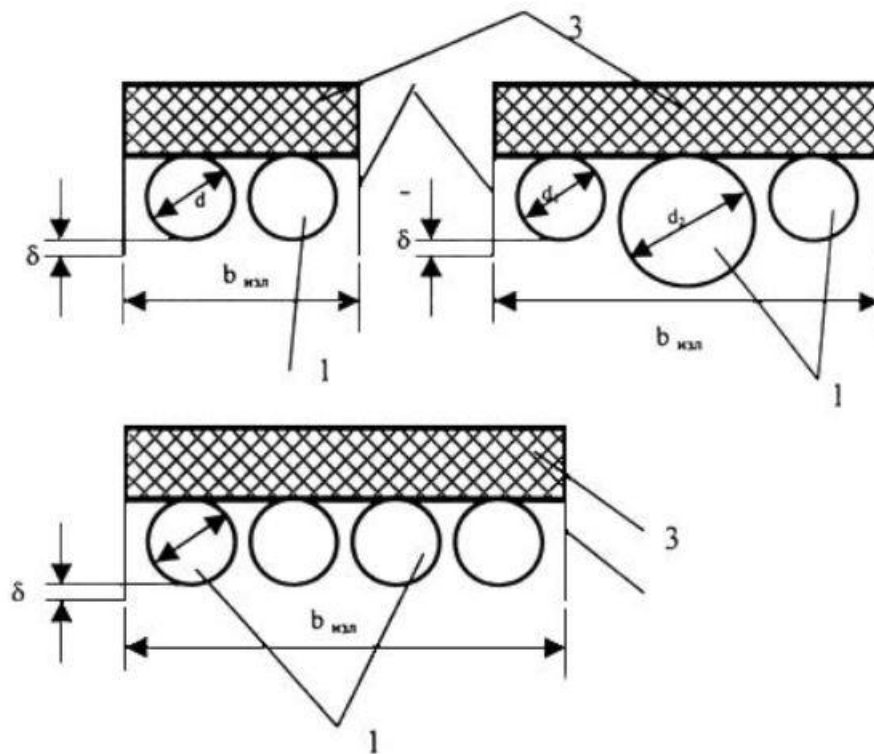


Рис.2. Конструкции излучателей: 1 – теплоизлучающие трубы; 2 – боковые экраны; 3 – тепловая изоляция

Свес боковых экранов Рекомендации по применению и расчету газозводушных систем лучистого отопления (рис.2) должен составлять 0,1 ширины горизонтальной проекции излучателя [2].

#### Список литературы

1. Мачкаши А., Банхиди Л. Лучистое отопление / пер. с венгерского В. М. Беляева. –М. : Стройиздат, 1985. 464 с.
2. Подвесные теплоизлучающие панели. Выпуск 0 - Технические характеристики и данные для подбора. Выпуск 1-1 - Газовоздушные теплоизлучатели (рабочие чертежи). - М. ГПИ Сантехпроект, 1988.

## Солнечное оптоволоконное осветительное устройство

**Абайдуллина Ю.Р.** (студ.гр.ТГВбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Гибридные оптоволоконные устройства прямого солнечного света появились совсем недавно.

Они предназначены для освещения до 300 кв.м. жилой или офисной площади, и предназначены для прямой поставки естественного дневного света внутрь освещаемых помещений. Устройство состоит из параболических зеркал (коллектора), фокусирующих, солнечные лучи во входной торец оптоволоконного кабеля, транспортирующего далее свет в освещаемое помещение. Часть световой энергии преобразуется затем в энергию электрическую, которая аккумулируется и используется для системы позиционирования и электропитания ламп ночью. Система позиционирования поворачивает зеркала в течение дня, постоянно направляя их на солнце. Наличие системы слежения за солнцем, поворотного мотто подвесного кронштейна, требуют внешнего электропитания подводимого от сети, или получаемого от преобразования световой энергии в энергию электрическую. Это сложное и дорогостоящее устройство. Как следует из описания, стоимость такой системы составляет 16 тыс. долларов, а её установка колеблется от 500 до 2 000 долларов. Высокая стоимость, сложность, необходимость во внешнем электропитании, являются основными недостатками данных систем. Тем не менее, несмотря на внушительные цены, по прогнозам экспертов, к 2020 г. в США будет продаваться около 1 млн. гибридных оптоволоконных систем. В ближайшие 5 лет, там планируется внедрить 5 тысяч гибридных оптоволоконных систем освещения. Это позволит сэкономить 50 млн. кВт\ч ежегодно. Согласно сравнительному анализу, произведенному американскими специалистами, средняя стоимость кВт\ч этих систем, значительно ниже стоимости того же кВт\ч на нерегулируемом рынке электроэнергии в США [2].

Спрос на системы прямого естественного освещения зданий в мире будет расти пропорционально снижению стоимости данных систем, с увеличением мощности и уменьшением потерь оптоволоконных световодов. Такие системы смогут обеспечивать естественным светом высотные здания, начиная с первого этажа. Уже сейчас, гибридные



оптоволоконные системы установлены: в университете штата Невада; в государственном университете в Сан-Диего; в университете в Лас - Вегасе; в ряде супермаркетов Wall-Mart; в Тихоокеанской Северо-Западной лаборатории в Ричланде и других местах. В США покупателям гибридных систем дается 30% скидка с НДС. В России пока не существует налоговых послаблений для тех, кто решит вложить финансовые средства в энергоэффективные, «зеленые» технологии.

В этих устройствах, «холодный» солнечный свет видимого диапазона, транспортируется в темное помещение, без какого либо преобразования в другие виды энергии. Фокон, на котором закреплен коллектор, изгибается под действием температуры, подобно биметаллической пластине, и постоянно направляет фокусирующее устройство на солнце, как это делает всем известный подсолнух. При этом, направление солнечных лучей всегда совпадает с осью входной части фокона. Входной торец фокона, всегда расположен перпендикулярно солнечным лучам. Поэтому, практически вся световая энергия проникает в фокон, а не отражается от него. Устройство совсем не потребляет электроэнергии, что обеспечивает его высокую экономичность, а КПД, при высокой прозрачности полимерного оптического кабеля, будет в пределах 50 – 80 %, в зависимости от длины кабеля и его качества [1].

Надежность данного осветительного устройства очень высока, поскольку в нём нет электропривода, оно не содержит подвижных трущихся деталей, и не зависит от различного рода электроламп, системы электроснабжения, электронных преобразователей, выключателей, аккумуляторов и т.п. При хорошей прозрачности, детали осветительного устройства практически не нагреваются, чем достигается высокий уровень безопасности при эксплуатации.

#### **Список литературы**

1. Самохвалов С.Я., Патент на полезную модель №102747 от 10.03.2011г. «Солнечное оптоволоконное осветительное устройство».
2. Самохвалов С.Я., Берикашвили В.Ш., Воробьев С.А. Патент на изобретение №2468288, от 27.10.2012 г. «Солнечное самонаводящееся оптоволоконное осветительное устройство».

## **Инновационные теплоизоляционные материалы**

**Абайдуллина Ю.Р.** (студ.гр.ТГВбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Теплоизоляция («тепловая изоляция») — элементы конструкции, уменьшающие процесс теплопередачи и выполняющие роль основного термического сопротивления в конструкции. Термин также может означать материалы для выполнения таких элементов или комплекс мероприятий по их устройству. Основные характеристики теплоизоляционных материалов — это теплопроводность, пористость, плотность, паропроницаемость, влажность, водопоглощение, биостойкость, огнестойкость, прочность, температуростойкость и удельная теплоёмкость. Выбирая лучший теплоизоляционный материал, нужно внимательно изучить его сравнительные характеристики.

Остановимся на новинках современного рынка — инновационных разработках, которые уверенно входят в нашу жизнь.

Жидкие утеплители в России выпускаются несколькими фирмами, такими как Изолат, Теплометт, Астратек и другие. Но суть их действия одинакова, а обобщающие наименования — теплокраска или жидкая керамическая теплоизоляция. Внешне это вязкая белая суспензия, обладающая хорошей адгезией к поверхностям любого типа. Наносится жидкий утеплитель кистью, валиком или распыляется. В результате получается тонкое, эластичное, прочное полимерное покрытие, позволяющее существенно снизить теплопотери.

Теплокраска отражает и рассеивает излучение, ей никак не вредят УФ лучи, она идеально подходит для изоляции конструкций с высокой температурой. В состав жидких теплоизоляторов входят керамические микросферы, наполненные разряженным воздухом, и акриловый связующий компонент. Кроме того, в эту смесь вводятся антипиреновые добавки, предотвращающие коррозию и образования грибка.

Изобретение теплокраски позволило получить давно искомый набор свойств: этот теплоизолятор легкий, гибкий, наносится тонким слоем, растягивается и подходит для любых поверхностей.

Теплокраска может использоваться для утепления стен, пола и кровли. Кроме того, она подходит для поверхностей со сложной геометрией (откосов, труб, запорной арматуры, емкостей разных форм). После покраски фасадов зданий можно производить последующую

финишную облицовку, а после нанесения на стены изнутри — клеить обои [1].

Пластмигран — это новый материал, созданный на базе минеральной ваты и полистирольной пыли. После смешения компонентов состав помещается в металлический модуль с перфорацией, где под высоким давлением продувается паром. Отсутствие химических добавок обеспечивает экологичность материала. Пластмигран получается прочным, водонепроницаемым и устойчивым к огню. Но из-за дороговизны оборудования для его производства не нашел широкого применения. Внешне это тонкие пластины или формованные изделия, которые легко и удобно монтировать.

Вакуумный теплоизолятор создавался для нужд космического строения. На сегодняшний день это самая эффективная изоляция, но при этом самая сложная и дорогая. Она представляет собой прямоугольные панели с вакуумом внутри и облицовкой из фольги.

Достоинства:

- 100% эффективность: вакуум внутри предполагает отсутствие возможности передавать как холод, так и тепло!

Недостатки:

- сложности при изоляции стыков;
- хрупкость;
- невозможность монтажа в труднодоступных местах;
- дороговизна.

Рынок теплоизоляционных материалов не стоит на месте, то и дело появляются новые утеплители, свойства которых превосходят достоинства изоляторов предыдущего поколения [2].

#### Список литературы

1. Что такое энергосберегающая краска // <http://recln.ru/chto-takoe-energoberegayushhaya-kraska>.

2. Вакуумная теплоизоляция и перспективы ее использования в строительстве // <http://portal-energo.ru/articles/details/id/668>.

## **Повышение энергоэффективности и энергосбережения зданий**

**Шишканова К.А.** (студ. гр. УЖКХ-41)

руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н. доцент)

Программа повышения энергоэффективности зданий и сооружений предусматривает выполнение целого комплекса мер, как на стадии строительства, реконструкции и ремонта объектов, так и на стадии их эксплуатации. Основные меры энергоэффективности направлены на снижение теплотерь здания. Как показывает практика, порядка 40% тепловой энергии в зимний период фактически расходуется на обогрев воздуха на улице. Из этого количества примерно 40% потерь приходится на стены, 20% - на оконные и дверные проемы, 20% - на кровлю, 20% — на подвал и систему вентиляции. Для минимизации этих энергопотерь предпринимаются следующие мероприятия по повышению энергоэффективности:

- утепление ограждающих конструкций с созданием неразрывного контура теплоизоляции;
- выбор долговечной теплоизоляции, сохраняющей свои качества в течение многих лет службы;
- установка окон с энергосберегающими стеклопакетами;
- установка теплоизолированных входных дверей в квартиры и в подъезды;
- установка доводчиков, не допускающих оставление подъездных дверей в открытом состоянии;
- установка в квартирах радиаторов отопления с индивидуальными регуляторами мощности;
- отказ от последовательной схемы подключения радиаторов отопления.

Повышение энергоэффективности и энергосбережения зданий также предусматривает выполнение ряда мероприятий, призванных обеспечить максимально экономичный расход основных энергоресурсов — электроэнергии, горячей и холодной воды, тепловой энергии. Потери энергоресурсов могут быть связаны с недостатками инженерных сетей, а также с нерациональным их расходом потребителями. В сетях горячего водоснабжения (как и в отопительных сетях) необходимо

обеспечивать эффективную теплоизоляцию с использованием высококачественных современных материалов. Кроме того, должна проводиться работа по недопущению утечек воды. Для этого разводку горячего и холодного водоснабжения следует выполнять из качественных пластиковых труб, рассчитанных на длительный период эксплуатации. Относительно электроэнергии можно сказать, что значительная часть ее потерь приходится на освещение мест общего пользования. При постоянном освещении приборы до 90% общего времени освещают пустые помещения. Эффективной мерой будет автоматизация освещения путем установки датчиков движения. С жильцами должна проводиться регулярная работа по разъяснению требований энергоэффективности. Необходимо стимулировать их к переходу на энергосберегающие приборы, например, на энергосберегающие, светодиодные лампы. Следует отметить, что эффективную экономию можно достигнуть и посчитать, только обеспечив достоверный, оперативный учет потребления всех энергоресурсов с использованием автоматизированной системы коммерческого учета энергоресурсов АСКУЭР «ИЦ ЭАК», установку и техобслуживание которой может взять на себя наша компания. Внедрение системы позволит не только обеспечить полноту и корректность расчетов за потребленные энергоресурсы, но и эффективно стимулировать жильцов к рациональному их потреблению, а также решению проблемы безучетного несанкционированного потребления. Энергосбережение в зданиях и сооружениях - одно из основных направлений энергосбережения в теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях. Энергосбережение в зданиях и сооружениях строится на сбережении теплоты в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, и включает в себя различные устройства: вентилируемых наружных стен, вентилируемых окон, трехслойного или теплоотражающего (в инфракрасном излучении) остекления, дополнительного утепления наружных ограждений, теплоизоляции стен за отопительным прибором, застекленных лоджий. Кроме того, для энергосбережения в зданиях и сооружениях возможно применение воздушного отопления от гелиоустановок, а также с использованием теплонасосных установок и энергии низкого потенциала (конденсата, воды, воздуха).

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем является поиск энергосберегающих мероприятий и инженерных решений по созданию ограждающих конструкций зданий и сооружений с

минимальными тепловыми потерями. Большую роль в этом играют создание новых строительных, теплоизоляционных, облицовочных материалов и изделий, а также разработка новых методов определения теплофизических свойств (ТФС) материалов. Новые методы расчета ТФС материалов и изделий позволят эффективно оценить тепловой и воздушный режим зданий различного назначения. При составлении энергетического паспорта здания или сооружения замеряются: коэффициенты теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи стен, перекрытий, пола, оконных проемов. Замеряются: средняя кратность воздухообмена за отопительный период, фактическая температура наружного воздуха и помещений, расходы электроэнергии, тепловой энергии, газа, горячей и холодной воды за сутки. Выполняют замеры люксметром уровней освещенности на рабочих местах, проходах и уровней напряжения в течение суток на вводах щитов питания освещения.

При разработке мероприятий по энергосбережению или проведению энергоаудита из проекта здания определяют параметры всех элементов систем отопления, вентиляции и кондиционирования и их расчетные характеристики. Необходимо также уточнение годового режима работы систем управления и измерения параметров воздуха. Мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха сводятся к следующему. Энергосбережение в зданиях и сооружениях, улучшение их конструкций. Большая часть этих мер актуальна в части тепловой энергии, а также в экономии электроэнергии, используемой для термических целей и на освещение (не только более эффективные лампочки, но и определенные требования к помещению, например, вплоть до использования светлой или светоотражающей окраски). С другой стороны, энергосбережение должно быть превращено для потребителей энергоресурсов в доступный способ снижения расходов. В рыночной экономике производят те товары или услуги, которые готовы купить, поэтому необходимо создать рынок энергосбережения, через создание потребностей в энергосберегающих товарах и услугах, а они не замедлят появиться при наличии спроса. При создании системы потребностей быстро появятся энергосервисные компании, создающие свой бизнес в этой сфере, т.к. эта деятельность не требует значительных финансовых вложений, нужен опыт, знание экономики и технологий. Повышение энергоэффективности зданий и сооружений представляет собой одно из наиболее актуальных вопросов

сегодня. Минимизация потерь энергоресурсов, направляемых на жизнеобеспечение жилых объектов, дает значительный эффект энергосбережения, позволяет экономить колоссальные средства, делает жилье более качественным и комфортным.

### **Список литературы**

1. Энергосбережение и повышение энергоэффективности зданий//<https://roskvar탈.ru/wiki/standarty-upravleniya-mnogokvartirnym-domom/energoberezhenie-i-povyshenie-energoeffektivnosti-zdanij>

2. Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий//[https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=4360](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4360)

## Современные энергосберегающие лампы в ЖКХ

**Шишканова К.А.** (студ. гр. УЖКХ-41)

Руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н. доцент)

Лампа накаливания — это осветительный прибор, искусственный (электрический) источник света, который излучает световой поток в результате накала проводника из тугоплавкого металла. Свет испускается нагретой металлической спиралью при протекании через нее электрического тока. В ЛН используются такие материалы, как вольфрам и осмий, максимальная температура плавления которых 3410 °С и 3045 °С соответственно. Конструкция состоит из пяти элементов: цоколя, контактных проводников, нити накала, предохранителя и стеклянной колбы, ограждающей нить накала от окружающей среды. Нить накала находится в стеклянной колбе, заполненной инертным газом (аргоном, криптоном, азотом). В качестве материала для колбы используется матированное, прозрачное, опаловое, зеркальное стекло. Инертный газ защищает нити накаливания от окисления. Для ламп накаливания небольшой мощности (25 Вт) изготавливают вакуумные колбы, которые не заполняются инертным газом. Стеклянная колба препятствует негативному воздействию атмосферного воздуха на вольфрамовую нить. ЛН имеют широкий диапазон мощностей (от 15 до 1000 Вт), небольшие габаритные размеры, мгновенное зажигание при включении, бюджетную стоимость. Однако не лишена и ряда недостатков, основные из которых: незначительные показатели срока эксплуатации (до 1000 часов, что обусловлено испарением материала нити во время работы, и возникающими в ней неоднородностями) и коэффициента полезного действия, большая яркость (негативно воздействует на зрение). Предпочтительны ЛН мощностью не более 60 Вт в помещениях, где требуется частое включение и выключение света на непродолжительное время: туалет, ванная, коридор, гардеробная, кладовка. Не подходят для арочных проемов, навесных потолков, подсветки шкафов и прочей мебели. Среди производителей популярностью пользуется: General Electric, Maxus, PILA, Osram, Philips, BABS и др.

Галогенная лампа - данная лампа по конструктивным параметрам отличается от лампы накаливания только наличием внутри баллона со спиралью галогенного газа. Галогены замедляют разрушение нити накала в процессе эксплуатации лампы. Ее качественные особенности



выгодно отличают от предшественницы: увеличенный срок службы в 2,5–4 раза (т.е. ее хватит на 2500–4000 часов), КПД — в 3 раза, а также миниатюрные размеры. Они выпускаются с различными цоколями, в том числе, E14 и E27. Для домашнего применения их чаще всего можно встретить в точечных, фиксированных, настенных, подвесных светильниках, различных подсветках направленного действия и в обычных светильниках. Если вы решили приобрести галогенные лампы, обратите внимание на такие проверенные бренды, как Philips и Osram, Pila, Fora, Electrum, Brille, Элотек, Искра и др. Однако будьте аккуратны и избегайте появления на стекле малейших частиц и загрязнений (например, отпечатков пальцев): из-за сильного нагрева поверхности лампы, могут выйти из строя раньше времени и сгореть в процессе работы, оставляя почернения. Прямой заменой обычных галогенных ламп в скором времени могут стать IRC-галогенные лампы (сокращение IRC обозначает «инфракрасное покрытие»), на колбы которых наносится специальное покрытие, которое пропускает видимый свет, но задерживает инфракрасное (тепловое) излучение и отражает его назад, к спирали. За счет этого уменьшаются потери тепла и, как следствие, увеличивается эффективность лампы.

Люминесцентные лампы - представляют собой газоразрядный источник света. Принцип работы состоит в следующем отлаженном механизме функционирования: внутри лампы в среде с ртутью образуется и удерживается разряд, энергия которого преобразуется в свет специальным веществом — люминофором, покрывающим внутреннюю поверхность колбы лампы. В связи с содержанием ртути (2–60 мг), в случае повреждения могут нанести вред здоровью. Поэтому сразу проветрите помещения от паров данного вещества, соберите осколки в резиновых перчатках в герметичный пакет. После использования рекомендуем сдавать на специальные пункты приема данных ламп, распространенные в большинстве мегаполисов. ЛЛ используются для воплощения самых смелых дизайнерских решений в интерьере, благодаря богатой палитре цветовых композиций. Идеально подойдут для освещения коридора, кухни, прихожей, ведь по показателям мощности превосходят обычные лампы накаливания в пять раз. Покупайте лампы с плавным стартом — такие светильники будут служить дольше: первые пару минут свет будет тусклым, поскольку лампа будет разогреваться. Кстати, частые включения и выключения тоже сказываются на продолжительности «жизни» лампочек:

специалисты рекомендуют выключать люминесцентные лампы не менее чем после 10 минут работы.

#### **Список литературы**

1. Современные энергосберегающие лампы в ЖКХ /<http://stroy-server.ru/energoberezheniyu>.

2. Светильники ЖКХ: обзор современных антивандальных, энергосберегающих, автоматизированных осветительных приборов// <https://svetilnik.info/lampy-i-svetilniki/svetilniki-zhkh.html>

## **Федеральный проект «Оздоровление Волги»**

**Урусова Ю.Е., Урусов Д.Ю.** (студ. гр. УЖКХмд-11),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н. доцент)

«Волга — самая грязная река России, — заявил премьер Дмитрий Медведев во время совещания «О сохранении, предотвращении загрязнения и рациональном использовании реки Волги». — Именно в бассейне Волги сложилась самая напряженная экологическая ситуация, которая по многим позициям существенно хуже, чем общая ситуация в стране. В воды Волги попадает более трети, 38%, если говорить точно, всех российских загрязненных стоков. По данным экологов, Волга исчерпала свои возможности по самоочищению. Если ничего не предпринимать, то в недалекой по историческим меркам перспективе волжская вода может стать непригодной для людей».

По данным Минпроды, ежегодно в водные объекты Волжского бассейна сбрасывается более 6 куб. км сточных вод, из которых 90% — без очистки или недостаточно очищенные. С ними в реку поступает свыше 2,5 млн т загрязняющих веществ. Кроме того, в бассейне Волги находится примерно 2,5 тыс. затонувших плавсредств, в том числе нефтеналивных.

По оценке ученых Калифорнийского университета, опубликованной в журнале *Conservation Letters*, устье Волги входит в первую десятку списка самых загрязненных береговых зон мира.

Антропогенный фактор стал причиной того, что самоочищение Волги снизилось в десятки раз. Изменился ее тепловой режим. В верховье период стояния льдов увеличился, а в низовье — уменьшился. Прежде течение выносило к устью до 25 млн т наносов и в два раза больше минеральных веществ. Теперь же, вместо того чтобы служить природным удобрением для районов поймы и заливных земель, они перемешиваются с токсичными веществами и оседают на дне.

Повышение температуры реки из-за загрязнений привело к раннему цветению воды. Из этого вырастает еще одна проблема: сине-зеленые водоросли, покрывающие едва не половину водохранилищ. Эти растения выделяют 300 видов веществ, большинство из которых ядовиты.

Из-за сильного загрязнения реки 70% рыбы в Рыбинском, Куйбышевском и Волгоградском водохранилищах заражено паразитами и различными инфекциями, а в Горьковском водохранилище — до 100%.

Такая ситуация сложилась из-за строительства на Волге каскада гидроэлектростанций. Новый гидрорежим изменил экосистему реки. Распространению болезней рыб способствуют малая скорость воды, заиление водохранилищ, обмеление Волги и ее притоков. До строительства плотин волжская вода от Рыбинска до Волгограда двигалась 50 суток, а в половодье — 30. Теперь этот путь она проходит за 450–500 дней. Во всей волжской системе водный обмен уменьшился в 12 раз. Из 150 тыс. притоков исчезло 30%.

Виновников загрязнения Волги множество. В первую очередь это предприятия ЖКХ, а именно водоканалы, сливающие недостаточно очищенные стоки в реку. На их долю приходится 60% всех загрязненных сбросов. Результаты ежегодных проверок этих предприятий прискорбны: большая часть очистных сооружений изношены, морально устарели и попросту не справляются со своей работой. Нехватка денег на обновление сооружений очистки стоков не позволяет исправить ситуацию.

Для спасения реки был разработан Федеральный проект «Оздоровление Волги». Это один из одиннадцати федеральных проектов Национального проекта «Экология». Реализуется он с 20 декабря 2018 года по 25 декабря 2024 года. Целью проекта является улучшение экологического состояния реки Волги и обеспечение устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса Нижней Волги за счёт сокращения доли загрязнённых сточных вод, отводимых в реку Волгу, и реализации комплекса мер по восстановлению водных объектов низовьев Волги, в том числе дополнительному обводнению реки Ахтубы. Федеральный проект «Оздоровление Волги» продолжает реализацию мероприятий приоритетного проекта «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги».

Основные задачи, которые должен решить Федеральный проект:

- Сокращение в три раза доли загрязнённых сточных вод, отводимых в Волгу;
- Обеспечение устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса Нижней Волги и сохранение экосистемы Волго-Ахтубинской поймы;
- Ликвидация объектов накопленного экологического вреда, представляющих угрозу реке Волге;
- Снижение негативного воздействия затонувших судов.

В рамках реализации Федерального проекта запланирована реализация следующих ключевых мероприятий:

- Строительство, реконструкция (модернизация) комплексов очистных сооружений расположенных на берегах р. Волги предприятий жилищно-коммунального хозяйства в 15 субъектах Российской Федерации, что позволит снизить загрязнение реки Волги и значительно улучшить её экологическое состояние, ускорить темпы инвестиций в сфере очистки сточных вод, повысить качество и надёжность предоставления населению коммунальных услуг в сфере водоотведения, улучшить качество и комфортность проживания населения;

- ликвидация объектов накопленного вреда окружающей среде р. Волги, что позволит снизить угрозу загрязнения реки от объектов накопленного экологического вреда, улучшить условия проживания населения вблизи таких объектов и снизить риски масштабных экологических катастроф для более чем 44 млн человек, проживающих в бассейне р. Волги;

- комплекс мероприятий по экологической реабилитации и расчистке водных объектов Нижней Волги, в том числе каналов рыбоходов, нерестовых массивов, мелиоративных каналов, а также строительство водопропускных сооружений на территории Астраханской и Волгоградской областей с целью улучшения экологической обстановки Нижней Волги и восстановления её природных ландшафтов, гарантированного обеспечения населения водой в зоне западных подстепных ильменей, а также двукратного увеличения рыбопродуктивности;

- строительство комплекса гидротехнических сооружений для дополнительного обводнения реки Ахтубы позволит восстановить экосистему Волго-Ахтубинской поймы и предотвратить её обмеление, за счёт гарантированного обеспечения заполнения реки Ахтубы в меженный период;

- подъём и утилизация затонувших судов на акватории реки Волги.

В ходе реализации федерального проекта также запланировано регулярное проведение контрольно-надзорных мероприятий Росприроднадзора по выявлению фактов несанкционированных источников загрязнений реки Волги, по результатам которых будут приниматься меры привлечения виновных лиц к предусмотренной законодательством ответственности (такие как вынесение предостережений о недопустимости нарушений закона, представление

об устранении выявленных нарушений, возбуждение административных дел), а также действенные меры по устранению выявленных источников загрязнения.

Основные показатели федерального проекта:

- Снижение объёма отводимых в Волгу загрязнённых сточных вод с 3,17 до 1,05 км<sup>3</sup>/год;

- Прирост мощности очистных сооружений, обеспечивающих сокращение отведения в Волгу загрязнённых сточных вод до 2,12 км<sup>3</sup>/год;

- Протяжённость восстановленных водных объектов Нижней Волги – 600 км;

- Протяжённость расчищенных мелиоративных каналов Нижней Волги – 175 км;

- Строительство и реконструкция 89 водопропускных сооружений для улучшения водообмена в низовьях Волги;

- Обеспечение дополнительного обводнения реки Ахтубы в меженный период в объёме 100 м<sup>3</sup>/с;

- Ликвидация (рекультивация) 20 объектов накопленного экологического вреда, представляющих угрозу реке Волге;

- Гарантированное водообеспечение населения и хозяйств (в т.ч. в зоне западных подстепных ильменей) общей площадью 19,1 тыс. га;

- Извлечение и утилизация 95 затонувших судов.

Реализация задач, поставленных федеральным проектом «Оздоровление Волги» на территории муниципального образования «город Ульяновск», будет осуществляться в рамках реконструкции сооружений канализации города, которые эксплуатирует муниципальное предприятие «Ульяновскводоканал».

Существующие канализационные очистные сооружения г. Ульяновска представлены двумя комплексами сооружений (на правом и левом берегах) полной биологической очистки с обеззараживанием хлором, построенными в 70-х годах. Качество очистки сточных вод соответствует проектным параметрам, для времени их проектирования и строительства

Этапы реконструкции ГОСК:

1 этап 2019-2020гг.: Проведение реконструкции первичных отстойников, аэротенков и вторичных отстойников I очереди ГОСК, а также реконструкция воздуходувной станции I очереди;

2 этап 2020-2022гг.: Проведение реконструкции технологических емкостей биологической очистки II очереди ГОСК, реконструкция

воздуходувной станции II очереди, реконструкция хлораторной – внедрение ультрафиолетового обеззараживания очищенных сточных вод;

3 этап 2021-2024гг.: Проведение реконструкции сооружений механической очистки I и II очередей ГОСК, реконструкция цеха механического обезвоживания. Строительство заводов по сжиганию осадков сточных вод и рекультивация иловых карт.

Этапы реконструкции ОСКЛ:

1 этап 2019-2020гг.: Внедрение ультрафиолетового обеззараживания очищенных сточных вод;

2 этап 2020-2022гг.: Проведение реконструкции технологических емкостей биологической очистки, а также реконструкция воздуходувной станции;

3 этап 2022-2024гг.: Проведение реконструкции сооружений механической очистки ОСКЛ, строительство цеха механического обезвоживания.

Строительство заводов по сжиганию осадков сточных вод и рекультивация иловых карт.

УМУП «Ульяновскводоканал» в 2019 году приступил к выполнению проектных работ по следующим объектам:

1. Разработка проектной документации по объекту: «Реконструкция Сооружений Биологической Очистки Городских Очистных Сооружений Канализации (ГОСК) г. Ульяновска Правый берег 1-я очередь».

2. Разработка проектной документации по объекту: «Строительство станции УФ обеззараживания (УФО) на Очистных Сооружениях Канализации Левобережья (ОСКЛ) г. Ульяновска».

Состав проекта по объекту: «Реконструкция Сооружений Биологической Очистки Городских Очистных Сооружений Канализации (ГОСК) г. Ульяновска Правый берег 1-я очередь» включает реконструкцию первичных отстойников, сооружений биологической очистки (аэротенки, вторичные отстойники), воздуходувной станции и установки реагентной обработки от фосфора. В ходе модернизации будут применены современные технологии и материалы.

Состав проекта по объекту: «Строительство станции УФ обеззараживания (УФО) на Очистных Сооружениях Канализации Левобережья (ОСКЛ) г. Ульяновска» включает строительство станции ультрафиолетового обеззараживания очищенных сточных вод на очистных сооружениях канализации Левобережья.

В настоящее время проект по объекту: «Строительство станции УФ обеззараживания (УФО) на Очистных Сооружениях Канализации Левобережья (ОСКЛ) г. Ульяновска» прошел государственную экспертизу и готов к реализации в течение 2020 года. Проект по объекту: «Реконструкция Сооружений Биологической Очистки Городских Очистных Сооружений Канализации (ГОСК) г. Ульяновска Правый берег 1-я очередь» проходит экологическую экспертизу и в скором времени будет направлен в органы госэкспертизы России.

Всего же в рамках реализации нацпроекта до 2024 года будут выполнены и реализованы 6 проектов реконструкции для комплекса очистных сооружений канализации города Ульяновска.

#### **Список литературы**

1. Совещание о сохранении, предотвращении загрязнения и рациональном использовании реки Волги // <http://government.ru/news/28770/>
2. Паспорт федерального проекта "Оздоровление волги" // <https://www.minstroyrf.ru/docs/17662/>



## **Применение современных технологий энергоресурсосбережения в энергоснабжающих организациях ЖКХ**

**Сюртмина Я.В.** (студ. гр. УЖКХбд-41),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Одной из наиболее важных и актуальных задач в ЖКХ является осуществление комплекса мер по рациональному использованию энергоресурсов. Повышение энергоэффективности и внедрение энергосберегающих технологий в настоящее время является одним из важнейших направлений перевода экономики на путь интенсивного развития и рационального природопользования.

Внедрение энергосберегающих технологий – это требование современности. Было подсчитано, что срок окупаемости внедрения энергосберегающих технологий - два-три года. Существенно снизить затраты на производство и транспортировку тепла и воды к потребителям, но при этом обеспечивать необходимое качество данных услуг, позволяют современные технологии и оборудование.

Из-за ухудшения экологической ситуации и значительной волатильности цен на топливно-энергетические ресурсы для многих стран актуален вопрос повышения энергоэффективности жилищно-коммунальной отрасли. Для России этот вопрос так же является актуальным, но его актуальность обусловлена следующими факторами: с течением времени появляется необходимость разрабатывать труднодоступные месторождения ископаемого топлива, также серьезная зависимость экономики от мировых цен на углеводородное сырье, ну и не стоит забывать об экологии. При этом нужно отметить, что реализацию программ повышения энергоэффективности организаций электроэнергетики, как основообразующей отрасли ЖКХ на настоящий момент в стране нельзя назвать успешной.

Организационные меры и законодательные инициативы, безусловно, должны сопровождать федеральную программу энергоэффективности ресурсоснабжающих организаций ЖКХ. Многого в энергосбережении можно сделать уже сегодня без особых затрат. Для этого нужно понимание существующих проблем и поиск путей решения. Так, в области функционирования и развития энергоснабжающих предприятий

ЖКХ или организаций электроэнергетической отрасли выделяют следующие основные проблемы мониторинга:

- несоответствие уровней напряжения;
- низкое качество электроэнергии;
- высокий уровень потерь электроэнергии.

Из сложившейся ситуации нужно искать выход и решать сложившиеся проблемы. По моему мнению, будет целесообразно провести следующие мероприятия:

- нормализовать уровень напряжения;
- организовать мониторинг повышения качества электроэнергии;
- организовать мониторинг потерь электроэнергии.

Основные направления снижения потерь в электрических сетях это:

- система контроля и надзора за уровнем потерь электроэнергии;
- оптимальное построение сетей и режимов, обеспечивающих минимизацию при перетоках мощностей;
- внедрение и использование новых технологий.

Принципиально снизить потери, связанные с передачей электроэнергии по проводам (около 40-50%) можно при использовании, по возможности, сверхпроводящего кабеля. При применении структурированных и аморфных сталей для сердечников, а также сверхпроводящих материалов, можно добиться снижения потерь в трансформаторах (около 40-50%).

Применение компенсирующих устройств с такой быстрой системой управления позволяет очень быстро и адекватно реагировать на любые возмущения в сети электропередач. Подобные компенсирующие устройства обеспечивают режим, который позволяет не только снижать потери, но и поддерживать напряжение, повышать пропускную способность, оптимизировать перетоки мощности, обеспечивать динамическую и статическую стабильность.

Сейчас постепенно набирает обороты такое направление снижения потерь в электрических сетях, как внедрение так называемых энергоэффективных жилых кварталов. В проекте это девяти-или двенадцатизэтажный жилой дом, в котором будет установлено самое современное оборудование. Планируется возведение целого квартала, при условии, что само строительство и дальнейшая эксплуатация покажут высокую экономичность проекта и окажутся успешными. Строительство подобного жилья в мегаполисе должно обеспечить ощутимую экономию ресурсов, на 20-30 процентов

уменьшить затраты на содержание зданий Откуда следует, что выгоду получают все: и власти города, и жильцы «умного дома», ведь оплата коммунальных услуг существенно снизится.

На крыше расположатся солнечные батареи, которые будут вырабатывать энергию для освещения подъезда и придомовой территории, а также нагрева воды в квартирах. В квартирах планируется использование таких технологий, как стеклопакеты со специальным напылением и особая система вентиляции.

Также стоит отметить, что в Ярославской области уже был открыт первый энергоэффективный дом. Предполагается, что использованные технологии, которые на данный момент являются уникальными, должны сократить оплату коммунальных услуг в среднем на 20%. С Ярославской области постепенно берут пример и другие субъекты Российской Федерации. Например, в городе Волжском Волгоградской области сейчас готовится к сдаче в эксплуатацию энергоэффективный трехэтажный дом.

Еще одним из завершенных проектов является энергосберегающий дом в Рязанской области. Планируется, что даже в самую холодную зиму оплата коммунальных услуг должна быть на 25% ниже обычной.

#### **Список литературы**

1. Андреева Е.О., Борисова Н.И. К вопросу об энергосбережении в современном архитектурно-строительном комплексе // NovalInfo.Ru. 2015. Т. 1. № 39. С. 117-122
2. Борисова Н.И., Борисов А.В. К вопросу об энергоресурсосбережении и энергоаудите ЖКХ регионов России в новых экономических условиях // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2014. № 3 (03). С. 11-17

## **О востребованности солнечных систем нагрева воды**

**Сайфутдинова А. И.** (студентка гр. УЖКХ-41)

руковод. **Ямлеева Э. У.** (к.т.н. доцент)

Европейская технология производства солнечных коллекторов принципиально отличается от технологий, применяемых в регионах с достаточным количеством солнца, – постановкой задачи: в Израиле, странах арабского Востока, Турции, Южном Китае и Австралии от таких систем не требуется высокого КПД, а вот в умеренных широтах Европы без высокого КПД солнечных систем не обойтись.

Солнечные системы нагрева воды стали востребованы и в России, и в странах СНГ только после появления установок с высоким КПД. Безусловно, наибольший спрос возник там, где, с одной стороны, энергия была в силу разных причин дефицитной (например, в Крыму) или дорогой, а с другой, высокие уровни солнечной облученности поверхности были достаточны для безусловного извлечения пользы даже сезонно (Украина, Молдавия, Средняя Азия, Закавказье).

В России солнечные коллекторы применялись достаточно редко. Наибольшую известность получили работы «Центра Энергоэффективных Технологий» Улан-Удэ и ряда других российских компаний юга страны.

В ходе организованного Технологическим Центром Энергетического Диалога Россия–ЕС в Москве международного круглого стола по вопросам широкого применения солнечных технологий выяснилось, что и российская промышленность, в принципе, готова к развертыванию серийного производства солнечных коллекторов разных классов эффективности, но в отсутствии сформировавшегося рынка рассчитывает на поддержку государства.

О поддержке государства много говорилось докладчиками и в ходе конференции в РАН, организованной Центром Энергосбережения (CENEF). Примечательно, что докладчик из КНР, который также много говорил о роли государства, на прямой вопрос о субсидиях и финансировании государством энергосберегающих проектов сообщил, что государство ни цента в такие проекты непосредственно не вкладывает, поскольку рассматривает энергосбережение как фактор конкуренции: при прочих равных условиях тот производитель сможет получить конкурентную выгоду, который сумеет обеспечить себя более дешевым сырьем и энергией.

Европейский опыт, в первую очередь, таких стран, как Германия, свидетельствует о необходимости стимулирования энергосбережения государством. Так, в Германии физические лица, установившие солнечные нагревательные установки получали возможность приобретать электроэнергию для бытовых нужд с весьма значительной скидкой, а установившие фотогальванические солнечные панели – продавать собственные излишки электроэнергии со значительной премией к обычным тарифам.

Очевидно, что власти Германии работали на упреждение, создавая инфраструктуру энергосбережения еще до того, как таковая стала жизненно необходима, в то время как власти Китая, уже поставленные перед фактом дефицита электроэнергии, предоставили решать этот вопрос рынку.

Одним из психологических факторов, тормозящих широкое применение солнечных тепловых систем, является ожидание большего результата, нежели такие системы могут дать, т. е. полного замещения классических видов энергоснабжения. Практика показывает, что при росте стоимости энергоносителей такое заблуждение легко преодолевается при помощи обычного калькулятора.

Другая опасность может заключаться в недоработанных технических решениях самой конструкции и монтажа. Для примера можно привести солнечную водонагревательную установку в санатории «Прибрежное» (Украина). Установка в настоящее время брошена и не эксплуатируется, видны разрывы в металлических трубопроводах, очевидно, в результате замерзания теплоносителя в зимний период.

При внимательном рассмотрении системы видны соединяющие резиновые патрубки, предположительно того же типа, что используются в системах охлаждения автотранспорта, что свидетельствует о том, что температура теплоносителя в системе была относительно низкой, равно как и КПД всей установки. Разумеется, подобный опыт не способствует повышению репутации солнечных систем.

В этих условиях появление на российском рынке новых готовых серийных решений по обеспечению бесплатной энергией Солнца зданий и сооружений, пусть даже если такие решения импортированы и имеют большую стоимость, нежели при собственном производстве, следует поддерживать. Как правило, импортная продукция от известных производителей продуманна, в ней учтены все детали развертывания и

эксплуатации. При этом, разумеется, внедрение такой технологии ляжет на плечи, прежде всего, потребителей с высоким уровнем достатка.

В Китае общая площадь солнечных коллекторов для нагрева воды в 2004 году превысила 60 млн м<sup>2</sup>, замещая ежегодно 110 млн т угля.

В Германии только в 2000 году было установлено солнечных коллекторов для нагрева воды суммарной площадью 620 тыс. м<sup>2</sup>.

Проблема КПД солнечных установок решается по-разному. Наиболее привлекательным с точки зрения показателя цена–эффективность являются солнечные коллекторы на основе черненых по специальной технологии медных листов. Селективное покрытие поверхности позволяет с максимальной эффективностью собрать энергию Солнца, а высокая теплопроводность меди – с минимальными потерями передать ее медным трубками и теплоносителю. Разумеется, в первом контуре такой системы следует использовать только металлические, желательно медные, трубы, из-за возможно очень высоких температур теплоносителя в пиковые периоды облученности коллектора.

По результатам исследований специалистов, опубликованных в ежеквартальном бюллетене «Возобновляемая энергия» «Интерсоларцентра» для России и СНГ, вне зависимости от климатической зоны значительный рост применения солнечных коллекторов обычно происходит при следующих условиях:

- наличие законодательной базы, требующей применения солнечных коллекторов;
- стабильные и проработанные финансовые стимулы для инвесторов;
- ожидаемый рост цен на традиционные виды топлива, используемого для получения тепла;
- общая осведомленность общества о проблемах сохранения энергии и защиты окружающей среды;
- осведомленность о реальных возможностях солнечных установок, особенно среди лиц, принимающих решения;
- публичные компании, пропагандирующие применение солнечных теплоустановок;
- доступные демонстрационные проекты;
- высокая степень доверия к качеству продуктов и узнаваемые знаки качества продукции;

- наличие стандартных продуктов и установок для массового применения.

Однако совсем не обязательно, что рост применения солнечных установок происходит непременно при соблюдении всех упомянутых условий.

Представляется, что такие факторы, как ожидаемый или уже произошедший рост стоимости на традиционные энергоносители или их дефицит, являются достаточными для того, чтобы организации и лица, принимающие решения, озаботились возможностью использования энергии Солнца для нагрева воды, сообразуясь с экономикой такого замещения, сроками окупаемости и т. д.

В свою очередь, отечественные производители, не говоря об иностранных, уже готовы предложить стандартные массовые решения. Солнечный нагрев воды уже давно стал серьезным бизнесом, приносящим экономию средств миллионам потребителей и энергии – государствам.

#### **Список литературы**

1. Архипов А. Проектирование и разработка энергосберегающих светодиодных систем освещения // «Полупроводниковая светотехника». 2009. № 2. (Электронный ресурс) URL: [https://www.led-e.ru/articles/led-application/2009\\_2\\_42.php](https://www.led-e.ru/articles/led-application/2009_2_42.php)
2. Сибикин, М. Ю. Технология энергосбережения : учебник / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Форум. — [Б. м.] : Инфра-М, 2012. 352 с. : ил. (Электронный ресурс) URL: <http://nbrb.ru/?p=14086>

## **Применение энергосберегающего стекла в сфере жилищно-коммунального хозяйства**

**Сагиров Р.Р.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Эффективность энергосберегающего стекла настолько высока, что установка даже однокамерного стеклопакета позволит сохранить в помещении на 25% больше тепла, чем сохраняет двухкамерное металлопластиковое окно с обычными стеклами. И это с учетом того, что двухкамерные окна почти в 2 раза тяжелее, чем однокамерные, а это дополнительная нагрузка на стену. Такое улучшенное однокамерное окно пропускает видимый свет почти на 10% лучше, чем обычное двухкамерное, задерживая при этом вредный ультрафиолет.

На обычных оконных стеклах потери светопропускания составляют от 4 до 12 процентов на каждой границе «стекло – воздух». Большая часть расходования тепловой энергии (~ 45%) приходится в помещении на окна, через которые часть тепловой энергии уходит из помещения в виде ИК-излучения. Эта проблема касается не только остекления больших форматов, но и бытовых помещений: квартир, коттеджей, детских учреждений и т. д. На 100% жилой площади 4-, 5-этажных домов приходится примерно 12–16% оконных проемов, через которые потери тепла в современных жилых помещениях составляет в среднем около 40%. Создание стекла, обладающего улучшенной светопропускаемостью за счет недорогого многослойного просветляющего покрытия, а также не выпускающего ИК-излучение из помещения за счет переотражения, актуальная на сегодняшний день задача. Энергосберегающие стекла – это стекла, которые с помощью нанесения тонкого металлического напыления превращаются в инфракрасные зеркала, т. е. зеркала, отражающие только инфракрасные (тепловые) лучи, не оказывая большего, чем обычное оконное стекло, сопротивления видимому свету. По-другому эти стекла называют селективными (отражающими только определенную часть диапазона электромагнитных волн), низкоэмиссионными (имеющими низкую излучательную способность) или теплосберегающими. Наносимое на стекло покрытие состоит из оксидов металлов или цветных металлов и содержит свободные электроны. За счет явлений электропроводности и интерференции такие стекла



получают возможность отражать только тепловое (инфракрасное) излучение. Энергосберегающие свойства таких стекол характеризуются излучательной способностью (эмиссией поверхности)  $E$ . Этот показатель для обычного оконного стекла равен 0,835, а у энергосберегающего стекла – 0,04. Внешне для человеческого глаза, нечувствительного к инфракрасному излучению, низкоэмиссионные стекла ничем не отличаются от обычного оконного стекла, но если провести опыт с огнем, то отличия будут видны.

В холодное время года энергосберегающее стекло в стеклопакете отражает тепловое излучение от нагревательных приборов обратно в помещение, что позволяет экономить на отоплении. Это свойство особенно оценят владельцы жилья с индивидуальным отоплением. В теплое время года энергосберегающее стекло отражает тепловое излучение солнца, позволяя сохранять комфортную температуру в помещении, экономя электроэнергию, расходуемую на кондиционирование.

В настоящее время для создания энергосберегающих стеклопакетов используется два типа стекол с различными видами покрытий: твердым (пиролитическим) покрытием – так называемое К-стекло и мягким (магнетронным) покрытием – И-стекло. Стекла с мягкими и твердыми покрытиями вместе составляют класс так называемых Low-E (Лоу-И) стекол, т. е. низкоэмиссионных стекол (Low-Emission). К-стекло – высококачественное флоат-стекло со стойким прозрачным «металлическим» покрытием (состоит из многих компонентов, в основном металлов).

Другими словами, покрытие пропускает коротковолновую солнечную энергию в помещение, но не пропускает наружу длинноволновое тепловое излучение, например, от отопительного прибора. По внешнему виду К-стекло похоже на обычное прозрачное стекло. В стеклопакетах может устанавливаться как в качестве внутреннего, так и наружного стекла. Первый способ позволяет сохранить тепло в помещении (минимизировать затраты на отопление, что как нельзя более актуально для суровых климатических зон России). Второй – позволяет уменьшить тепловой поток с улицы в помещение (очень подходящий способ установки для стран с жарким климатом). Включение К-стекла в состав стеклопакета позволяет значительно улучшить показатели его теплоизоляции. И-стекло. Мягкое покрытие на стекло наносится методом электромагнитного напыления, во время которого частицы оксидов металлов в вакуумной среде оседают на стекло. Преимущество данного

метода состоит в получении стекла, покрытого равномерным теплосберегающим слоем. Основным недостатком И-стекла является его пониженная абразивная стойкость по сравнению с К-стеклом, что представляет определенные неудобства при транспортировке и хранении. Достоинством И-стекла является то, что его теплоизоляционные характеристики значительно выше, чем у К-стекла. А вот цена, наоборот, ниже. Приведем сравнительную характеристику, выведем достоинства энергосберегающих стекол:

- стекла со специальным энергосберегающим покрытием препятствуют выходу тепла, что значительно экономит расход тепловой энергии (до 65%);

- стеклопакет с низкоэмиссионным покрытием сохраняет тепла больше, чем обычный двухкамерный;

- имеют высокие светопропускные характеристики, устойчивы к механическим воздействиям и изменениям погодных условий;

- при массовом производстве цена однокамерного стеклопакета с энергосберегающим стеклом в составе практически не отличается от цены двухкамерного с обычными стеклами. Так, при температуре за окном – 26 °С и температуре воздуха внутри помещения +20 °С, при наличии обычного стеклопакета температура на внутреннем стекле будет +5 °С, а при наличии стеклопакета с энергосберегающим стеклом температура на внутреннем стекле будет равна +14 °С. Таким образом, заменив привычный для нас двухкамерный стеклопакет с обычными стеклами, мы получим колоссальный эффект энергосбережения, который позволит снизить затраты на отопление помещения и электричество в десятки раз.

### Список литературы

1. Инновационные технологии в сфере ЖКХ [Электронный ресурс]. URL: <file:///C:/Users/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BA/Downloads/primenenie-energoberegayuschego-stekla-v-sfere-zhilischno-kommunalnogo-hozyaystva.pdf> (дата обращения: 9.09.2019).

2. Энергосберегающее низкоэмиссионное стекло [Электронный ресурс]. URL: <https://gisee.ru/articles/for-windows/20215/> (дата обращения: 9.09.2019).

## Энергосберегающая пленка

**Латышов А.Ю.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Перед жителями России зачастую встает проблема теплосбережения в помещениях, так как большая часть страны находится в зоне прохладного континентального климата.

По подсчетам специалистов, общие потери тепла могут достигать 60 процентов, причем 30 процентов тепла уходит через оконные стекла. Для того чтобы снизить до минимума теплопотерю в помещении, применяется специальная энергосберегающая пленка для окон.

Весь смысл заключается в том, что энергосберегающая пленка, благодаря своей структуре, отражает лучи в летнее время, предохраняя помещение от чрезмерного перегрева, и сохраняет тепло зимой, отражая лучи вовнутрь.

Многослойный композит, каждый слой которого, толщиной всего в несколько микрон, покрыт методом плазменного разряда в атмосфере аргона супертонким слоем металла или керамики.

Разработанная технология требует для проведения этой процедуры использование только драгоценных и редкоземельных металлов, которые, для придания при облучении пленке энергосберегающих свойств с обеих сторон, располагаются симметрично относительно среднего слоя.

Отражая достаточно высокий процент тепла (летом прорывающегося в помещение, а зимой – пытающегося покинуть его), пленка, благодаря вот такой структуре, экономит электроэнергию, регулируя температуру в помещении, причем, степень торможения ею дневного света совершенно мала и составляет менее 30%.

Основными характеристиками является многослойность. Прозрачность пленки достаточно высока, несмотря на несколько ее слоев: чтобы пленка приобрела светоотражающие и теплосберегающие свойства, для ее покрытия используют сплавы золота, серебра, хрома, никеля. Каждый слой пленки достаточно сверхтонкий, это положительно влияет на ее энергосберегающие свойства.

Состав волокон пленки таков, что зимой это – дополнительный теплоизоляционный материал, а летом – светоотражающая поверхность.

Имеются следующие положительные эффекты от установки энергосберегающих пленок: получение эффекта конфиденциальности – видимость стекла становится односторонней.

Проникновение электромагнитных и акустических каналов затрудняется; защита от проникновения теплового и ультрафиолетового излучения (от 30% до 90%), обеспечивающая сохранность предметов обстановки; повышение уровня безопасности стекла (при разбивании не разлетится на осколки); увеличение прочности стекла (создание в некоторой степени преграды для злоумышленников); уменьшение яркости света, являющегося утомительным для глаз, причиняющего массу неудобств и влияющего на степень работоспособности.

Принцип действия таков, что солнечное излучение состоит из различных составляющих. Оно включает в себя невидимые человеческому глазу инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, а также видимый спектр. Технология производства теплоотражающей пленки использует эти физические свойства света.

Благодаря микро-толщине создаваемых слоев достигается необходимый эффект преломления, что делает низко-эмиссионную пленку эффективным теплоизолятором. Множественные слои, из которых состоит материал, никак не ухудшают качества видимости, а коэффициент энергосбережения значительно увеличивается.

Соединению слоев помогает применяемый адгезив. Процесс производится при твердо установленных параметрах температуры и давления. Готовый материал не пропускает нежелательного солнечного излучения. Эти свойства делают теплоотражающую пленку максимально удобной и выгодной для нанесения на стекла окна.

Хотелось бы отметить, что энергосберегающая пленка – это изделие, позволяющее окну превратиться в своеобразный тепловой щит, организующий в помещении уютный и комфортный микроклимат, снижающий затраты на охлаждение воздуха летом и прогрев его зимой, экономящий финансы.

### **Список литературы**

1. Энергосберегающая пленка [Электронный ресурс]. URL: <https://solux-stroi.ru/energoberegayuschaya-plenka> (дата обращения: 11.09.2019).

2. Зачем нужны энергосберегающие пленки на окнах [Электронный ресурс]. URL: [http://тонировка.tv/news/energoberegayuwie\\_nizkoemissionnye\\_plenki/](http://тонировка.tv/news/energoberegayuwie_nizkoemissionnye_plenki/) (дата обращения: 11.09.2019)

## **Солнечные батареи их применение и конструкция**

**Герлингер О.А.** (студ. гр. УЖКХбд-41)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Солнечная батарея — объединение фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) — полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток, в отличие от солнечных коллекторов, производящих нагрев материала-теплоносителя.

Различные устройства, позволяющие преобразовывать солнечное излучение в тепловую и электрическую энергию, являются объектом исследования гелиоэнергетики. Производство фотоэлектрических элементов и солнечных коллекторов развивается в разных направлениях. Солнечные батареи бывают различного размера: от встраиваемых в микрокалькуляторы до занимающих крыши автомобилей и зданий.

Все чаще можно видеть дома, на скосах крыш которых красуются панели солнечных батарей. Эти панели выглядят настолько эстетично, что в некоторых местах их устанавливают перед домами в качестве декоративных украшений. Жильцы таких домов практически полностью обеспечивают себя электроэнергией.

Электричества, вырабатываемого батареями, вполне достаточно для того, чтобы освещать помещения, питать все электроприборы и технику: стиральные машины, холодильники, телевизоры, пылесосы. В холодное время года можно, не заботясь об экономии, включать электрообогрев дома. Мало того, электричества вырабатывается порой столько, что его излишки отдаются в общую электросеть, принося владельцам дополнительный доход, постепенно компенсирующий расходы на энергоперевооружение дома.

Специфика фермерских хозяйств такова, что под солнечные панели можно выделить значительно больше места, чем в городе. Помещения для содержания животных, птиц, как правило, имеют большие размеры, и на их крышах можно установить достаточно мощную конструкцию.

Электричество, вырабатываемое этими панелями, обеспечивает работу электродоильных аппаратов, поилок, сепараторов, смесителей, насосных станций. В инкубаторах поддерживается постоянная, заданная

температура, а также освещение. В молочных хозяйствах солнечные панели питают все приборы и механизмы, задействованные в процессе переработки молока, производства сыров, масла, других молочных продуктов.

В классическом виде такой источник электроэнергии будет состоять из следующих частей: непосредственно, солнечной батареи (генератора постоянного тока), аккумулятора с устройством контроля заряда и инвертора, который преобразует постоянный ток в переменный.

Солнечные батареи состоят из набора солнечных элементов (фотоэлектрических преобразователей), которые непосредственно преобразуют солнечную энергию в электрическую.

Большинство солнечных элементов производят из кремния, который имеет довольно высокую стоимость. Этот факт определяет высокую стоимость электрической энергии, которая получается при использовании солнечных батарей.

Распространены два вида фотоэлектрических преобразователей: сделанные из монокристаллического и поликристаллического кремния. Они отличаются технологией производства. Первые имеют КПД до 17,5%, а вторые – 15%.

Наиболее важным техническим параметром солнечной батареи, которая оказывает основное влияние на экономичность всей установки, является ее полезная мощность. Она определяется напряжением и выходным током. Эти параметры зависят от интенсивности солнечного света, попадающего на батарею.

#### **Список литературы**

1. Использование солнечных батарей в быту // <http://solarb.ru/ispolzovanie-solnechnykh-batarei-v-bytu>
2. Как устроены и работают солнечные батареи // <https://recyclemag.ru/article/kak-ustroeny-i-rabotajut-solnechnye-batarei>

# Тепловая изоляция и теплоизоляционные материалы

Герлингер О.А. (студ. гр. УЖКХ-41)  
Руковод. Ямлеева Э.У. (к.т.н. доцент)

Задача теплоизоляции зданий - снизить потери тепла в холодный период года и обеспечить относительное постоянство температуры в помещениях в течение суток при колебаниях температуры наружного воздуха. Применяя для тепловой изоляции эффективные теплоизоляционные материалы, можно существенно уменьшить толщину и снизить массу ограждающих конструкций и таким образом сократить расход основных стройматериалов (кирпича, цемента, стали и др.) и увеличить допустимые размеры сборных элементов.

Основные области применения теплоизоляционных материалов — изоляция ограждающих строительных конструкций, технологического оборудования (промышленных печей, тепловых агрегатов, холодильных камер и т. д.) и трубопроводов.

От качества изоляционной конструкции теплопровода зависят не только тепловые потери, но и его долговечность. При соответствующем качестве материалов и технологии изготовления тепловая изоляция может одновременно выполнять роль антикоррозийной защиты наружной поверхности стального трубопровода. К таким материалам, относятся полиуретан и производные на его основе - полимербетон и бион.

Основные требования к теплоизоляционным конструкциям заключается в следующем:

- низкая теплопроводность как в сухом состоянии так и в состоянии естественной влажности;
- малое водопоглощение и небольшая высота капиллярного подъема жидкой влаги;
- малая коррозионная активность;
- высокое электрическое сопротивление;
- щелочная реакция среды ( $pH > 8,5$ );
- достаточная механическая прочность.

Основными требованиями для теплоизоляционных материалов паропроводов электростанций и котельных являются низкая теплопроводность и высокая термостойкость. Такие материалы обычно характеризуются большим содержанием воздушных пор и малой

объемной плотностью. Последнее качество этих материалов предопределяет их повышенные гигроскопичность и водопоглощение.

Одно из основных требований к теплоизоляционным материалам для подземных теплопроводов заключается в малом водопоглощении. Поэтому высокоэффективные теплоизоляционные материалы с большим содержанием воздушных пор, легко впитывающие влагу из окружающего грунта, как правило, непригодны для подземных теплопроводов.

Различают жёсткие (плиты, блоки, кирпич, скорлупы, сегменты и др.), гибкие (маты, матрацы, жгуты, шнуры и др.), сыпучие (зернистые, порошкообразные) или волокнистые теплоизоляционные материалы. По виду основного сырья их подразделяют на органические, неорганические и смешанные.

Органические в свою очередь делятся на органические естественные и органические искусственные. К органическим естественным материалам относятся материалы, получаемые переработкой неделовой древесины и отходов деревообработки (древесноволокнистые плиты и древесностружечные плиты), сельскохозяйственных отходов (соломит, камышит и др.), торфа (торфоплиты) и др. местного органического сырья. Эти теплоизоляционные материалы, как правило, отличаются низкой водо- и биостойкостью. Указанных недостатков лишены органические искусственные материалы. Очень перспективными материалами этой подгруппы являются пенопласты, получаемые путем вспенивания синтетических смол. Пенопласты имеют мелкие замкнутые поры и этим отличаются от поропластов – тоже вспененных пластмасс, но имеющих соединяющиеся поры и поэтому неиспользуемые в качестве теплоизоляционных материалов. В зависимости от рецептуры и характера технологического процесса изготовления пенопласты могут быть жесткими, полужесткими и эластичными с порами необходимого размера; изделиям могут быть приданы желаемые свойства (например, уменьшена горючесть). Характерная особенность большинства органических теплоизоляционных материалов — низкая огнестойкость, поэтому их применяют обычно при температурах не выше 150 °С.

Более огнестойки материалы смешанного состава (фибrolит, арболит и др.), получаемые из смеси минерального вяжущего вещества и органического наполнителя (древесные стружки, опилки и т. п.).

Представителем подгруппы неорганических материалов является алюминиевая фольга (альфоль). Она применяется в виде



гофрированных листов, уложенных с образованием воздушных прослоек. Достоинством этого материала является высокая отражательная способность, уменьшающая лучистый теплообмен, что особенно заметно при высоких температурах. Другими представителями подгруппы неорганических материалов являются искусственные волокна: минеральная, шлаковая и стеклянная вата. Средняя толщина минеральной ваты 6-7 мкм, средний коэффициент теплопроводности  $\lambda=0,045$  Вт/(м\*К). Эти материалы не горючи, не проходимы для грызунов. Они имеют малую гигроскопичность (не более 2%), но большое водопоглощение (до 600%).

Лёгкие и ячеистые бетоны (главным образом газобетон и пенобетон), пеностекло, стеклянное волокно, изделия из вспученного перлита и др.

Неорганические материалы, используемые в качестве монтажных, изготавливают на основе асбеста (асбестовые картон, бумага, войлок), смесей асбеста и минеральных вяжущих веществ (асбестодиатомовые, асбестоизвестковокремнезёмистые, асбестоцементные изделия) и на основе вспученных горных пород (вермикулита, перлита).

Таким образом, имеется большое количество теплоизоляционных материалов, из которых может осуществляться выбор в зависимости от параметров и условий эксплуатации различных установок, нуждающихся в теплозащите.

#### **Список литературы**

1. Теплоизоляционные материалы. Выбор теплоизоляционных материалов// <http://www.builderclub.com/statia/teploizolyacionnye-materialy-vybor-teploizolyacionnyh-materialov>

2. Утеплители// <http://strport.ru/izolyatsionnye-materialy/utepliteli/teploizolyatsionnye-materialy-vidy-i-svoistva>

## Гидравлический удар

Катишин Д. А. (студ. гр. ТМбд-21),  
руковод. Пазушкина О. В. (к.т.н., доцент)

Общая протяженность подземных нефтебазы и водопроводов в Российской Федерации составляет около 17 млн км, при этом из-за постоянных интенсивных волновых (колебаний давления, гидроударов) и вибрационных процессов участки этих коммуникаций приходится постоянно ремонтировать и полностью заменять. При общей динамике аварийности, по оценкам экспертов, причинами разрыва трубопроводов являются:

- 60% случаев – гидроудары, перепады давления и вибрации;
- 25% – коррозионные процессы;
- 15% – природные явления и форс-мажорные обстоятельства.

### **Фазы развития гидроудара**

#### 1. Заполнение трубы

Под действием внешнего давления жидкость заполняет трубу, при этом в соответствии с законом Бернулли её давление несколько меньше давления неподвижной среды вне трубы.

#### 2. Встреча с препятствием

Жёсткая заглушка внезапно останавливает поток, который ударяется в неё. Однако практически вся жидкость в трубе ещё продолжает своё движение вперёд.

#### 3. Рост зоны повышенного давления

Головная часть потока остановилась, и её кинетическая энергия перешла в потенциальную энергию упругой деформации жидкости и стенок трубы, вызвав в этой области повышение давления. Но до «хвоста» потока это воздействие ещё не дошло, и там жидкость продолжает двигаться в прежнем направлении. Граница области повышенного давления (ударная волна) перемещается от заглушки к входу

#### 4. Максимум повышенного давления

Ударная волна достигла входа трубы и вышла в неподвижную среду. Поскольку внешняя среда неподвижна относительно стенок трубы, она уже не добавляет свою кинетическую энергию и не оказывает существенного сопротивления сжатой жидкости в трубе, и та начинает

двигаться из зоны повышенного давления наружу. Кроме того, в свободной среде стенки трубы уже не ограничивают и не «фокусируют» ударную волну, так что она распространяется во все стороны, быстро теряя силу.

#### 5. Начало обратного движения

Поскольку у входа в трубу давление относительно невысоко, сжатая жидкость двигается туда под действием повышенного давления внутри трубы. При этом потенциальная энергия упругой деформации снова превращается в кинетическую энергию, но движение уже направлено в обратную сторону. В результате граница зоны неподвижной жидкости под повышенным давлением перемещается от входа в трубу обратно к заглушке, оставляя у входа зону немного пониженного давления, в которой жидкость движется обратно к входу трубы.

#### 6. Окончание сжатия

В момент, когда граница зоны пониженного давления достигает заглушки, во всей трубе жидкость снова испытывает пониженное давление и движется обратно к входу со скоростью, равной скорости потока в трубе в фазе 2.

#### 7. Фаза разрежения (отрыва)

Двигаясь в сторону входа трубы, жидкость в силу инерции стремится оторваться от заглушки. Поэтому, если гидроудар был достаточно сильным, то возле заглушки образуется зона разрежения, где жидкость отсутствует и давление близко к нулю (именно вакуум, а не атмосферное давление). Однако жидкость, выходящая из трубы, движется не в пустоту, а в среду, представляющую собой ту же жидкость, только неподвижную.

### **Факторы, влияющие на силу гидроудара**

Эластичные стенки трубопровода значительно снижают силу гидроудара, достаточно легко увеличивая объём трубы или шланга в месте остановки жидкости. Если труба заполнена воздухом и по мере продвижения жидкости он не успевает покинуть трубу с нужной скоростью, это также способно предотвратить сильный гидроудар, поскольку в этом случае воздух играет роль пневматического амортизатора, в котором плавно повышается давление, и потому он оказывает всё большее сопротивление движению жидкости, постепенно замедляя её. Именно эти принципы использует большинство устройств для защиты трубопроводов от гидроударов.

Следует чётко понимать, что эти факторы лишь растягивают процесс гидроудара во времени, но общая энергия гидравлического удара при этом остаётся прежней. Однако за счёт увеличения времени процесса, снижается его мощность, а значит, и максимальное давление, и максимальное усилие, воздействующее на стенки трубы.

И, конечно, силу гидроудара снижает более плавное перекрытие потока и уменьшение рабочей скорости движения жидкости в трубе (если необходимо сохранить расход, то для этого придётся увеличить диаметр трубы – скорость уменьшится пропорционально увеличению площади её просвета).

Если же силу гидроудара надо увеличить, то тут рекомендации обратные – как можно более жёсткая (и прочная!) труба, как можно более резкое перекрытие потока и как можно больший разгон жидкости перед остановкой потока.

### **Вывод**

Достаточно большое количество аварий на предприятиях происходит вследствие гидравлического удара. Это физическое явление наносит огромный ущерб как деталям машин и техническим устройствам, так и целым системам. Практически определить причиной аварии гидравлический удар на 100% невозможно, но предупредить его реально.

### **Список литературы**

1. <https://nashaucheba.ru/v23810>. О сверхъединичности гидроударов.
2. <http://refleader.ru/jgeqasujjgemer.html>. Гидравлический удар и его механизм.
3. <https://www.bestreferat.ru/referat-194217.html>. Влияние гидравлического удара на надёжность работы СЭУ способы его предотвращения.



## **Способ подогрева обратной сетевой воды в котельных установках**

**Золин М.В.** (аспирант), **Морозов Д.С.** (бакалавр)  
руковод. **Пазушкина О.В.** (к.т.н., доцент)

Одной из актуальнейших проблем в сфере теплоэнергетики на протяжении многих лет остается надежная и экономичная эксплуатация оборудования тепловых электрических станций, систем теплоснабжения и котельных установок. В связи с этим поднимается вопрос о качественной обработке воды, что непосредственно влияет на экономичность работы теплоэнергетических установок. Для энергетических предприятий вода является основным теплоносителем, вследствие чего к ее содержанию предъявляются высокие требования.

Достаточно большое количество работ посвящено исследованию различных методов водоподготовки для теплоэнергетических предприятий [1 - 6].

Процесс водоподготовки состоит из нескольких этапов. Заключительным этапом обработки воды на ТЭС является термическая деаэрация – удаление из воды растворенных в ней коррозионно-активных газов.

В настоящее время существует значительное количество деаэрационных аппаратов. Соответственно, в зависимости от вида деаэратора процесс деаэрации протекает по-разному, что напрямую влияет на качество деаэрированной воды.

Технологии деаэрации воды существенно влияют на экономичность работы котельных установок, где также применяются термические деаэраторы. Рассмотрим котельную предприятия АО «АБИнбев-ЭФЕС» в г. Ульяновск.

Конструктивная схема деаэрационной установки австрийской фирмы LOOS (рис. 1) содержит атмосферный деаэратор TDM50, к которому подключены: трубопровод подвода химически очищенной воды В1.1, трубопровод подвода конденсата с производства Т7, трубопровод

подвода греющего агента Т8, трубопровод отвода пара Т98 и трубопроводы отвода деаэрированной воды Т91.

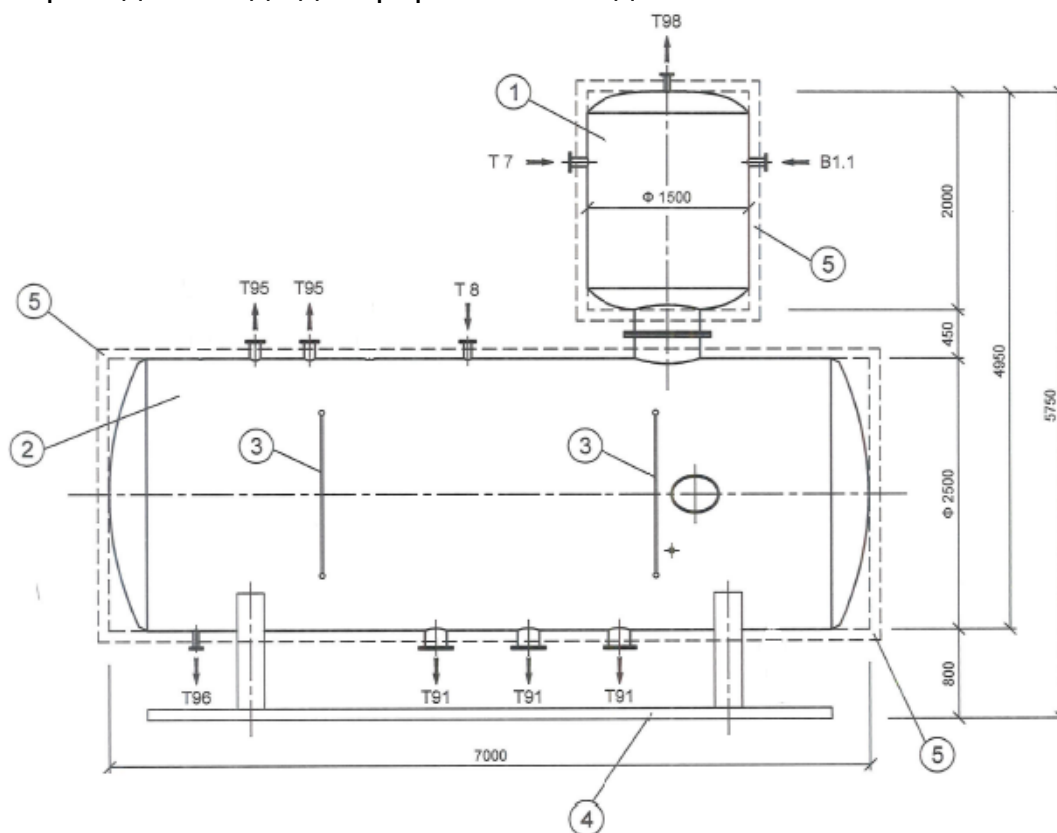


Рис. 1. Конструктивная деаэрационной установки LOOS:

1 – деаэратор атмосферный TDM50; 2 – бак-аккумулятор; 3 – водоуказательные стекла; 4 – опорная рама; 5 – тепловая изоляция; В1.1 - трубопровод подвода химически очищенной воды; Т7 – трубопровод подвод конденсата с производства; Т8 – трубопровод подвода греющего агента (пара); Т91 – трубопроводы отвода деаэрированной воды; Т95 – предохранительные клапана; Т96 – резервный кран (слив); Т98 – трубопровод отвода пара.

Рассматривая схему включения деаэратора TDM50 (рис. 2), необходимо подчеркнуть, что процесс деаэрации в котельной установке на данном предприятии осуществляется по достаточно распространенной схеме, где по трубопроводу 6 отвода пара с включенным в него охладителем 7 пара часть пара, отводимого из атмосферного деаэратора 1, подается в охладитель 7 пара, а оставшаяся часть удаляется в атмосферу.

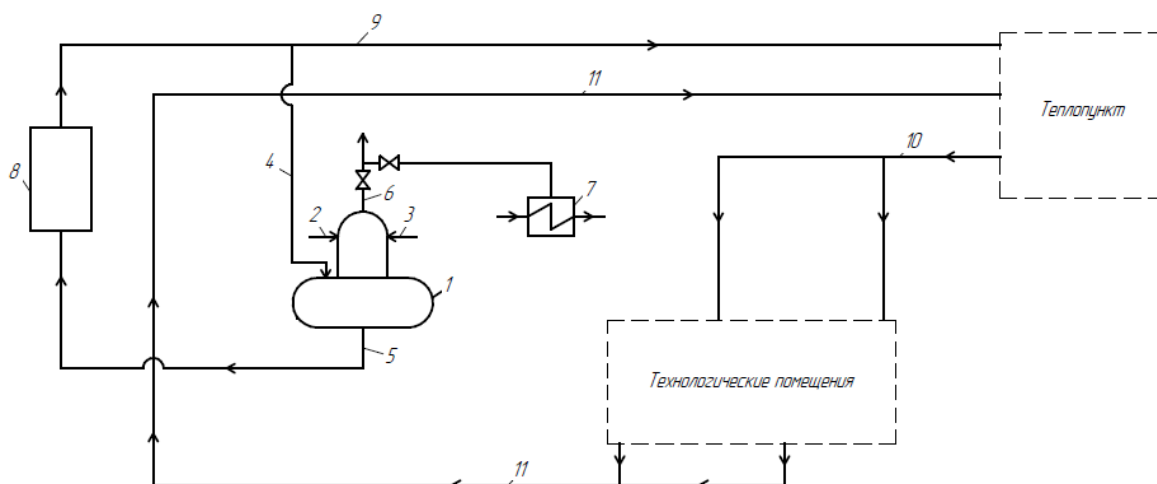


Рис. 2. Действующая схема включения деаэрационной установки LOOS:

1 – деаэратор атмосферный TDM50, 2 – трубопровод подвода конденсата с производства, 3 – трубопровод подвода химически очищенной воды, 4 – трубопровод подвода греющего агента, 5 – трубопровод отвода деаэрированной воды, 6 – трубопровод отвода выпара, 7 – охладитель выпара, 8 – котел, 9 – паропровод, 10 – трубопровод подачи сетевой воды, 11 – трубопровод обратной сетевой воды.

Рассмотрим принцип работы данной схемы (рис. 2).

Конденсат с производства и химически очищенная вода поступают по трубопроводам 2 и 3 в верхнюю часть деаэратора 1 на распределительную тарелку, с которой отдельными и равномерными струйками распределяется по всему сечению деаэраторной колонки и стекает вниз последовательно через ряд расположенных одна под другой промежуточных тарелок с мелкими отверстиями. Пар для подогрева воды вводится в деаэратор 1 по трубопроводу 4 в бак-аккумулятор под водяную завесу, образующуюся при стекании воды с тарелки на тарелку, и, расходясь по всему сечению колонки, поднимается вверх навстречу деаэрируемой воды, нагревая ее до температуры кипения 104-106 °С. При этой температуре коррозионно-агрессивные газы выделяются из воды и вместе с остатком несконденсировавшегося пара удаляются через трубопровод отвода выпара 6, расположенного в верхней части деаэрационной колонки, непосредственно в атмосферу и в охладитель 7 выпара, а из него – в атмосферу. Освобожденная от газов и подогретая вода стекает в бак-аккумулятор, откуда направляется по трубопроводу 5 деаэрированной воды в котел 8. Далее, котел 8 вырабатывает пар, который по паропроводу 9 подается в теплопункт, где происходит подогрев сетевой воды. Сетевая вода, в свою очередь, обеспечивает



теплоснабжение всей котельной, циркулируя по подающему 10 и обратному 11 трубопроводам.

Необходимо отметить, что недостаток данной схемы заключается в том, что деаэрационная установка имеет большие потери теплоты в связи с тем, что выпар атмосферного деаэратора после охладителя выпара удаляется в атмосферу, что значительно снижает экономичность и эффективность котельной установки.

Для исключения этого недостатка была подана заявка на полезную модель и предложена схема деаэрационной установки, позволяющая повысить экономичность котельной установки (рис. 3).

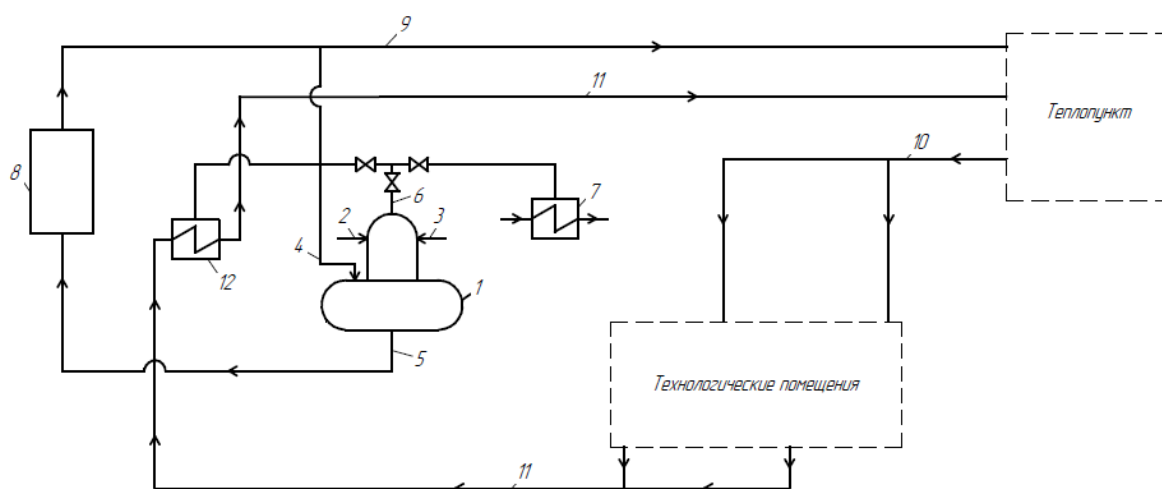


Рис. 3. Усовершенствованная схема включения деаэрационной установки:  
 1 – деаэратор атмосферный, 2 – трубопровод подвода конденсата с производства, 3 – трубопровод подвода химически очищенной воды, 4 – трубопровод подвода греющего агента, 5 – трубопровод отвода деаэрированной воды, 6 – трубопровод отвода выпара, 7 – охладитель выпара, 8 - котел, 9 - паропровод, 10 – трубопровод подачи сетевой воды, 11 – трубопровод обратной сетевой воды, 12 – теплообменник

Особенность заключается в том, что к трубопроводу отвода выпара помимо охладителя выпара подключен теплообменник, к которому также подключен трубопровод обратной сетевой воды

Далее рассмотрим сведения, подтверждающие возможность осуществления заявленной полезной модели с обеспечением решения искомой технической проблемы (рис. 3)

Деаэрационная установка работает следующим образом.

В атмосферный деаэратор 1 по трубопроводу 2 подвода конденсата с производства и по трубопроводу 3 химически очищенной воды подается исходная вода на деаэрацию. По трубопроводу 4 греющего агента,

включенного в паропровод 9, подводится пар, вырабатываемый котлом 8. По трубопроводу 5 отвода деаэрированной воды из атмосферного деаэратора 1 отводится деаэрированная добавочная питательная вода котлов котельной установки, направляемая в котел 8. По трубопроводу 6 отвода выпара из атмосферного деаэратора 1 отводится образующийся в результате процесса деаэрации выпар, незначительная часть которого поступает в охладитель 7 выпара, а большая часть выпара поступает в теплообменник 12, который по греющей среде включен в трубопровод 11 обратной сетевой воды. Сетевая вода, циркулирующая в системе отопления котельной установки, из тепlopункта по трубопроводу 10 подачи сетевой воды подается в технологические помещения, откуда по трубопроводу 11 обратной сетевой воды поступает в теплообменник 12. В теплообменнике 12 за счет подачи по трубопроводу 6 отвода выпара значительного количества выпара, отводимого из атмосферного деаэратора 1, происходит подогрев обратной сетевой воды. Далее по трубопроводу 11 обратной сетевой воды сетевая вода, предварительно подогретая в теплообменнике 12, направляется обратно в тепlopункт.

Необходимо пояснить, что в котельных установках, в которых тепlopункт оборудован системами автоматики, и регулирование подачи пара на отопление осуществляется автоматически в зависимости от температуры обратной сетевой воды, будет достигаться значительная экономия пара, подаваемого в тепlopункт, за счет увеличения температуры обратной сетевой воды. Особенно это актуально в отопительный период, когда расход пара на тепlopункт достаточно большой.

Также, важно отметить, что максимальная эффективность схемы деаэрационной установки (рис. 3) будет достигаться при минимальном расстоянии между атмосферным деаэратором 1 и тепlopунктом, так как в этом случае потери теплоты в трубопроводе 11 обратной сетевой воды будут минимальны. В результате реализуется двухступенчатый подогрев сетевой воды в системе отопления котельной установки, где в качестве основной ступени подогрева выступает сам тепlopункт, а в качестве дополнительной ступени – теплообменник 12, подогреваемый обратную сетевую воду с помощью выпара, отводимого из атмосферного деаэратора 1. Это позволяет исключить традиционно применяемый в таких схемах сброс выпара деаэратора в атмосферу и, тем самым, исключить потери теплоты в атмосферном деаэраторе 1.

Оценивая целесообразность применения предложенной схемы (рис. 3) применительно к предприятию АО «АБИнбев-ЭФЕС» в г. Ульяновск», где теплопункт оборудован системами автоматики и регулирование подачи пара на отопление осуществляется автоматически в зависимости от температуры обратной сетевой воды, необходимо учесть следующие сведения, полученные от персонала данного предприятия:

- температура выпара атмосферного деаэрата TDM50 постоянна и составляет 93-94 °С;

- в зимний период 2019 г. (холодная зима в г. Ульяновск) при наиболее экономичном режиме, когда многие ответвления системы отопления и вентиляции отключены, расход пара на атмосферный деаэрат TDM50 составил от 6 до 13 т/сут, а расход пара на теплопункт 2-6 т/сут;

- в зимний период 2020 г. (теплая зима в г. Ульяновск) также при наиболее экономичном режиме расход пара на атмосферный деаэрат TDM50 составил также 6-13 т/сут, а расход пара на теплопункт значительно снизился и составил 1-2 т/сут.

Следовательно, по предварительным подсчетам в периоды теплых зим на данном предприятии при минимальных нагрузках котельной установки подогрев обратной сетевой воды в теплообменнике 12 с помощью выпара атмосферного деаэрата 1 может выступать в качестве основной ступени подогрева. Например, если температура обратной сетевой воды данной котельной установки после подогрева в теплообменнике 12 будет достаточно высокой, то благодаря системам автоматики подача пара в теплопункт не будет осуществляться, в результате чего теплопункт будет работать в режиме сетевого насоса без подогрева обратной сетевой воды. В противном случае, если подогрев обратной сетевой воды в теплообменнике 12 будет недостаточно, то теплопункт будет работать в своем нормальном режиме, подогревая сетевую воду.

В дальнейшем планируется провести расчет котельного оборудования и эксперимент на АО «АБИнбев-ЭФЕС» в г. Ульяновск с установкой теплообменника 12 согласно рис. 3.

#### **Выводы:**

1. Разработано новое техническое решение, позволяющее исключить потери теплоты, удаляемой с выпаром атмосферного

деаэратора в атмосферу, повысить экономичность и эффективность котельной установки за счет подогрева обратной сетевой воды.

2. По предварительным подсчетам в периоды теплых зим на предприятии АО «Пивоварня Москва-Эфес» при минимальных нагрузках котельной установки подогрев обратной сетевой воды в теплообменнике с помощью выпара атмосферного деаэратора может выступать в качестве основной или дополнительной ступени подогрева.

#### **Список источников**

1. Лаптев А.Г., Лаптева Е.А., Шагиева Г.К. Эффективность очистки воды от растворенных газов при слабом и сильном взаимодействии фаз в пленочных аппаратах // Теплоэнергетика. 2018. № 4. С. 65-71.

2. Мошкарин, А.В., Виноградов, В.Н., Ледуховский, Г.В. Экспериментальное исследование и моделирование технологических процессов атмосферной струйно-барботажной деаэрации воды / А.В. Мошкарин, В.Н. Виноградов, Г.В. Ледуховский // Теплоэнергетика. - 2010. - № 8. - С. 21-25.

3. Шаратов В.И. Актуальные проблемы использования вакуумных деаэраторов в открытых системах теплоснабжения // Теплоэнергетика, 1994. № 8. С. 53–57.

4. Шаратов В.И. О предотвращении внутренней коррозии теплосети в закрытых системах теплоснабжения // Теплоэнергетика. 1998. № 4. С. 16-19.

5. Шаратов В.И. Актуальные проблемы использования вакуумных деаэраторов в открытых системах теплоснабжения // Теплоэнергетика, 1994. № 8. С. 53–57.

6. Шаратов В.И., Пазушкина О.В., Золин М.В. Энергоэффективная схема включения вакуумного деаэратора в систему регенерации теплофикационной турбоустановки // С.О.К. 2019 № 6. С. 36-39.

## Особенности энергосбережения в системах холодоснабжения

**Топал Д.А.** Первый заместитель Главы Администрации «Инзенский район». **Ключников С.В.** Начальник Управления жилищно-коммунального хозяйства, топливно-энергетического комплекса Администрации «Инзенский район» (студ. гр. УЖКХмд-22)

руковод. **Кузьмин А.В.** (к.т.н., доцент)

Искусственное охлаждение широко используется в различных отраслях промышленности. Следует особо отметить химическую и пищевую промышленность, где расходы на электроснабжение систем холодоснабжения находятся в пределах 20÷50% от общего потребления электроэнергии. Достаточно большое количество электроэнергии расходуется в системах кондиционирования воздуха таких объектов, как выставки, офисы крупных компаний, кинотеатры, искусственные катки т.д. Вопросы рационального использования электроэнергии в системах холодоснабжения имеют большое значение не только с точки зрения финансовых затрат на предприятиях, но и повышения себестоимости выпускаемой продукции [1].

Внедрение энергосберегающей технологии нередко сопряжено с дополнительными капитальными затратами в строительство и смежные отрасли промышленности, с освоением новых видов материалов и изделий. Поэтому в первую очередь надо применять способы и средства энергосбережения на объектах, где достигается наибольший теплотехнический и экономический эффект при минимальных дополнительных капитальных вложениях.

Ниже кратко рассмотрены некоторые способы и средства энергосбережения в системах кондиционирования воздуха (СКВ).

### *1. Применение инверторных систем кондиционирования*

Инвертор можно коротко охарактеризовать как «компрессор переменной мощности». То есть — компрессор, меняющий свою мощность в зависимости от условий работы кондиционера. Если теплопритоки в помещении увеличиваются – компрессор увеличивает обороты и соответственно – кондиционер начинает вырабатывать больше холода. А если теплопритоки минимальны – то и компрессор переходит в режим работы с минимальными оборотами. Таким образом

инверторные кондиционеры и регулирует температуру в помещении, поддерживая её на нужной отметке.

Чем инверторные кондиционеры отличаются от не инверторных?

Обычный, не инверторный кондиционер поддерживает температуру иначе: он включается, и на постоянной скорости вращения, выдаёт холод, доводя температуру в помещении до нужной. После этого, выключает компрессор. А когда температура в помещении увеличится естественным образом на 4-5 градусов, компрессор снова запускается по команде датчика температуры, и кондиционер снова понижает температуру помещения до заданной на пульте управления.

Преимущества инверторных кондиционеров

Во-первых, как уже понятно, инверторные кондиционеры более «чутко» поддерживают температуру в помещении. Погрешность составляет, как правило 0,5 градуса, против 4-5 у классических сплит-систем.

Во-вторых, потребляют меньше электроэнергии чем их классические «собратья». Экономия, у разных моделей, в среднем составляет 20-30%.

В-третьих, из-за того, что обычные компрессоры начинают работу каждый раз, когда компрессорное масло уже стекло в картер компрессора, износ их увеличен по сравнению с инверторными кондиционерами, компрессоры которых работают постоянно смазываясь. Да и «трущихся» частей в компрессоре инверторного кондиционера намного меньше. То есть ресурс — выше!

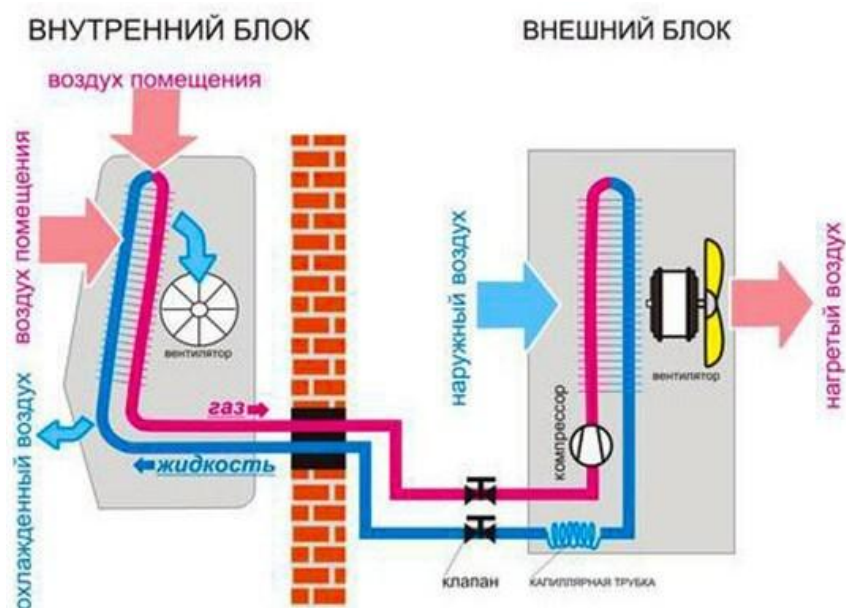


Рис.1. Принцип работ инверторного кондиционера

## *2. Использование частотного управления двигателем компрессора и вентилятора*

Система основывает свое действие на изменение частоты вращения двигателей вентиляторов и компрессора в холодильных машинах, при уменьшении энергопотребления. Обычные холодильные агрегаты основывают свое действие на переменной работе компрессоров и вентиляторов, т.е. как только система достигает необходимых параметров холодоносителя, происходит отключение электродвигателей, и последующее их включение по мере необходимости. Подобная работа не только увеличивает энергопотребление системы, но и значительно снижает ресурс деталей. Применение частотного преобразователя позволяет значительно улучшить ситуацию, поскольку подобная система получает более плавную регулировку, уменьшает время реагирования и увеличивает срок службы оборудования.

## *3. Применение системы «free cooling»*

Данная система представляет собой дополнительный режим естественного свободного охлаждения, использующийся в системах кондиционирования. Принцип работы данной системы заключается в непосредственном использовании холодного воздуха в осенне-зимний период для охлаждения помещений и технологического оборудования. Для этого система кондиционирования с чиллером дополняется отдельным контуром охлаждения с незамерзающей жидкостью (водным раствором незамерзающей жидкости). Данный режим позволяет сократить время работы компрессора, являющегося основным потребителем электроэнергии в подобных системах [2].

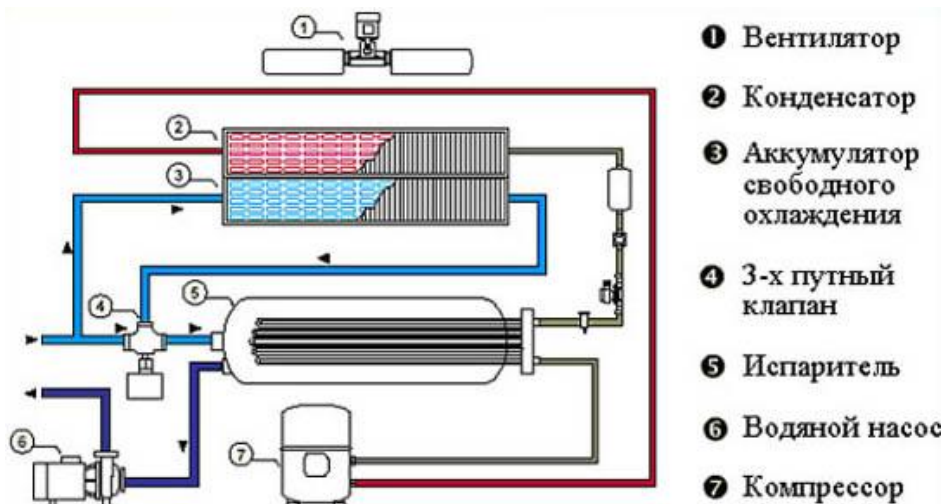


Рис.2. Система холодильной системы.

Таким образом, современное стремление к энергосбережению не является частью человеческой прихоти. Подобные технологии призваны, в первую очередь, свести к минимуму стоимость эксплуатации систем кондиционирования воздуха. Снижение затрат на поддержание микроклимата помещений позволяет не только повысить уровень жизни населения, но и увеличить конкурентоспособность промышленных предприятий за счет перенаправления образовавшихся свободных средств на более важные нужды.

### Список литературы

1. Справочник / Под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина — 2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1991.— 588 с. (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 4).
2. Карпис Е.Е. Повышение эффективности работы систем кондиционирования воздуха. М., Стройиздат, 1977.



## **Использование абсорбционных холодильных машин для регулирования температуры циклового воздуха**

**Нарышкина К.С.** (студ. гр. ТГмд-21)

**Хусаинова Д.Ф.** (студ. гр. ТГмд-11)

руковод. **Замалеев М.М.** (к.т.н., доцент)

Абсорбционная холодильная машина - пароконденсационная холодильная установка. В этой установке хладагент испаряется за счет его поглощения (абсорбции) абсорбентом. Процесс испарения происходит с поглощением теплоты. Затем пары хладагента за счет нагрева (внешним источником тепловой энергии) выделяются из абсорбента и поступают в конденсатор, где за счет повышенного давления конденсируются.

АБХМ бывают прямого и непрямого нагрева, одноступенчатые, двухступенчатые и трехступенчатые. В машинах прямого нагрева источником тепла может быть газ или другое топливо, сжигаемое непосредственно в установке. В машинах непрямого нагрева используется пар или другой теплоноситель, посредством которого теплота переносится от источника. В качестве источника может выступать бойлер, или, например, использоваться тепловая энергия, являющаяся побочным продуктом технологического процесса. Кроме того, существуют комбинированные (гибридные) системы, в состав которых входят АБХМ и когенераторные установки на природном газе, обеспечивающие выработку тепловой и электрической энергии; использование гибридных установок позволяет оптимизировать нагрузку на систему энергоснабжения и обеспечить экономию энергетических ресурсов.

Существуют бромистолитиевые или аммиачные АБХМ. В бромистолитиевых АБХМ в качестве хлад-агента используется вода, а в качестве абсорбента - бромид лития LiBr. В аммиачных АБХМ в качестве хладагента используется аммиак NH<sub>3</sub>, а в качестве абсорбента - вода. В настоящее время наибольшее распространение получили бромистолитиевые АБХМ [1, с. 24].

Компонент системы, поглощаемый абсорбентом в процессе абсорбции, носит название абсорбат. Соответственно, абсорбент - жидкая фаза, поглощающая абсорбат в процессе абсорбции.

Системы охлаждения, работающие на природном газе, обеспечивают более полное использование топливных ресурсов, чем сопоставимые системы охлаждения, потребляющие электрическую энергию. Типичный процесс производства электрической энергии предполагает при выработке и транспортировке потери примерно 65–75 % топливных ресурсов. В то же время в газоиспользующих системах теряется всего 5–10 % топлива. Утилизация сбросной тепловой энергии еще более увеличивает рентабельность АБХМ.

В 2010 г. ОАО «ЛУКОЙЛ» с помощью специалистов ООО «Р-Инжиниринг» исследовало перспективы применения АБХМ на своих ТЭЦ на Юге России. В частности, был рассмотрен вариант применения АБХМ для охлаждения всасываемого воздуха на ГТУ типа LM-6000PF с целью снижения ограничений мощности на ПГУ-110 ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» в летний период.

Проблема ограничений электрической мощности особенно остра для владельцев новых электростанций, построенных по договорам о предоставлении мощности. Она вдвойне актуальна в случае, если ГТУ построены на базе авиатурбин (т. н. аэродеривационных), у которых с увеличением температуры наружного воздуха мощность снижается особенно резко. Например, уже при +30 градусов Цельсия она может упасть на 30% от номинальной. Между тем ПГУ-110 ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» – как раз объект ДПМ, расположенный в одном из самых жарких регионов России и включающий аэродеривационные турбины GE LM6000PF.

Оптимальный источник тепла для АБХМ – это поток химически очищенной воды с температурой до 95 градусов Цельсия, которая нагревается конденсатом из замкнутого контура газового водяного подогревателя (ГВП) котла-утилизатора. При этом используется бросовое тепло уходящих газов.

Была разработана схема присоединения всех трёх контуров АБХМ – теплоносителя, хладагента и охладителя – к станционным коммуникациям [2, с. 15].

Для выбора оптимального режима охлаждения воздуха в ПГУ-110 было исследовано несколько расчётных схем для АБХМ с холодильной мощностью от 2000 до 7730 кВт. Выяснилось, что наибольший экономический эффект для климатических условий Астрахани даёт одновременное применение системы Sprint и АБХМ мощностью 3800 кВт [3, с. 44]. Такой вариант обеспечивает оптимальное соотношение

дополнительного дохода от продажи электроэнергии и капитальных затрат. Также было учтено, что часть холода, подводимого к потоку циклового воздуха, будет тратиться на конденсацию содержащихся в нём водяных паров.

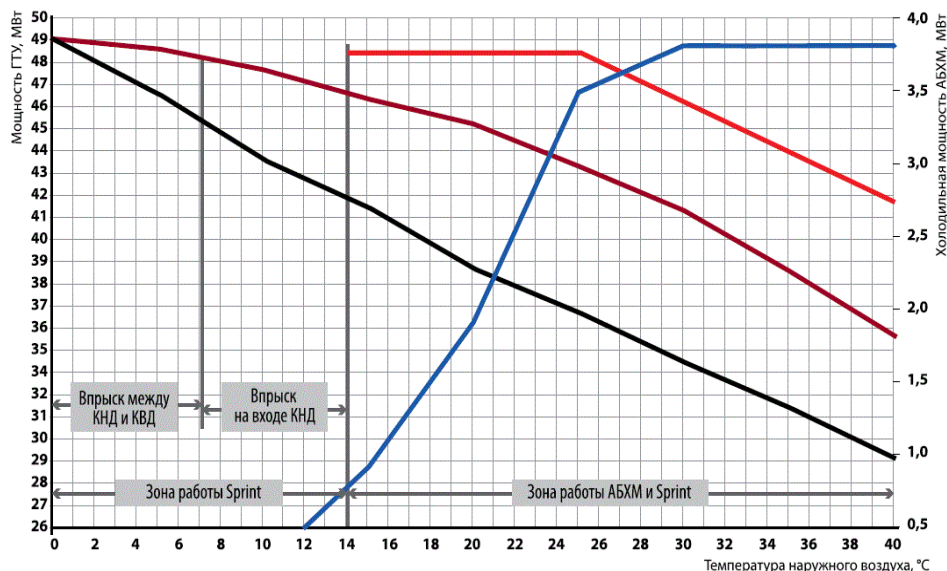


Рис. 1. Зависимость мощности ГТУ LM-6000PF и АБХМ от температуры наружного воздуха

На графике представлены номинальные нагрузочные характеристики ГТУ LM-6000PF с системой Sprint (бордовая линия) и без неё (чёрная) при влажности 60%. Итоговая характеристика, которая ожидается при применении АБХМ мощностью 3,8 МВт одновременно с системой Sprint начиная с 14 градусов Цельсия, показана красным цветом. Холодильная мощность АБХМ (правая вертикальная ось) изображена синей линией.

Действие абсорбционной холодильной машины основано на простом принципе: при понижении абсолютного давления снижается температура кипения воды.

Абсорбционная холодильная машина по своему устройству значительно отличается от компрессионной. В ней отсутствует компрессор, а кроме хладагента в ее системе циркулирует также жидкость, называемая абсорбентом. Абсорбентом являются жидкости, обладающие хорошей поглотительной способностью хладагента.

### Список литературы

1. Бараненко А.В. Холодильные машины / Бараненко А. В., Бухарин Н. Н., Пекарев В. И., Тимофеевский Л. С.; Под общ. ред. Л. С. Тимофеевского // — СПб.: Политехника, 2006г. – 133 с.
2. Романюк, В.Н. Абсорбционные тепловые насосы в тепловой схеме ТЭЦ для

повышения ее энергетической эффективности / В.Н. Романюк, Д.Б. Муслина, А.А. Бобич и др. // Энергия и Менеджмент. – 2013. – № 1 (70). – С. 14–19.

3. Шилкин Н.В. Абсорбционные холодильные машины // АВОК. 2008. №1.– С. 41-46.

## Определение объемов потребления и стоимости услуг от крышной газовой котельной

Уразаев Э.Р. (студент гр. УЖКХмд-22)  
руковод. Ротова М.А. (к.т.н. доцент)

Важной частью процесса обеспечения потребителей коммунальными услугами является определение объемов потребления и стоимости потребленных услуг. В домах, оборудованных крышными газовыми котельными, данный процесс осложнён несколькими факторами:

Отсутствие четкого законодательного регулирования в данном вопросе.

При помощи котельного оборудования происходит приготовление сразу двух коммунальных услуг: отопления и горячего водоснабжения.

Правилами предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов, утвержденных Постановлением Правительства РФ [1] данный вопрос не урегулирован. Лишь в п.54 указанных выше Правил сказано, что: «В случае самостоятельного производства исполнителем коммунальной услуги по отоплению и (или) горячему водоснабжению (при отсутствии централизованных теплоснабжения и (или) горячего водоснабжения) с использованием оборудования, входящего в состав общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, расчет размера платы для потребителей за такую коммунальную услугу осуществляется исполнителем исходя из объема коммунального ресурса (или ресурсов), использованного в течение расчетного периода при производстве коммунальной услуги по отоплению и (или) горячему водоснабжению (далее - использованный при производстве коммунальный ресурс), и тарифа (цены) на использованный при производстве коммунальный ресурс...»

В результате многие организации при расчетах с потребителями, пользуются следующей схемой расчетов:

В межотопительный период стоимость всех потраченных ресурсов (природный газ, холодная вода, электроэнергия) относится на стоимость горячей воды, что логично, так как услуга отопления в этот период не предоставляется, а, следовательно, нет связанного с ней потребления

ресурсов. Расчет стоимости строится на объемах потребления горячего водоснабжения (ГВС) собственниками, заявленного ими по показаниям индивидуальных приборов учета, или в результате нормативного расчета при их отсутствии.

В отопительный период горячую воду абонируют по цене холодной, а все затраты газа и электрической энергии учитывают в стоимости отопления.

На наш взгляд такой подход является недопустимым. Это связано с тем, что ГВС тарифицируется потребленными кубами, а плата за отопление распределяется пропорционально площади помещений.

Так, если в однокомнатной квартире проживают и пользуются услугами 4 человека, а в трехкомнатной квартире проживает 1 человек, то при оплате услуги отопления он также будет компенсировать часть газа, потраченного на подогрев воды на нужды ГВС, потребленного его соседями.

Кроме того, данный порядок расчетов стимулирует потребителей не передавать показания индивидуальных приборов учета в межотопительный период. В результате стоимость горячей воды растет скачкообразно.

Кроме того, существует также проблема, связанная с неодновременностью снятия и передачи показаний индивидуальных приборов учета и общедомовых. Так, собственники в основном производят передачу показаний своих приборов учета в срок с 1 по 25 число месяца, следующего за расчетным (основная масса, до 50% показаний, в период с 10 по 20 число). В то время как снятие показаний общедомовых приборов учета происходят с 22 по 28 число. В результате отнесение затрат к объемам потребления не всегда корректно.

Стоит также отметить, что ряд собственников осознанно занижают показания приборов учёта. При этом законодательством предусмотрено контрольное снятие показаний, но не чаще 1 раза в 6 месяцев. И чаще всего при проведении контрольных снятий эти собственники стараются уклониться от данной процедуры.

Отсутствие индивидуальными приборами учета в ряде квартир также негативно сказывается на точности расчетов, так как определение объемов потребления по ним происходит на основе нормы потребления на человека в месяц. Фактическое же количество пользователей услугами может отличаться от количества зарегистрированных граждан, и, как правило, в большую сторону.

Решением большинства озвученных проблем является:

1. Осуществление расчета стоимости горячего водоснабжения в отопительный период на основании средних удельных расходов ресурсов, используемых для приготовления горячей воды(природного газа, холодной воды, электроэнергии) рассчитанных за межотопительный период для каждого многоквартирного жилого дома. Данный расчет позволит более корректно определить затраты для приготовления каждой из коммунальных услуг, а следовательно и более точно определить размер платы, за пользование ими.

2. Оснащение индивидуальных и общедомовых приборов учета системой дистанционного снятия показаний для единовременного учета потребленных ресурсов.

Был проведен анализ фактических показателей работы крышной газовой котельной, расположенной по адресу г.Ульяновск ул. Скочилова д. 9 за 2019г.

Пользуясь методикой расчета, при которой в отопительный период стоимость горячей воды принимается по цене холодной, была рассчитана стоимость услуг (отопление и ГВС) ежемесячно. Объемы горячей воды были рассчитаны на основе сданных показаний индивидуальных приборов учета, средних расходов потребления по приборам учета, по которым не были переданы показания, нормативам потребления услуги горячего водоснабжения по квартирам, не оборудованным индивидуальными приборами учета, или с истекшими сроками поверки указанных приборов.

Также был проведен расчета стоимости услуг по методике, основанной на вычислении средних удельных расходов.

Сравним, каким образом изменится плата за услуги горячего водоснабжения и отопления для двух условных квартир, при использовании различных методик расчета.

Исходные данные	Количество зарегистрированных жителей	Площадь	Объем потребления ГВС в месяц
Квартира 1	1	80	2
Квартира 2	3	45	6

При расчетах по первой методике размер платы будет выглядеть следующим образом:

1 методика	Тариф, руб/м <sup>2</sup> (отопление), руб/м <sup>3</sup> (ГВС)	Квартира 1	Квартира 2
Отопление	17,13	1 370,39	770,84
ГВС	24,53	49,06	147,18
<b>Итого</b>		<b>1 419,45</b>	<b>918,02</b>

По второй методике:

2 методика	Тариф, руб/м <sup>2</sup> (отопление), руб/м <sup>3</sup> (ГВС)	Квартира 1	Квартира 2
Отопление	11,81	944,80	531,45
ГВС	127,28	254,56	763,68
<b>Итого</b>		<b>1 199,36</b>	<b>1 295,13</b>

На примере 1 квартиры видно, что изменение размера платы составляет 220,09 руб. или 18,35% от общего размера платы за услуги отопления и горячего водоснабжения. При этом тенденция сохраняется и даже увеличивается, в случае применения в помещениях большей площади энергосберегающих мероприятий или отсутствия потребления ГВС.

#### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 N 354 (ред. от 13.07.2019, с изм. от 02.04.2020) "О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов".



# Анализ энергетической эффективности реализации разработанного технического решения по обеспечению нормативных параметров микроклимата в многоквартирных жилых домах

Кузнецов Р.О. (студ. гр. ТГмд-11),  
руковод. Марченко А.В. (к.т.н., доцент)

На этапе быстрого и современного строительства многоквартирных жилых зданий, проектировщиками традиционно применяются системы естественной общеобменной вытяжной вентиляции, работающие за счет разности давлений наружного и внутреннего воздуха. Несмотря на широкое применение данных систем вентиляции, они имеют ряд серьезных недостатков, таких как полная зависимость работы систем от погодных условий, невозможность контроля и управления расходом воздуха, остановка циркуляции воздуха в теплый период года, что приводит к скоплению влаги и аллергенов внутри жилых помещений [1].

Частично снизить влияние погодных факторов на работу систем естественной вентиляции способны дефлекторы. Одним из наиболее эффективных дефлекторов является турбодефлектор (рис. 1). При воздействии ветра на активную крыльчатку турбодефлектора, происходит её вращение. В результате вращения крыльчатки в вытяжном канале образуется разрежение, что усиливает тягу воздушного потока [2]. Но также, как и любой другой дефлектор, турбодефлектор становится бесполезным при отсутствии ветра.

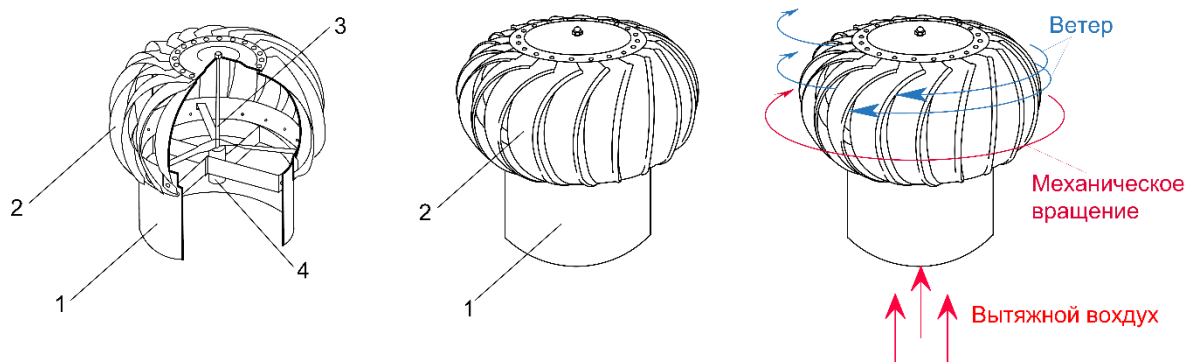


Рис. 1. Общий вид и принцип работы турбодефлектора:  
1 – вытяжной патрубок; 2 – активная крыльчатка; 3 – шток активной крыльчатки;  
4 – узел вращения

Для решения проблем с естественной вентиляцией в многоквартирных жилых зданиях, авторами, на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» Ульяновского государственного технического университета, разработано новое энергетически и экономически эффективное решение по применению гибридной вентиляции в сфере ЖКХ (рис.2), получившее патент № 183910 (RU) [3].

Техническое решение направлено на использование полезной механической энергии вращения крыльчатки для преобразования в электроэнергию. Накопление электроэнергии направлено на принудительное вращение активной крыльчатки в безветренный период времени. Тем самым обеспечивается постоянная вентиляция помещений. Система гибридной вентиляции работает следующим образом. При воздействии ветра на активную крыльчатку турбодефлектора, механическая энергия вращения крыльчатки и штока передаётся на редуктор 1 для повышения крутящего момента на выходном валу. Повышенный крутящий момент передается на генератор 2, который преобразует механическую энергию в электрическую. Выработанный переменный ток преобразуется в постоянный через выпрямитель 3 и поступает через контроллер заряда 4 в аккумуляторную батарею 5. При полном заряде аккумуляторной батареи 5, контроллер заряда 4 направляет излишки электроэнергии на «балласт». Через датчик напряжения 6 ток проходит к двухходовому контактному реле 8 и к инвертору 9. Инвертор 9 преобразует постоянный ток 12В в переменный 220В, который далее поступает на нужды многоквартирного дома.

В случае снижения скорости ветра ниже 0,5 м/с анемометр 10 метеостанции 11 передаёт сигнал «а» на программируемый логический контроллер 12 (далее – ПЛК 12), ПЛК 12 подаёт сигнал «а1» на двухходовое контактное реле 8. Двухходовое контактное реле 8 переключает участки электроцепи с инвертора 9 на двигатель 13 турбодефлектора.

Если аккумуляторная батарея 5 разрядилась, а скорость ветра не поднялась выше 0,5 м/с, работа двигателя 13 предусматривается от общедомовой электросети. Так при отсутствии электроэнергии на выходе контроллера заряда 4, датчик напряжения 6 подаёт сигнал «б» на ПЛК 12, при получении сигнала «б» ПЛК 12 передаёт сигнал «б1» на контактное реле 15.

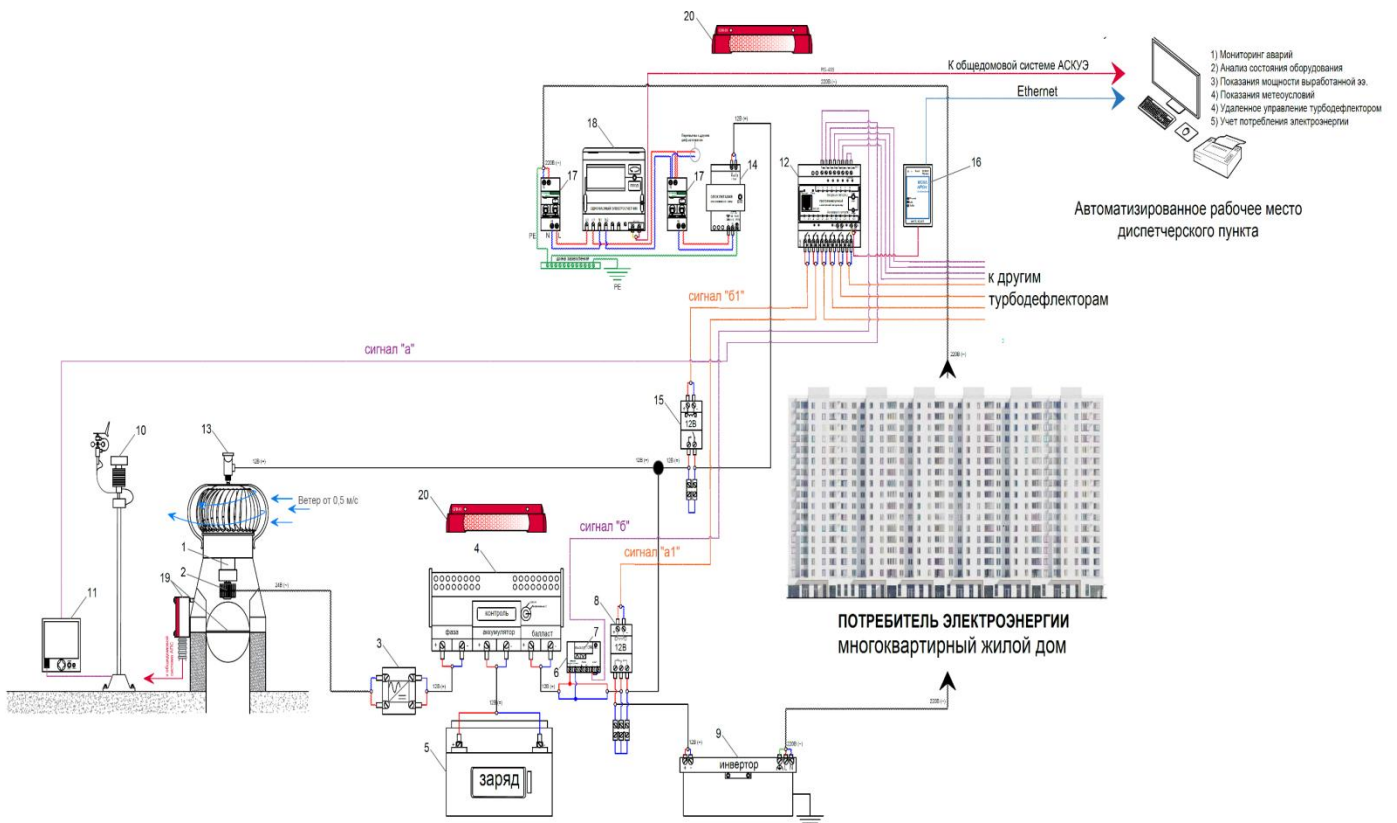


Рис. 2. Принципиальная схема работы технического решения:

- 1 – редуктор; 2 – электрогенератор; 3 – выпрямитель переменного тока в постоянный;
- 4 – контроллер заряда; 5 – аккумуляторная батарея; 6 – датчик выходного тока;
- 7 – дисплей показаний выходного тока; 8 – двухходовое контактное реле (нормально замкнутый контакт + разомкнутый); 9 – инвертор; 10 – мачта с метеостанцией;
- 11 – контроллер метеостанции; 12 – программируемый логический контроллер;
- 13 – маломощный электродвигатель; 14 – многоканальный блок питания постоянного тока;
- 15 – контактное реле (нормально разомкнутое); 16 – преобразователь интерфейса RS-485 в Ethernet;
- 17 – защитный автомат; 18 – однофазный электросчетчик; 19 – огнезадерживающий клапан (нормально-открытый);
- 20 - самосрабатывающая противопожарная капсула.

Одновременно с этим переменный ток с напряжением 220В проходит от общедомовой электросети через защитные автоматы 17 и электросчетчик 18, поступая в блок питания 14, где преобразуется с переменного тока 220В в постоянный с напряжением 12В. Далее преобразованный электрический ток проходит через контактное реле 15 к двигателю 13.

Если аккумуляторная батарея 5 разрядилась, а скорость ветра не поднялась выше 0,5 м/с, работа двигателя 13 предусматривается от общедомовой электросети. Так при отсутствии электроэнергии на выходе контроллера заряда 4, датчик напряжения 6 подаёт сигнал «б» на ПЛК 12, при получении сигнала «б» ПЛК 12 передаёт сигнал «б1» на контактное реле 15. Одновременно с этим переменный ток с напряжением 220В проходит от общедомовой электросети через защитные автоматы 17 и электросчетчик 18, поступая в блок питания 14, где преобразуется с переменного тока 220В в постоянный с напряжением 12В. Далее преобразованный электрический ток проходит через контактное реле 15 к двигателю 13.

Для определения эффективности технического решения, необходимо проанализировать его потенциальную энергетическую эффективность, анализ которой будет производиться для 17-ти этажного 6-ти секционного многоквартирного жилого здания, расположенного в г. Москве, поселение Десеновское, район «Новые Ватутинки». В качестве турбодефлекторов приняты турбодефлекторы типа ТД-680 и ТД-800. Расчет энергетической эффективности основывается на принципе преобразования энергии ветра в электрическую энергию и методах аэродинамического проектирования ветроэлектрических установок [4].

Результаты расчетов приведены в табл. 1 и табл. 2. При этом учтена потенциальная энергия ветра в регионе, поправки на высоту установки турбодефлекторов, изменение скорости ветра с учетом рельефа местности, плотности застройки, а также процент штиля в каждом месяце.

На основании проведенных расчетов, был построен график потенциальной годовой выработки электроэнергии (рис. 3). Из анализа графика видно, что наиболее благоприятные условия для выработки электроэнергии являются холодные и умеренно-холодные периоды года с января по апрель и с октября по декабрь. На основании изложенного можно сказать, что условия для работы систем естественной вентиляции являются благоприятными и выработанную электроэнергию

целесообразно использовать на общедомовые нужды, такие как освещение входных групп и лестничных клеток. Минимум выработки приходится на теплый период года с мая по сентябрь, и погодные условия в теплый период года не смогут обеспечить бесперебойную работу естественной вентиляции. Следовательно, выработанную электроэнергию необходимо направлять, в первую очередь, на принудительную работу турбодефлекторов.

Таблица №1

**Расчет энергетической эффективности разработанного решения на основе ТД-800 (площадь активной крыльчатки  $\approx 0,4948 \text{ м}^2$ , количество – 16 шт.)**

№	Наименование позиции	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
1	$\vartheta$ [м/с]	2,5	2,5	2,5	2,3	2,2	2	1,7	1,7	2	2,3	2,4	2,5
2	$\vartheta_{\text{выс.}}$ [м/с]	4,487	4,4874	4,487	4,128	3,948	3,589	3,051	3,051	3,5899	4,1284	4,307	4,4874
3	$t_{\text{н}}^0$ [С]	-7,1	-7,6	-1,8	6	12,5	16,2	18,3	16,1	10,6	5	-2,4	-5,8
4	$\rho_{\text{воз.}}$ [кг/м <sup>3</sup> ]	1,322	1,3247	1,296	1,260	1,231	1,215	1,207	1,216	1,2397	1,2647	1,299	1,3158
5	$N_{\text{в.п.}}$ [Вт]	29,56	29,61	28,98	21,93	18,76	13,91	8,48	8,54	14,19	22,016	25,69	29,41
6	$\mathcal{E}_{\text{в.п.}}$ [Вт×ч]	709,4	710,79	695,5	526,5	450,2	333,9	203,6	205,1	340,57	528,40	616,7	706,00
7	$\mathcal{E}_{\text{т.д.}}$ [Вт×ч]	326,3	326,96	319,9	242,1	207,1	153,6	93,66	94,38	156,66	243,06	283,7	324,76
8	Штиль [%]	19 %	19 %	19 %	21 %	27 %	33 %	36 %	36 %	31 %	23 %	19 %	16 %
9	Кол-во дней без штиля	25	24	25	24	23	20	20	20	21	24	24	26
10	$\mathcal{E}_{\text{т.д.}}$ [кВт×ч /мес]	8,16	7,85	8,00	5,81	4,76	3,07	1,87	1,89	3,29	5,83	6,81	8,44
11	$\mathcal{E}_{\text{т.д.г.}}$ [кВт×ч/год]	65,79											
12	$\mathcal{E}_{\text{т.д.общ}}$ [кВт×ч/год]	1052,675											

Таблица №2

**Расчет энергетической эффективности разработанного решения на основе ТД-680 (площадь активной крыльчатки  $\approx 0,4008 \text{ м}^2$ , количество – 16 шт.)**

№	Наименование позиции	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	$\vartheta$ [м/с]	2,5	2,5	2,5	2,3	2,2	2	1,7	1,7	2	2,3	2,4	2,5
2	$\vartheta_{\text{выс.}}$ [м/с]	4,487	4,4874	4,487	4,128	3,948	3,589	3,051	3,051	3,5899	4,1284	4,307	4,487
3	$t_{\text{н}}^0$ [С]	-7,1	-7,6	-1,8	6	12,5	16,2	18,3	16,1	10,6	5	-2,4	-5,8

4	$\rho_{\text{воз.}}$ [кг/м <sup>3</sup> ]	1,322	1,3247	1,296	1,260	1,231	1,215	1,207	1,216	1,2397	1,2647	1,299	1,3158
5	$N_{\text{в.п.}}$ [Вт]	23,94	23,99	23,47	17,77	15,19	11,27	6,87	6,92	11,49	17,83	20,81	23,82
6	$\mathcal{E}_{\text{в.п.}}$ [Вт*ч]	574,6	575,76	563,4	426,4	364,7	270,5	164,9	166,1	275,87	428,01	499,6	571,88
7	$\mathcal{E}_{\text{т.д.}}$ [Вт*ч]	264,3	264,85	259,1	196,1	167,7	124,4	75,87	76,45	126,9	196,88	229,8	263,06
8	Штиль [%]	19 %	19 %	19 %	21 %	27 %	33 %	36 %	36 %	31 %	23 %	19 %	16 %
9	Кол-во дней без штиля	25	24	25	24	23	20	20	20	21	24	24	26
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	$\mathcal{E}_{\text{т.д.}}$ [кВт*ч /мес]	6,61	6,36	6,48	4,71	3,86	2,49	1,52	1,53	2,66	4,73	5,52	6,84
11	$\mathcal{E}_{\text{т.д.г.}}$ [кВт*ч/год]	53,29											
12	$\mathcal{E}_{\text{т.д.общ}}$ [кВт*ч/год]	852,692											

**Примечание:**  $\bar{v}$  [м/с] – средняя месячная скорость ветра, принимается по [5];  $\bar{v}_{\text{выс.}}$  [м/с] – средняя месячная скорость ветра с поправкой на высоту;  $t_n$  [С°] – средняя месячная температура наружного воздуха;  $\rho_{\text{воз.}}$  [кг/м<sup>3</sup>] – плотность наружного воздуха в зависимости от  $t_n$  [С°];  $N_{\text{в.п.}}$  [Вт] – мощность воздушного потока;  $\mathcal{E}_{\text{в.п.}}$  [Вт\*ч] – потенциальная вырабатываемая электроэнергия воздушного потока;  $\mathcal{E}_{\text{т.д.}}$  [Вт\*ч] – потенциальная вырабатываемая электроэнергия турбодефлектором; **штиль [%]** – среднемесячное количество штилей в месяце; **кол-во дней без штиля** – среднемесячное количество дней без штиля;  $\mathcal{E}_{\text{т.д.}}$  [кВт\*ч /мес] – потенциальная вырабатываемая электроэнергия одним турбодефлектором за месяц;  $\mathcal{E}_{\text{т.д.г.}}$  [кВт\*ч/год] – потенциальная вырабатываемая электроэнергия одним турбодефлектором за год;  $\mathcal{E}_{\text{т.д.общ}}$  [кВт\*ч/год] – потенциальная вырабатываемая электроэнергия общим количеством турбодефлекторов за год

Так в год турбодефлекторы типа ТД-680 и ТД-800 способны вырабатывать от 50 до 60 кВт\*ч электроэнергии. За год потенциальная выработка электроэнергии всеми турбодефлекторами многоквартирного жилого дома составляет более 1900 кВт\*ч. При этом, количество электроэнергии на нужды двигателей турбодефлекторов будет на 40% меньше, чем на двигатели вентиляторов механической системы вентиляции.

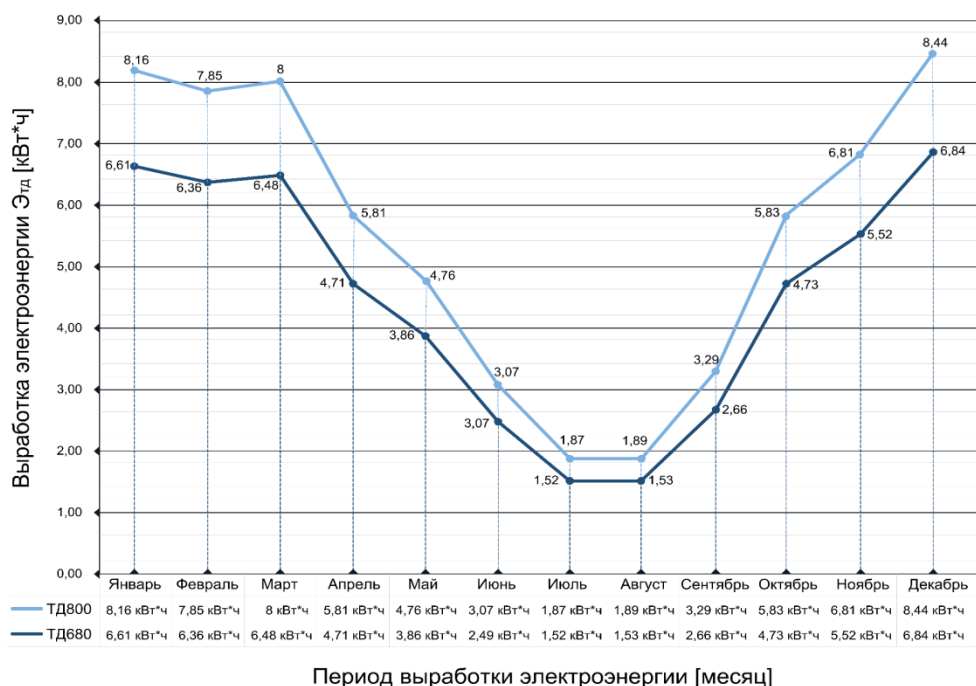


Рис. 3. Годовой график потенциальной выработки электроэнергии турбодефлекторами

Таким образом, разработано новое энергетически и экономически эффективное техническое решение по использованию гибридной вентиляции в многоквартирных жилых домах. Проведен анализ энергетической эффективности реализации разработанного технического решения на примере 17-ти этажного 6-ти секционного многоквартирного дома, расположенного в одном из районов г. Москвы. Установлено, что потенциальная выработка электроэнергии составляет около 2000 кВт\*ч.

Результаты работы награждены региональными дипломами I-й степени за лучшую студенческую научно-исследовательскую работу (2018, 2019 гг.), а также рассмотрены руководством компании по строительству многоквартирных домов ООО «СтройДомСервис», эксплуатирующей компанией ООО «НВ-Сервис» и приняты к реализации в жилых домах района «Новые Ватушки» в г. Москва.

#### Список литературы

1. Краснов Ю.С. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке / Ю.С. Краснов, А.П. Борисоглебская и др. – М.: ТЕРМОКУЛ, 2004.
2. Турбодефлектор для вентиляции: принцип работы и их виды. <https://sovet-ingenera.com/vent/oborud/turbodeflektor-dlya-ventilyacii.html>
3. Патент № 183910 (RU). МПК F24F 7/00. Устройство для вентиляции помещений / Марченко А.В., Кузнецов Р.О., Табаков Н.А., Шарапов В.И.; заявл.31.05.2018; опубл. 08.10.2018. Бюл. №28
4. Методы аэродинамического проектирования ВЭУ <https://research-journal.org/technical/metody-aerodinamicheskogo-proektirovaniya-veu/>
5. Справка ФГБУ «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» о краткой климатической характеристике поселения Десеновское г. Москвы.

## **Краткий анализ проблем в сфере жилищно–коммунального хозяйства**

**Быханов А.В., Романов А.А.** (студенты гр. УЖКХ-мд 21)  
руковод. **Замалеев М.М. и Орлов М.Е.** (к.т.н., доценты)

**Ульяновский государственный технический университет,**

**г. Ульяновск**

Сфера коммунального хозяйства в России – одна из самых глобальных и очень значимых структур. Эффективность и результативность данной сферы действительно важна в современных реалиях российской экономики. Тем не менее, уже долгое время, коммунальная сфера имеет целый ряд больших проблем, которые ждут незамедлительного решения. К ним относят: [1, С. 72-77].

- Высокий износ объектов и сооружений коммунальной инфраструктуры, соответственно, увеличение потерь коммунальных ресурсов;
- Опережающие темпы старения объектов систем тепло-, водо-, газоснабжения по сравнению с темпами обновления;
- Формальность установления приборов учета коммунальных услуг, не оказывающих влияние на снижение платежей населения, с одной стороны, и повышение энергоэффективности, с другой;
- Невысокая оснащенность жилищного фонда общедомовыми приборами учета коммунальных ресурсов, отсутствие регулирования подачи ресурсов, несанкционированное потребление ресурсов, и, как следствие, наличие разногласий в определении объема их потребления между управляющими и ресурсоснабжающими организациями, рост "проблемной" кредиторской задолженности;
- Возрастающие темпы износа жилищного фонда, увеличение объема ветхих и аварийных домов, и, как следствие, увеличение расходов на их содержание, опережающее возможности бюджета увеличение потребности в капитальном ремонте многоквартирных домов;
- Отсутствие мониторинга целевого и эффективного расходования средств финансовой поддержки на капитальный ремонт жилищного фонда, неэффективность механизма приемки объектов после капитального ремонта, отсутствие контроля со стороны собственников помещений за полнотой и качеством ремонтных работ;



- Отсутствие на уровне муниципалитета нормативного документа, четко определяющего перечень, состав и периодичность обязательных и дополнительных работ с указанием их приоритетности для разных категорий домов (стандарты эксплуатации жилищного фонда);
- Отсутствие на уровне муниципалитета нормативного документа, определяющего стандарты качества жилищных услуг, а также критерии, условия и механизмы их регулирования;

Жилищно-коммунальное хозяйство занимает исключительное положение в ряду прочих отраслей экономики. С одной стороны, достоинствами этого бизнеса является то, что спрос на услуги в данной отрасли является одним из самых стабильных, так как услуги, оказываемые населению, всегда востребованы. С другой стороны в силу специфики своей деятельности и законодательных ограничений организации ЖКХ не имеют возможности реализовывать свои услуги на условиях предоплаты, более того услуги данных предприятий оплачиваются только после и при условии их стопроцентного выполнения. Следствием этого является и недостаток - высокий уровень дебиторской задолженности. Рынок долгов организаций ЖКХ огромен. [2, С. 2-5]. Проблема управления дебиторской задолженностью, всегда была актуальной для предприятий сферы ЖКХ, а в условиях изменения системы финансирования данных организаций от ее решения зависит зачастую не только эффективность деятельности компании, но и сам факт ее дальнейшего существования.

Подводя итог, жилищно-коммунальное хозяйство во многих регионах испытывает большие трудности и сильно отстает от современных требований. Одна из основных причин этого является нехватка средств, выделяемых из бюджетов всех уровней, а также повсеместные неплатежи и несвоевременная оплата жилищно-коммунальных услуг населением. [3, С. 86-89]. Да и инвестиционные вложения обходят стороной эту отрасль, помимо этого существующая структура управления ЖКХ несовершенна. Сочетание этих двух факторов - нехватка средств и квалифицированных управленцев - в сочетании с морально и физически устаревшей научно-технической и производственной базой приводит к большим издержкам и, как следствие, высокой стоимости услуг. [С. 277-282].

#### **Список литературы**

1. Арьков С. В. Проблемы управления жилым хозяйством; факторы, влияющие на эффективность управления жилищным фондом и методические подходы к его управлению // Экономика стр-тва. - 2016. - № 6. - С. 72-77.

2. Качкаев П. Р. Проблемы и перспективы развития ЖКХ в рамках реформирования отрасли // Жилищно-коммунальное хозяйство. - 2017. - № 2. - С. 2-5.

3. Рубаева Л. М. Перспективы развития жилищно-коммунального хозяйства России / Л. М. Рубаева, А. Ю. Галич // Гуманит. соц.-эконом. науки. - 2016. - № 3. - С. 86-89.

4. Пирогов Н. Л. Экономика российского ЖКХ: проблемы управления и инновации /Пирогов Н. Л., Решетов К. Ю. // Бизнес в законе. - 2017. - № 5. - С. 277-282.

## **Модернизация котельной**

**Архипов И.С.** (студ. гр. УЖКХмд-13),  
**Ильичев Д.С.** (студ. гр. УЖКХмд-13),  
руковод. **Носков С.Л.** (аспирант)

Модернизация котельной, представленная в данной работе, включает в себя замену: водогрейных котловых агрегатов, горелок, работающих на природном газе, насосных групп сетевого, котлового и подпиточного контуров, а так же замена системы водоподготовки.

Целью данной модернизации является: снижение расхода газа потраченного на производство 1Гкал тепловой мощности, производимой котельной установкой, снижение затрат электроэнергии, поддержание необходимого давления на конечных участках теплосети (данная необходимость связана с увеличением потребителей присоединённых к тепловой сети), а так же обеспечения необходимого уровня химводоподготовки теплоносителя.

Котельная была оборудована 3 котлами ТВГ 4Р, оснащенными диффузионными газовыми горелками, которые заменили на 2 котла BOSH UT-L 40. Причиной выбора данного котла являлись следующие факторы: эффективная трехходовая конструкция, эффективная теплоизоляция, высокий КПД, допускается использование при низких температурах обратного потока (от 50 °С), максимально допустимая разница между температурой обратного и прямого потока котла 50 К, допустимая минимальная нагрузка котла - 10% от номинальной мощности, простота проведения технического обслуживания благодаря полностью открываемой фронтальной дверце котла. Было принято решение установить горелки серии CIB Unigas R525A, поскольку электрический сервопривод, воздействующий пропорциональным способом на заслонки регулирования расхода воздуха горения и на газовый дроссельный клапан, применяет кулачок с варьируемым профилем, позволяющий улучшить показатели уходящих газов, а самое главное - достичь эффективного горения.

На сетевой, котловой и подпиточный контура были установлены насосы марки WILLO.

Старая система химводоподготовки была заменена установками Aquaflow FF 535-31 и Комплексон-6. Причиной замены послужила необходимость более компактного размещения, а так же более качественной химводоподготовки, поскольку данные системы снабжены контроллерами и насосами-дозаторами, которые согласно программе, заданной исходя и химического анализа воды, производят умягчение теплоносителя.

Была обновлена теплоизоляция теплосети до границы раздела с потребителем, что обеспечит сокращение расхода газа из-за теплопотерь.

### **Список литературы**

1. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года No 261-ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Введён в действие 27.11.2009 // Российская газета No 5050 27ноября 2009 г. –2009.

2. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарнаябезопасность. Общие требования. –М.: Стандартиформ, 2006.

3. ГОСТ 12.2.049-80. ССБТ. Оборудованиепроизводственное. Общие эргономические требования. –Введ. 1982-01-01. –М.:ИПК Изд-во стандартов, 2002.

4. ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.–Утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2008.

5. РД 24.031.120-91. Методические указания. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов. Организация водно-химического режима и химического контроля. Руководящий документ по стандартизации. –Введ. 1991-07-01.

## **Обзор газоотводящих аппаратов для вакуумных деаэраторов**

**Золин М.В.** (аспирант 1 курса), **Волкова Е.Ю.** (гр. ТГмд-11),  
руковод. **Пазушкина О.В.** (к.т.н., доцент)

Одним из ключевых процессов при подготовке воды на тепловых электрических станциях является деаэрация – очищение воды от коррозионно-агрессивных газов. В связи с этим в качестве деаэрационных аппаратов применяются термические деаэраторы, работающие при повышенном, атмосферном и пониженном давлении – вакууме. Для создания условий вакуума и отвода выделившихся из воды газов в вакуумных деаэраторах применяются газоотводящие аппараты. При эксплуатации вакуумных деаэрационных установок весьма актуальна задача повышения надежности газоотводящих аппаратов, поскольку с их отказами связано большое количество нарушений вакуумной деаэрации воды [10].

В качестве газоотсасывающих устройств на теплоэнергетических установках применяются, как правило, струйные газоотводящие аппараты – эжекторы, где осуществляется процесс эжекции, заключающийся в передаче кинетической энергии одного потока другому потоку путем непосредственного контакта (смешения). Смешиваемые потоки могут находиться в одной и той же фазе (паровой, газовой) или представляют собой смесь газа (пара). В процессе смешения фазовое состояние смешиваемых потоков может оставаться неизменным или же изменяться (например, пар может превратиться в жидкость). Поток, вступающий в процесс смешения с большей скоростью, называется рабочим, с меньшей скоростью – инжектируемым.

В зависимости от рабочей среды эжекторы классифицируются как водоструйные, где в качестве рабочей среды выступает вода, и пароструйные, где в качестве рабочей среды используется пар.

Непосредственное применение водо- и пароструйные эжекторы нашли в вакуумных деаэрационных установках и конденсаторах турбин тепловых электрических станций. Подробнее остановимся на рассмотрении водоструйных аппаратов, так как зачастую именно они применяются в вакуумных деаэраторах в качестве газоотсасывающих

устройств. Конструктивная схема водоструйного эжектора приведена на рис. 1 [5].

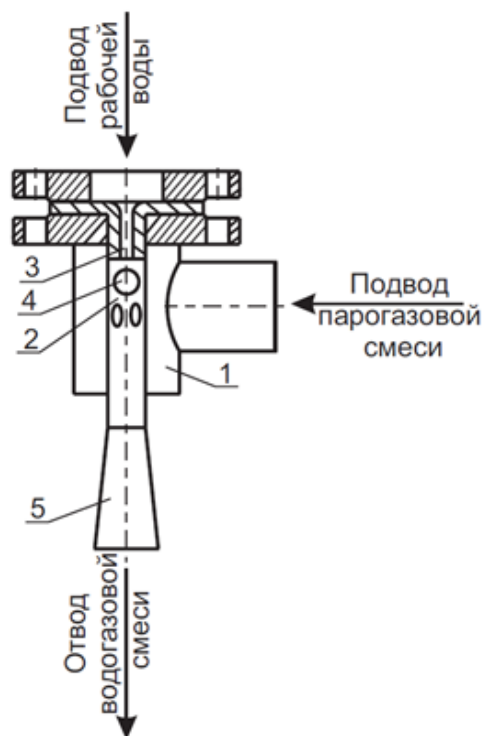


Рис.1. Конструктивная схема водоструйного эжектора: 1 – входная камера; 2 – камера смешения; 3 – рабочее сопло; 4 – окна; 5 – диффузор

Водоструйные эжекторы, которые конструктивно различаются между собой в основном формой и длиной проточной части (см. табл. 1) состоят из входной камеры 1, камеры смешения 2, рабочего сопла 3 и диффузора 5. Принцип работы как водо-, так и пароструйных эжекторов основан на законе Бернулли: если в сужающемся сечении трубопровода создается пониженное давление одной среды, это вызывает подсос в формируемый поток другой среды и ее перенос от места всасывания. Таким образом, потоки рабочей и инжектируемой сред поступают в камеру смешения 2, где происходит выравнивание скоростей, сопровождающееся, как правило, повышением давления. Из камеры смешения поток поступает в диффузор 5, где происходит дальнейший рост давления. Давление смешанного потока на выходе из диффузора 5 выше давления инжектируемого потока, поступающего во входную камеру [3].

Основными производителями водо- и пароструйных эжекторов в России являются такие предприятия как ООО «Волгопромэнерго» г.

Саратов и «Кингисеппский машиностроительный завод» г. Санкт-Петербург. Ниже, в качестве примера, приведем основные параметры водоструйных эжекторов типа ВЭЖ, производимых на Кингисеппском машиностроительном заводе в г. Санкт-Петербург.

Таблица 1

**Основные параметры водоструйных эжекторов типа ВЭЖ [3]**

Индекс эжектора	ВЭЖ-2,5	ВЭЖ-4,0	ВЭЖ-6,3 ВЭЖП-6,3 ВЭЖП-6,3П	ВЭЖ-10 ВЭЖ-10Ф	ВЭЖ-16 ВЭЖ-16Ф	ВЭЖ-25 ВЭЖ-25Ф ВЭЖП-25 ВЭЖП-25П	ВЭЖ-40 ВЭЖ-40Ф	ВЭЖ-63 ВЭЖП-63 ВЭЖП-63П	ВЭЖ-100 ВЭЖП-100 ВЭЖП-100П	ВЭЖ-160	ВЭЖ-250	ВЭЖ-400
Объемная подача эжектора, м <sup>3</sup> /ч	2,5	4,0	6,3	10,0	16,0	25,0	40,0	63,0	100,0	160,0	250,0	400,0
Объемная подача рабочей жидкости, м <sup>3</sup> /ч	2,4	3,9	6,1	9,7	15,4	24,0	38,5	61,0	91,0	154,0	240,0	385,0
Давление на входе в эжектор, МПа	0,7 (+ -) 0,05											
Вакуумметрическая высота всасывания, м, не более	4,0											
Напор эжектора, м	10,0											
КПД, %	24,5											

Что касается способа установки эжектора на объекте, то необходимо учесть тот факт, что при вертикальном расположении эжектора давление за ним определяется в основном высотой установки над уровнем воды в баке. Уменьшение давления в сливной трубе за эжектором при прочих равных условиях приводит к уменьшению давления на всасывающей стороне эжектора и увеличению его массовой производительности [6].

Также отметим, что схема вакуумной деаэрационной установки во многом определяется типом применяемого эжектора. При использовании водоструйных эжекторов часто применяется замкнутая схема (рис. 2). Здесь рабочая вода эжектора циркулирует по замкнутому контуру и при этом нагревается из-за трения в системе и подмешивания относительно горячего конденсата пара из выпара деаэратора. Поэтому для нормальной работы эжектора необходимо контролировать температуру рабочей воды, сбрасывая часть подогретой воды и восполняя недостаток холодной водой [1].

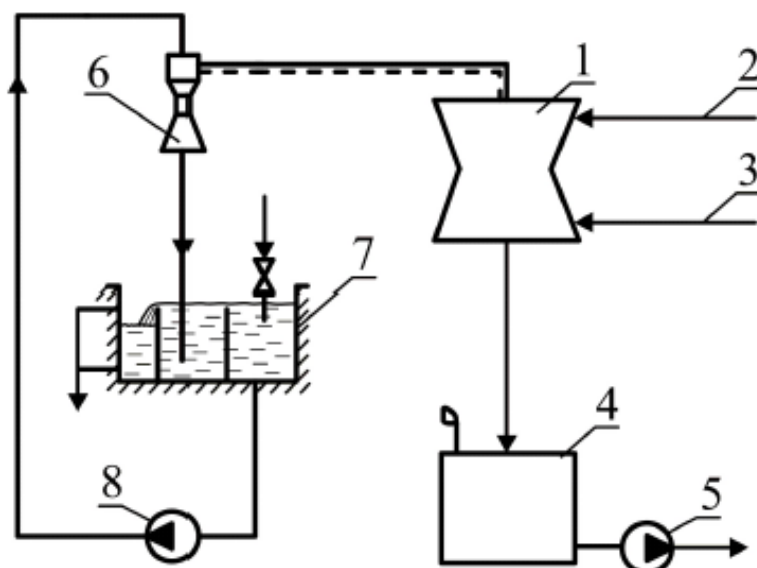


Рис. 2. Замкнутая схема включения водоструйного эжектора вакуумного деаэратора: 1 – вакуумный деаэратор; 2 – подвод деаэрируемой воды; 3 – подвод греющей воды (пара); 4 – бак-аккумулятор; 5 – насос деаэрированной воды; 6 – водоструйный эжектор; 7 – бак эжектирующей (рабочей) воды; 8 – насос эжектирующей воды

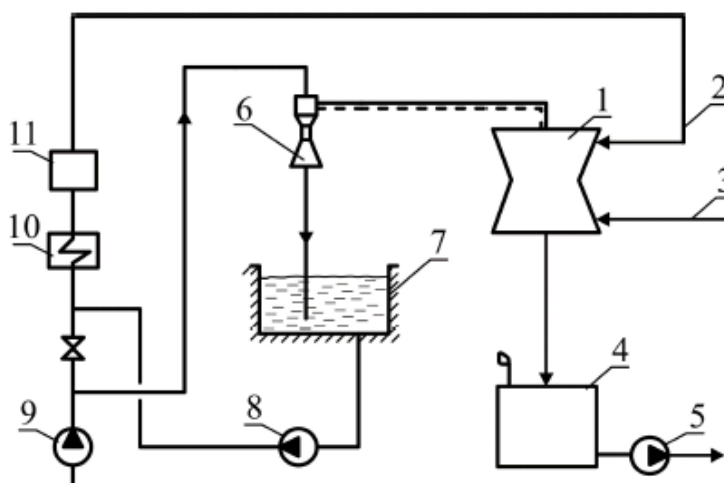




Рис. 3. Разомкнутая схема включения водоструйного эжектора вакуумного деаэратора на напоре насосов исходной воды: 1 – вакуумный деаэратор; 2 – подвод деаэрируемой воды; 3 – подвод греющей воды (пара); 4 – бак-аккумулятор; 5 – насос деаэрированной воды; 6 – водоструйный эжектор; 7 – бак-газоотделитель; 8 – насос возврата эжектирующей воды; 9 – насос сырой (исходной) воды; 10 – подогреватель исходной воды; 11 – химводоочистка

Полный возврат теплоты выпара в цикл возможен при использовании разомкнутой схемы включения водоструйного эжектора (рис. 3) на напоре насосов исходной воды. В этом случае теплота выпара деаэратора участвует в подогреве воды перед ним и, следовательно, не теряется. Однако разомкнутые схемы также имеют недостаток – неустойчивость работы эжектора при изменениях расхода и, соответственно, давления воды, направляемой на деаэрацию [7].

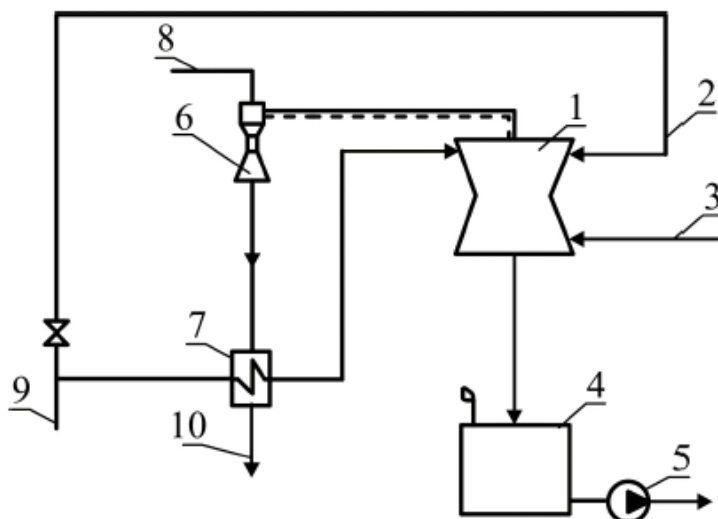


Рис. 4. Схема включения пароструйного эжектора вакуумного деаэратора с поверхностным холодильником: 1 – вакуумный деаэратор; 2 – подвод деаэрируемой воды; 3 – подвод греющей воды (пара); 4 – бак-аккумулятор; 5 – насос деаэрированной воды; 6 - пароструйный эжектор; 7 – холодильник эжектора поверхностного типа; 8 – подвод рабочего пара к эжектору; 9 – подвод исходной воды; 10 – в бак низких точек (дренажный бак)

При использовании пароструйных эжекторов (рис. 4) необходим холодильник эжектора, утилизирующий тепловой потенциал рабочего пара эжектора и выпара деаэратора. Холодильник эжектора может быть поверхностным или смешивающим. Охлаждение холодильников эжекторов может производиться исходной водой, направляемой на деаэрацию, или каким-либо другим потоком воды.

При использовании поверхностного холодильника эжектора образовавшийся в нем конденсат следует направлять в бак низких точек, дренажный бак или другой бак атмосферного давления. Недостаток поверхностных холодильников состоит в их низкой надежности, поскольку условия работы эжектора деаэратора существенно более тяжелые в сравнении с условиями работы основных эжекторов конденсационной установки из-за коррозионной агрессивности выпара. По этой причине в настоящее время широко применяются эжекторы типа «ЭПД» со смешивающим контактным холодильником [7].

Также отметим, что кроме струйных аппаратов для отвода парогазовой смеси из вакуумных деаэраторов могут применяться механические вакуумные насосы. На рис. 5 показана схема устройства ротационного водокольцевого насоса, работающего по принципу вращающегося водяного поршня [9].

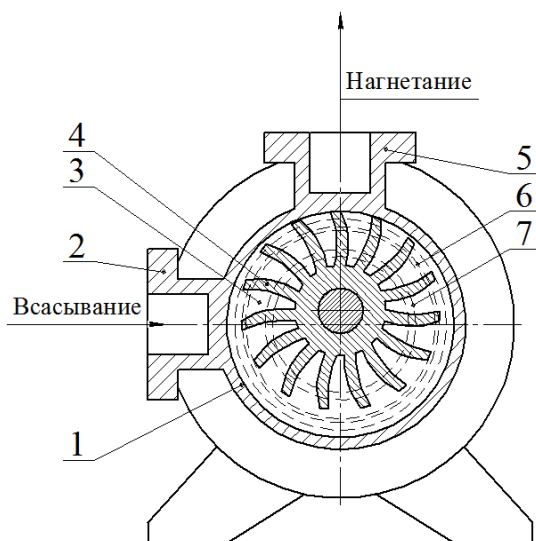


Рис. 5. Схема устройства ротационного водокольцевого вакуумного насоса: 1 – корпус; 2 – всасывающий патрубок; 3 – всасывающее окно; 4 – колесо; 5 – нагнетательный патрубок; 6 – водяное кольцо; 7 – нагнетательное кольцо.

Ротационный водокольцевой насос представляет собой цилиндр круглого сечения, в котором вращается эксцентрично установленное рабочее колесо с лопатками. Пространство между колесом и цилиндром частично заполнено водой. При достаточной скорости вращения рабочее колесо захватывает жидкость, которая образует кольцо. Следуя внутреннему профилю цилиндра, жидкостное кольцо примыкает к ступице рабочего колеса. В диаметрально противоположном месте кольцо максимально удалено от ступицы колеса, и погруженными в

жидкость остаются лишь концы лопаток. Серповидное пространство между колесом и жидкостным кольцом разделено лопатками на несколько ячеек, которые с поворотом ротора то увеличиваются, то уменьшаются. При увеличении объема ячеек в них всасывается газ, при уменьшении объема газ в них сжимается и далее нагнетается. Газ входит в цилиндр и выходит из него через окна в торцевых крышках, закрывающих цилиндр с обеих сторон. В месте максимального выхода лопаток из водяного кольца, в конце всасывания парогазовой смеси в цилиндр подается необходимое количество охлаждающей воды взамен нагретой воды, унесенной вместе с газом через нагнетательное окно. Температура воды повышается за счёт тепла парогазовой смеси, нагревающейся при сжатии, тепла, образующегося при вихревом движении воды между лопатками, а также за счет тепла трения уплотнений [4].

Таким образом, на основе вышерассмотренных газоотводящих аппаратов стоит отметить, что при выборе типа газоотводящего аппарата для вакуумного деаэрата необходимо учитывать:

- объект использования и тепловую схему установки;
- размещение деаэрата и использование энергоносителей;
- давление в деаэрате (температуру деаэрированной воды) и возможный рабочий диапазон его изменения;
- содержание пара в отсасываемой парогазовой смеси;
- технико-экономические требования [8].

#### **Выводы:**

1. В качестве основных газоотводящих устройств вакуумных деаэраторов на тепловых электрических станциях применяются пароструйные и водоструйные эжекторы и механические вакуумные насосы.

2. Повышение давления инжектируемого потока без непосредственной затраты механической энергии является основным, принципиальным качеством струйных аппаратов. Благодаря этому качеству использование струйных аппаратов, таких как водо- и пароструйные эжекторы во многих отраслях промышленности позволяет получать более простые и надежные технические решения в отличие от механических вакуумных насосов, отличающихся более сложной и дорогой конструкцией.

3. Простота схем включения струйных аппаратов в различные установки наряду с исключительной простотой их конструкции, а также

несложностью их изготовления является их несомненным преимуществом для применения в качестве газоотсасывающих устройств в вакуумных деаэраторах.

### Список литературы

1. Деаэрационные установки. Лекции ИГЭУ им. Ленина. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/1938915/page:4/>
2. Информационно-справочный каталог «Водоподготовительное оборудование». Вакуумный деаэратор. Принцип работы. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://deaerator-rus.ru/vakuumnyij-deaerator-rabota>.
3. «Кингисеппский машиностроительный завод» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kmz1.ru/produkti/vodostroynye-ezhektor-vezh/>
4. Механические вакуумные насосы / Под редакцией Фролова Е. С., М.: Машиностроение. 1989. 288 с.
5. ООО «Волгопромэнерго» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://волгопромэнерго.рф/production/ejectory/>
6. Соколов Е. Я., Зингер, Н. М. Струйные аппараты. М.: Энергия. 1970. 288 с.
7. Теплоэнергетика и теплоснабжение: Сборник научных трудов научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» УлГТУ. Выпуск 6. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 161 с.
8. Труб И. А., Гриднева З. С. О выборе типа газоотсасывающего устройства для вакуумного деаэратора отопительной котельной // Водоснабжение и санитарная техника. 1968. №5 с. 22
9. Хлумский В. Ротационные компрессоры и вакуум-насосы. М.: Машиностроение. 1971. 128 с.
10. Шаратов В. И., Малинина О.В. Технологии отвода и утилизации выпара термических деаэраторов // УлГТУ. 2004. 180 с.

## **Актуальные проблемы при выборе способа управления МКД**

**Зубков А.Н.** (студ. гр. УЖКХмд-11)  
руковод. **Ротова М.А.** (к.т.н., доцент)

В настоящее время, все большее число собственников помещений в многоквартирных домах осознают необходимость выбора оптимального способа управления, но, в силу различных причин, затрудняются произвести этот выбор. Подобные трудности связаны как с недостаточной информированностью населения, так и отсутствием, должным образом организованной, государственной поддержки.

Несмотря на все трудности, собственники МКД, согласно ч.2 ст.161 ЖК РФ, обязаны выбрать один из следующих способов управления МКД: непосредственное управление; управление ТСЖ либо ЖК или иным специализированным ЖК; управление управляющей компанией.

Решение принимается собственниками МКД на общем собрании открытым голосованием большинством голосов.

Непосредственное управление МКД предполагает исключение посредников из взаиморасчетов между собственником и РСО. При выборе данного способа управления каждая из квартир, находящихся в МКД обязана заключить прямой договор с РСО. При выборе данного способа управления вся ответственность по выполнению технических работ ложится на плечи жильцов. Такие МКД, например, не могут претендовать на участие в государственных социальных программах, а также получение средств из бюджетов всех уровней на текущий и капитальный ремонт. Кроме того, перейти на непосредственное управление могут лишь те МКД, количество квартир в котором не более, чем тридцать [1].

При управлении МКД управляющей организацией именно она несет ответственность перед жильцами за оказание всех услуг и выполнение работ, которые обеспечивают надлежащее и качественное содержание общего имущества [2]. С такой организацией, по решению общего собрания, заключается договор управления многоквартирным домом сроком на один год, который автоматически продлевается если ни одна из сторон не заявила о его прекращении. Договор определяет порядок и объем оказания услуг по управлению МКД.

Негативными факторами, при выборе данного способа управления, могут выступать: непрозрачность начисления оплаты за потребленные энергоресурсы, необоснованно высокий тариф на содержание общедомового имущества, удаленность управляющей компании от объекта управления и др.

Наиболее оптимальным способом управления, на наш взгляд, является учреждение в таком МКД ТСЖ, которое, в силу закона, является некоммерческой организацией и, следовательно, не ставит главной целью извлечение прибыли.

К основным задачам ТСЖ следует отнести:

- управление и обслуживание МКД самостоятельно, или с привлечением специализированных подрядных организаций;
- разработка сметы доходов и расходов на год, начисление и взимание платежей за ЖКУ, ремонт и содержание жилья;
- поиск и привлечение внешних источников финансирования при недостатке собственных средств и др.

К несомненным преимуществам ТСЖ перед прочими способами управления следует отнести:

- деятельное участие членов товарищества в управлении МКД;
- возможность учета мнения каждого из собственников;
- самостоятельное определение жильцами организаций, привлекаемых для выполнения подрядных работ;
- прозрачность деятельности товарищества и др.

К ключевым проблемам управления МКД посредством ТСЖ относятся взаимоотношения между собственниками членами и не членами товарищества, социально-имущественное неравенство собственников и высокая стоимость услуг [3].

Решение обозначенных проблем видится нам посредством внесения изменений в федеральное законодательство. Например, обязать собственников – не членов товарищества заключать договора с товариществом на управление общедомовым имуществом или фиксация предельной стоимости услуг по ремонту и содержанию жилья.

### **Список литературы**

1. Трищенко А.А. О введении еще одного способа управления многоквартирными жилыми домами в действующее жилищное законодательство. / Экономика и право. / Вестник Удмуртского университета. Вып. 1. 2012. – с. 151-154

2. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №188 – ФЗ
3. Мороз О.В. Актуальные проблемы управления многоквартирным домом / Вестник Омской юридической академии. -№2 (27). 2015. – с. 38-41

## Использование приборов учета при двухтрубной системе отопления

**Неверова Т.А.** (студ. гр. УЖКХмд-11, председатель правления ТСН «Алексеевское»), руковод. **Камалова Р.И.** (аспирант кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», заместитель начальника отдела реализации и работы с потребителями ОГКП «Корпорация развития коммунального комплекса Ульяновской области»)

Приказом от 17 марта 2014г №99 «Об утверждении методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя» (далее - Методика) предусмотрена организация учета тепловой энергии и теплоносителя, полученных через водяные системы теплоснабжения.

В открытых и закрытых системах теплоснабжения на узле учета тепловой энергии и теплоносителя с помощью прибора (приборов) должны определяться:

- время работы приборов узла учета;
- полученная тепловая энергия;
- масса (объем) теплоносителя, полученного по подающему трубопроводу и возвращенного по обратному трубопроводу;
- масса (объем) теплоносителя, полученного по подающему трубопроводу и возвращенного по обратному трубопроводу за каждый час;
- среднечасовая и среднесуточная температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах узла учета.

В открытых системах теплоснабжения дополнительно должны определяться в том числе - масса (объем) теплоносителя, израсходованного на водоразбор в системах горячего водоснабжения.

Принципиальная схема размещения точек измерения массы (объема) теплоносителя, его температуры и давления, состав измеряемых и регистрируемых параметров теплоносителя в открытых системах теплоснабжения приведены на рис. 6 Методики.

При этом, очень часто теплоснабжающие организации, предоставляющие тепловую энергию, считают измерительные системы учета в системе горячего водоснабжения в отопительный период неисправными.

При последовательной установке систем учета, установленные в местах, приближенных к головным задвижкам, имеют большую относительную погрешность в связи с большим значением расхода по сравнению с приборами учета устанавливаемыми на системах горячего водоснабжения.



При установке систем приборов учета отдельно на системе отопления и отдельно на системе горячего водоснабжения, будет уменьшена погрешность измерений. При этом будет наглядно видны утечки в инженерных сетях отопления. Их нельзя будет списать как расход на содержание общего имущества.

Точность учета в системы горячего водоснабжения при этом не пострадает.

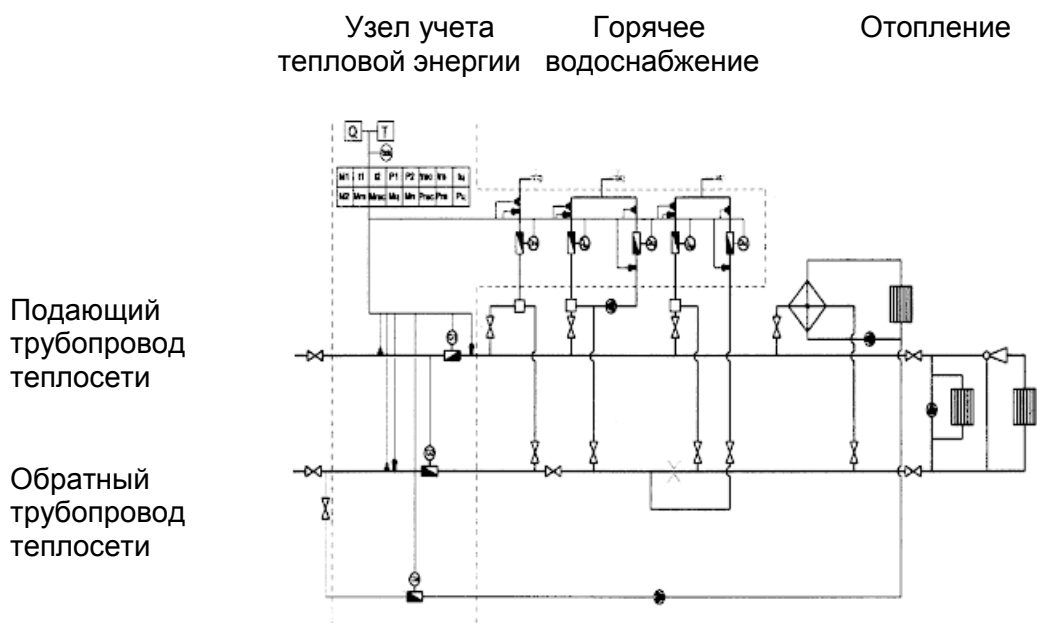


Рис.1 Варианты принципиальной схемы размещения точек измерения количества тепловой энергии и массы (объема) теплоносителя, а также его регистрируемых параметров в открытых системах теплоснабжения .

Существует другая сторона установки приборов учета по такой схеме - теплоснабжающие организации потеряют часть дохода.

Расход тепловой энергии на отопление будет учитываться только по приборам учета, установленным на данной системе. В настоящий момент, перерасход тепловой энергии, используемой на подогрев холодной воды для предоставления коммунальной услуги по горячему водоснабжению в жилых помещениях, идущий сверх норматива (0,063 Гкал/м<sup>3</sup> для домов с не изолированными полотенцесушителями и стояками) переходил на отопление. При параллельной установке приборов учета данная разница будет потеряна.

Для снижения данной разницы необходимо производить регулярную промывку систем отопления и систем водоснабжения для удаления накипно-коррозионных отложений в соответствии с постановлением Правительства РФ от 03.04.2013 N 290 (ред. от 15.12.2018) "О минимальном перечне услуг и работ, необходимых для обеспечения надлежащего содержания общего имущества в многоквартирном доме, и

порядке их оказания и выполнения" и сводом правил СП 347.1325800.2017 Внутренние системы отопления, горячего и холодного водоснабжения.

Также возможно модернизировать систему горячего водоснабжения. Например, такими мероприятиями как установка циркуляционного насоса, установка температурного регулятора жидкости, установка балансировочных вентилей на стояках ГВС, замена вентильных кранов на шаровые.

#### **Список литературы**

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. N 1034 г. Москва "О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя"//  
[rg.ru/2013/11/21/teplouchet-site-dok.html](http://rg.ru/2013/11/21/teplouchet-site-dok.html)

2. Приказ Минстроя России от 17.03.2014 N 99/пр "Об утверждении Методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя"  
(Зарегистрировано в Минюсте России 12.09.2014 N 34040)  
[//www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=168789&fld=134&dst=100011,0&rnd=0.7170589580497635#0616136263715088](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=168789&fld=134&dst=100011,0&rnd=0.7170589580497635#0616136263715088)

## **Эффективная защита магистральных газопроводов от коррозии**

**Тимошина С.С., Костюнина А.А.** (студ. гр. УЖКХмд-12),  
руковод. **Ротов П.В.** (д.т.н., доцент)

Значение газопроводов в промышленности переоценить невозможно. Демонтаж, а так же ремонт магистральных газопроводов считается одними из самых дорогих в промышленной индустрии. Разрушение может происходить как в отдельных частях, так и в целом трубопроводе. Причиной являются внешние факторы окружающей среды, вызывающие коррозионные повреждения трубопроводов. Поэтому для бесперебойной работы газопроводов необходима их защита от коррозии.

Для защиты газопроводов используют пассивные и активные методы защиты.

Покрытие внешней части трубопровода минералами, пленками, антикоррозионными составами и др. называют пассивным методом. Для покрытия чаще всего используют бетонные короба и битум.

Электродренажная, катодная и протекторные защиты относятся к активному методу защиты.

Коррозионное разрушение возникает под действием коррозионно-активной среды, которая очень разнообразна по своему характеру. Процессы коррозии протекают по законам электрохимической кинетики, что подразумевает под собой разделение общей реакции на самостоятельно-действующие электродные процессы, такие как:

анодный процесс – это переход металла в раствор в виде ионов и оставление некоторого количества электронов металлу;

катодный процесс – это, своего рода, ассимиляция избыточного количества электронов деполаризаторами в части металла.

В основе активного способа для осуществления защиты лежит методика создания тока, при котором трубопровод будет катодом, а расположенный рядом дополнительный металл – анодом (дополнительно размещенный).

Протекторная защита заключается в соединении трубопровода с более активным металлом (протектор), через изолированный проводник. Протекторы изготавливают из сплавов магния или алюминия.

Для катодной защиты используют постоянный источник тока, с помощью которого создается потенциальная разность между металлом и размещенным вблизи трубопроводом. В катодной защите на металл уходит положительный заряд, что позволяет сохранить эксплуатируемый трубопровод.

Таким образом, дополнительно размещаемый в грунте металл является анодом и подвергается воздействию коррозии и разрушению вместо трубопровода.

Кроме уже перечисленных методов, известен способ защиты от внутренней коррозии путем очистки природного газа от серы и сероводорода, который включает его контактирование с поглотителем и дальнейшей регенерацией отработанного поглотителя продувкой кислородом. Главное отличие в том, что в качестве поглотителя используют расплав черновой меди.

Основным недостатком такого способа является высокая энергоемкость и предрасположенность ценных углеводородов пиролизу, в результате чего образуются смолянистые выделения, загрязняющие трубопровод.

В связи с этим, добавление летучих неорганических ингибиторов для предотвращения коррозии газопроводов и установление фильтров для очистки газа от ингибиторов на газораспределительной станции являются более приоритетными защитными мероприятиями.

При добавлении летучих ингибиторов скорость внутренней коррозии трубопроводов снижается в несколько раз, тем самым увеличивается срок службы работы газопровода.

В качестве ингибиторов коррозии используют нитрит натрия, двузамещенный фосфат аммония и кальцинированная соль.

Наибольший эффект получается при комплексном использовании различных методов защиты газопроводов от коррозии.

#### **Список литературы**

1. Ромейко, В.С. Защита трубопроводов от коррозии / В.С. Ромейко, В.Г. Баталов, В.Е. Бухин, В.И. Дубенчак, И.А.Симонова - М.: ООО «Издательство ВНИИМП» 2002.- 218 с.
2. Защита трубопроводов от коррозии: учеб. пособие для вузов/ Ф. М. Мустафин [и др.]. - СПб.: Недра, 2005 – 2007
3. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов. М.:Инфра-Инженерия, 2006. - 928 с.

## **О природном потенциале и перспективах применения технологии концентрированной солнечной энергии в Эфиопском секторе Африканской рифтовой системы**

**Гемечу Б.Д.** (аспирант),  
руковод. **Орлов М.Е.** (к.т.н., доцент)

Эфиопия имеет самые низкие в мире современные показатели энергопотребления со средним потреблением электроэнергии 144 кВт\*ч на душу населения по сравнению с континентальными и глобальными средними показателями 529 и 2570 кВт\*ч на душу населения соответственно. Доступ домохозяйств к электроэнергии по всей стране составляет около 44,3%, что говорит о значительном разрыве между спросом на энергию и доступом к ней. Основные потребности в энергии по всей стране, особенно в сельских районах, на 92,4% обеспечиваются за счет использования биомассы и прочих отходов.

Одним из способов уменьшения несоответствия между спросом на энергию и ее доступностью является расширение выбора энергетических ресурсов и улучшение их использования. Использование большинства энергетических ресурсов в целом и солнечной энергии в частности близко к нулю. Эфиопский сектор Восточно-Африканской рифтовой системы (ЭВАРС), хотя и богат природными энергетическими ресурсами, является одним из малоизученных, а также слабо развитых районов Эфиопии. Это район простирается на 155256 км<sup>2</sup> и является домом для примерно 72000 человек. Поэтому целью данной статьи является оценка природного потенциала и пригодности площадки для применения технологии концентрированной солнечной энергии (КСЭ) в районах ЭВАРС.

Первым шагом, который необходимо выполнить при реализации технологии КСЭ, является определение потенциального места для ее применения. Исследование потенциального места для размещения КСЭ в целом и параболических солнечных электростанций, в частности, требует пространственного анализа с учетом имеющейся солнечной радиации и географической информации, такой как землепользование, высота, растительность, гидрология и т.д. Это предполагает использование географической информационной системы (ГИС), которая

является очень мощным инструментом для анализа, консультации и составления карт и географических данных.

В ГИС содержится информация о соответствующей окружающей среде, которая позволяет определить места с высоким энергетическим потенциалом, подходящим для установки КСЭ электростанции. Использование ГИС для определения подходящих мест для размещения КСЭ за последние десятилетия стало более эффективным [1-3] по мере улучшения качества и доступности данных и совершенствования методов моделирования. Общие входные данные для идентификации участка КСЭ включают прямое нормальное солнечное излучение (ПСИ), уклон земли и близость к линии электропередачи [4].

Когда речь заходит об оценке потенциала солнечной энергии Эфиопии, существует лишь несколько исследований, проведенных различными исследователями и организациями [5, 6]. Поэтому, как описано выше, в этой статье будет оцениваться потенциал и возможности для реализации крупномасштабных проектов КСЭ в ЭВАРС, где находятся все геотермальные месторождения.

Существует ряд требований к территории, на которой планируется размещение параболоцилиндрических солнечных коллекторов.

**1. Прямое нормальное солнечное излучение (ПСИ).** В отличие от других схем сбора солнечной энергии, в которых используются как прямые, так и диффузные компоненты солнечного излучения, установки КСЭ используют только ПСИ [7], которое измеряется в  $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ . Производство электроэнергии в установке КСЭ прямо пропорционально ПСИ, и, следовательно, обратно пропорционально стоимости электроэнергии. Обычно предлагается минимальное значение ежегодного ПСИ около  $2000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  [8]. Браво Х.Д. (Javier D. Bravo) и др. выбрали область со средним прямым нормальным значением солнечной радиации выше  $4,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\text{сут})$  для установки КСЭ [9].

**2. Уклон поверхности земли.** Поверхность земли должна иметь небольшой уклон, так как это снижает затраты, связанные со строительными работами. Для параболоцилиндрических солнечных систем общая площадь их размещения обычно делится на несколько площадок поменьше, что может позволить террасировать подход с различными высотами для каждой площадки. Это означает, что можно использовать участок с начальным уклоном круче 0,02; однако такие

террасные работы, как правило, достаточно затратны, поэтому эти расходы должны учитываться при общей экономической оценке.

В своих работах некоторые исследователи [4, 10, 11] выбрали максимальный уклон поверхности 0,01, тогда как Мерроуни А. А. (Merrouni A. A.) и др. применяли уклон 0,02 [1]. При определении территорий, пригодных для использования технологий КСЭ, Браво Х.Д. (Javier D. Bravo) и др. включали все области, которые имеют с уклон не более 0,08 для склонов, обращенных с юго-запада на юго-восток, или не более 0,02 для всех других ориентаций [9]. Другие исследователи, такие как Клифтон Дж. (Julian Clifton) и др. использовали при анализе максимальный уклон поверхности земли 0,04 [2] и 0,05 [4]. Аналогичные исследования ученые проводили на разных территориях: Флури Т.П. (T. P. Fluri.) – в Южной Африке [10], Рамде Э.В. (E. W. Ramde) и др. – в Западной Африке [4], Клифтон Дж. (Julian Clifton) – в Австралии [2], Шарма К. (Sharma C.) и др. – в Индии [7], Мерроуни А. А. (Merrouni A. A.) и др. – в Марокко [1].

Флури Т.П. (T. P. Fluri.) в своем анализе [10] использовал ГИС для определения потенциальных областей, пригодных для применения технологии параболоцилиндрического КСЭ со средним коэффициентом мощности 38,8%. В таблице 1 приведены пороговые значения ПСИ и уклон земли, использованные в предыдущих научных исследованиях по оценке потенциала солнечной энергии.

**Таблица 1. Пороговое значение для ПСИ и уклона земли в предыдущих исследованиях оценки потенциала ПСУ**

Минимальный ПСИ, кВт*ч/(м <sup>2</sup> сут)	Уклон земли	Ссылки
4	0,05	[4]
4,1	0,02	[9]
4,8	0,02	[1]
5,5	0,04	[2]
6,75	0,01	[11]
7	0,01	[10]

Аналогичные оценки и ранжирование места для крупномасштабных проектов КСЭ в Экономическом сообществе западноафриканских государств (ЭКОВАС) были также выполнены Рамде Э.В. (E. W. Ramde) и др. [4].

Из-за низкой плотности солнечной энергии технологии КСЭ требуют большой площади земли для установки солнечных коллекторов,

энергоблоков и блоков хранения солнечной энергии. Однако, в зависимости от типа используемой технологии КСЭ требования к площади земли могут варьироваться. Клифтон Дж. (Julian Clifton) рассматривал площадь земли 2 га для выработки 1 МВт электроэнергии с использованием параболоцилиндрического КСЭ [2]. В других научных исследованиях (см. таблицу 1) предположили, что потребность в земле на 1 МВт электроэнергии, вырабатываемой КСЭ, остается постоянной независимо от значения ПСИ при условии, что значение ПСИ не менее  $5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{сут})$ .

**3. Расстояние до дорог.** Расстояние до дорог считается важным фактором среди экономических критериев размещения любых электростанций, поскольку транспортные расходы являются общей переменной при оценке экономической выгоды [12]. Близость к дорогам позволит снизить затраты на эксплуатационное обеспечение, погрузку оборудования и транспортировку персонала [13]. КСЭ установки, в частности, должны строиться в районах с доступными дорогами [14]. Поэтому территории, находящиеся на расстоянии от 1 до 10 км от основных дорог считались подходящими для процесса наложения.

**4. Расстояние до городских и сельских населенных пунктов.** Размещение КСЭ установки вблизи городских и сельских территорий может вызвать экологические проблемы и негативно повлиять на будущее развитие жилых районов [15]. С другой стороны, районы, расположенные на большом расстоянии от жилых районов, не являются экономически выгодными, поскольку для обеспечения потребностей жителей в электроэнергии может быть важна близость к жилым районам [13]. Поэтому районы, расположенные на расстоянии более 20 км и менее 2 км от городов и более 7 км и менее 500 м от сельских населенных пунктов, были признаны непригодными.

**5. Высота над уровнем моря.** Высота является одним из важных факторов при выборе места для строительства КСЭ установки. Существует сильная корреляция между высотой и метеорологическими параметрами, такими как осадки и температура [16]. Место, расположенное на большей высоте, имеет значительно лучший ПСИ, поскольку поглощение и рассеяние солнечного света значительно ниже на больших высотах [13]. Тем не менее, перевозка персонала и оборудования, а также строительство КСЭ установки усложняются по мере увеличения высоты, а следовательно, стоимость проекта увеличивается [17]. По этой причине строительство КСЭ установки на



больших высотах не рекомендуется. Исходя из этого, районы с высотой более 2000 м над уровнем моря считаются неподходящими для построения КСЭ и исключаются.

**6. Землепользование.** Одним из наиболее важных факторов для инвестиций в энергетику является землепользование [18], которое классифицируется как экологический фактор. Землепользование является основой планирования развития и распределения различных типов территорий, которое приводит к значительным ограничениям в процессе планирования [19]. Например, земля с отличными климатическими условиями для КСЭ может иметь большее значение для природного землепользования [20]. В этом исследовании карта землепользования была использована в качестве карты ограничений, чтобы избежать сельскохозяйственных и лесных районов с буферной зоной 1 км.

**7. Расстояние до заповедных зон.** Заповедные зоны считаются совершенно непригодными для строительства КСЭ установки [13] из-за их высокого риска уязвимости и экологической безопасности. Кроме того, определенные расстояния вокруг этих областей должны быть исключены из карт пригодности. В этом исследовании заповедные зоны, включая расстояние до них менее 300 м, исключаются из карты пригодности.

Другие требования к территории, такие как скорость ветра, физические параметры окружающего воздуха (температура, давление и влажность), ориентация установки коллекторов, расстояние участка от электрической сети и дороги, наличие воды в непосредственной близости от участка и наличие местной рабочей силы также важны для определения надлежащего места для реализации проекта КСЭ.

Оценим перспективы развития солнечной энергетики в Эфиопской рифтовой системе.

Метод, используемый при оценке потенциала солнечной энергетики, называется наложением. Этот метод включает в себя наложение двух или более слоев карты для создания нового слоя карты путем объединения различных наборов данных. Наложение используется для определения возможностей применения технологии концентрированной солнечной энергии на территории геотермальных месторождений ЭВАРС, расположенных в этой рифтовой системе. На основе наборов данных правительственных организаций, знаний о деталях области исследования и среде ГИС (ArcGIS) была создана большая база данных по исключению земель с «высоким пространственным

разрешением». Все критерии, использованные для разработки базы данных по исключению земель, приведены в Таблице 2.

**Таблица 2. Критерии исключения, используемые при оценке**

Параметры	Критерии исключения
Среднегодовое значение ПСИ	менее 4 кВт*ч/м <sup>2</sup>
Уклон земли	более 0,02
Дороги	с буфером 500 м
Железнодорожные пути	с буфером 500 м
Линии электропередачи	все
Города	ближе 2 км и дальше 20 км
Растительность	любая
Плотины	все
Водные пути (постоянные и не постоянные)	с буфером 500 м

Карты на Рис. 1 иллюстрируют уклон земли в Эфиопской рифтовой долине. Эти данные были получены из Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 90 м цифровая модель рельефа [21]. SRTM - это международная исследовательская работа, в ходе которой были получены цифровые модели рельефа в почти глобальном масштабе от 56° ю.ш. до 60° с.ш. для создания наиболее полной цифровой топографической базы данных Земли с высоким разрешением. Карта передачи была разработана с данными, полученными из каталога данных Всемирного банка. Как видно на рисунке 1, территория Эфиопской рифтовой долины характеризуется разнообразием ландшафтов, начиная от плоской поверхности с уклоном менее 2% и заканчивая несколькими холмистыми участками с уклоном более 44%. При оценке учитывалась общая площадь поверхности рифтовой долины, которая составляет 176007,5 км<sup>2</sup>, в том числе 98864,3 км<sup>2</sup> из этой площади имеет уклон менее 0,02. Другими словами, это означает, что только 56% территории подходит для использования КСЭ, если поверхность получает достаточно ПСИ.

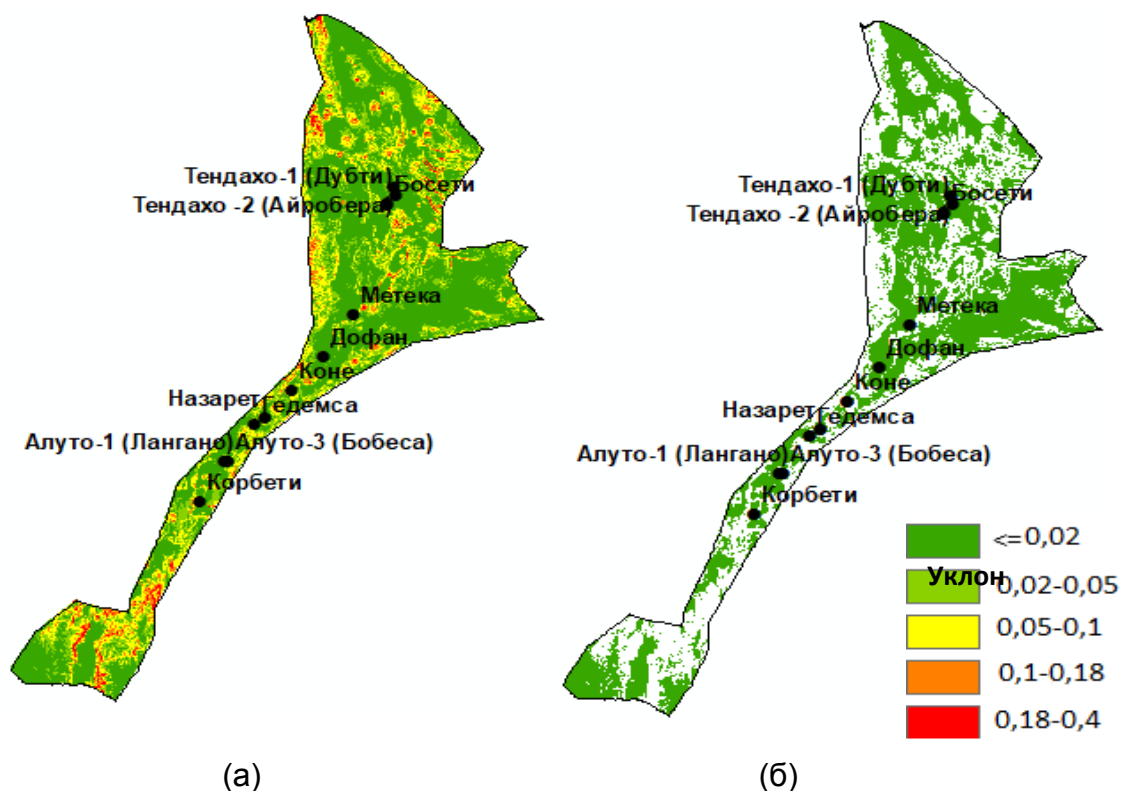


Рис. 1. Уклон поверхности земли в Эфиопской рифтовой долине (а) без исключения (б) места с исключенным уклоном более 0,02

Что касается солнечной радиации, для потенциальной оценки выбрано минимальное значение  $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  среднесуточного суточного ПСИ и максимальный уклон  $0,02$ . Данные прямого нормального солнечного излучения, использованные для оценки потенциала, были получены из материала по оценке ресурсов солнечной энергии в Эфиопии [22]. Данные солнечного ресурса включают в себя оценки концентрации прямого нормального излучения, глобального излучения на горизонтальной поверхности и глобального излучения на наклонной поверхности. Прямое нормальное солнечное излучение определялось для всей страны в 2000, 2001 и 2002 гг, а результат ПСИ был представлен для 3 годовых и 36 среднемесячных значений в  $\text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\text{сут})$  с пространственным разрешением  $10 \text{ км}$  на  $10 \text{ км}$ .

Карта ПСИ всей страны, составленная с учетом среднего значения за три года, в которые были собраны данные о солнечной радиации, показана на рисунке 2. Как видно из рисунка, восточная, северо-западная и северная части Эфиопской рифтовой долины получают прямую нормальную радиацию не менее  $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\text{сут})$ .

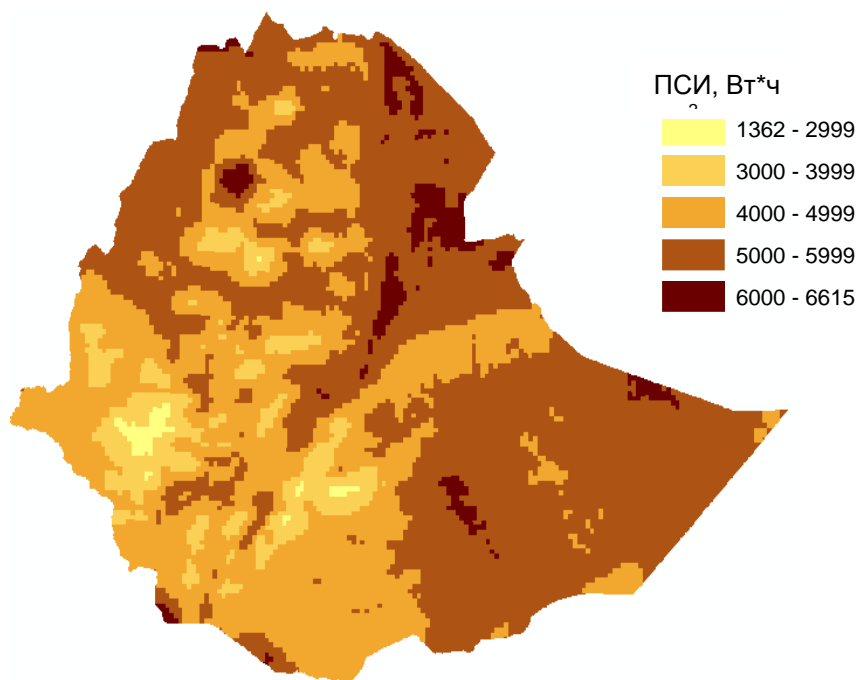


Рис. 2. Карта распределения прямого солнечного излучения Эфиопии

Как показано на рисунке 3 (а), все геотермальные участки расположены в регионе, где среднесуточное прямое нормальное излучение превышает  $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\text{сут})$ . Земельный участок площадью  $5482,4 \text{ км}^2$  в рифтовой долине наделен среднесуточным ПСИ  $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\text{сут})$  и имеет уклон менее  $0,02$ . Для технологии КСЭ с параболическим коллектором рекомендуемая площадь участка земли для выработки электроэнергии составляет от  $20 \text{ км}^2/\text{ГВт}$  до  $28 \text{ км}^2/\text{ГВт}$  [10]. В тоже время для технологии КСЭ с параболическим коллектором без аккумулятора площадь участка земли должна быть больше от  $23 \text{ км}^2/\text{ГВт}$  до  $32 \text{ км}^2/\text{ГВт}$  [23].

Перспективные геотермальные участки с относительно высоким, средним и низким потенциалом КСЭ приведены в таблице 3. Это исследование показывает, что более половины общих геотермальных территорий пригодны для генерации КСЭ, при этом месторождения Tendaho-3 (Аллалобеда) и Boseti обладают относительно более высоким потенциалом, чем остальные. Тем не менее, Корбетти, Aluto-3 (Бобеса) и Aluto-1 (Лангано) показали наименьший уровень ПСИ соответственно  $3,544$ ,  $4,188$  и  $4,205 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\text{сут})$ .

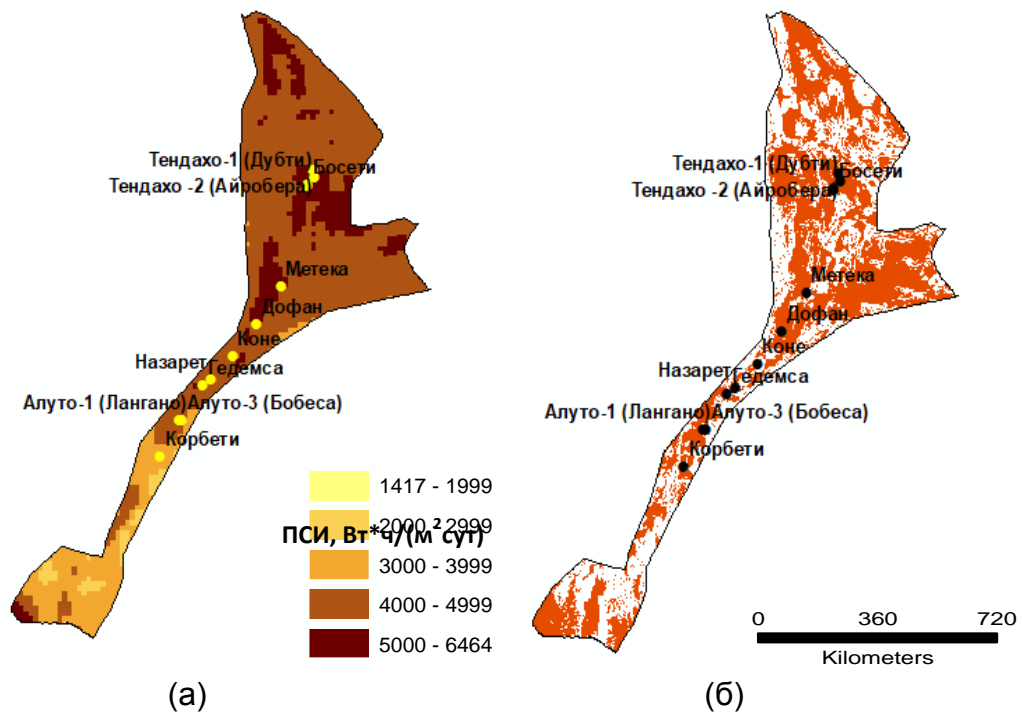


Рис. 3. Карты рифтовой системы Эфиопии со средним ежедневным прямым солнечным излучением (а) и с подходящей для проекта КСЭ площадью поверхности земли, где ПСИ превышает 4 кВт\*ч/(м<sup>2</sup>сут) (б)

Таблица 3. Отдельные геотермальные перспективы района

Геотермальные месторождения	ПСИ, кВт*ч/(м <sup>2</sup> сут)	Уклон
Тендахо-1 (Дубти)	6,33	< 0,02
Тендахо -2 (Айробера)	5,224	< 0,02
Тендахо -3 (Аллалобеда)	5,240	< 0,02
Босети	5,240	< 0,02
Алуто-2 (Финкило)	4,205	> 0,02
Корбети	3,544	> 0,02
Алуто-3 (Бобеса)	4,188	> 0,02
Алуто-1 (Лангано)	4,205	> 0,02
Метека	5,058	> 0,02
Дофан	4,897	> 0,02
Назарет	4,675	> 0,02

## Выводы

1. Представленное в этой статье исследование направлено на выявление районов в Эфиопском секторе Восточно-Африканской рифтовой системы, пригодных для применения технологии

концентрированной солнечной энергии на основе параболических коллекторов.

2. При анализе мест возможного расположения электростанций КСЭ использованы программное обеспечение ГИС и базы данных высокого разрешения из открытых источников для исключения непригодных территорий. Результаты анализа показывают, что из 155256 км<sup>2</sup> общей площади ЭВАРС только 5482,4 км<sup>2</sup>, в том числе территории, где расположены геотермальные поля, имеют высокую пригодность для размещения параболических солнечных электростанций.
3. Результаты данного исследования в области солнечной энергетики в сочетании с имеющимися данными по геотермальным ресурсам в этом географическом районе могут помочь проектировщикам, энергетикам, строителям, чиновникам и другим заинтересованным сторонам иметь четкое представление о наиболее подходящих участках для строительства электростанций КСЭ и извлечь максимальную выгоду из имеющихся природных энергоресурсов.

#### Список литературы

1. A. Alami Merrouni, Ab Mezrhab, A. Mezrhab. CSP Sites Suitability Analysis in the Eastern Region of Morocco. // Energy Procedia. 2014.Т.49 С. 2270-2279.
2. Julian Clifton, Bryan Boruff. Site Options for Concentrated Solar Power Generation in the Wheatbelt 2010.
3. Ahmed Aly, Steen Solvang Jensen, Anders Branth Pedersen. Solar power potential of Tanzania: Identifying CSP and PV hot spots through a GIS multicriteria decision making analysis. // Renewable Energy. 2017.Т.113 С. 159-175.
4. Emmanuel Wendsongre Ramdé, Yao Azoumah, Abeeku Brew-Hammond, Anselme Rungundu, Gildas Tapsoba. Site Ranking and Potential Assessment for Concentrating Solar Power in West Africa. // Natural Resources. 2013.Т.4 С. 146-153.
5. Tesfaye Bayou, Abebayehu Assefa. Solar Radiation Maps For Ethiopia. // Journal of EAEA. 1989 Т.8 С. 7-16.
6. Gudina Terefe Tucho, Peter D.M. Weesie, Sanderine Nonhebel. Assessment of renewable energy resources potential for large scale and standalone applications in Ethiopia. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014.Т.40 С. 422–431.
7. Chandan Sharma, Ashish K. Sharma, Subhash C. Mullick, Tara C. Kandpal. Assessment of solar thermal power generation potential in India. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015.Т.42 С. 902-912.
8. Cédric Philibert. The present and future use of solar thermal energy as a primary source of energy. 2005.

9. Javier Domínguez Bravo, Xavier Garcí'a Casals, Irene Pinedo Pascua. GIS Approach to The Definition of Capacity and Generation Ceilings of Renewable Energy Technologies. // *Energy Policy* 2007.T.35 C. 4879–4892.
10. Thomas P. Fluri. The potential of concentrating solar power in South Africa. // *Energy Policy* 2009.T.37 C. 5075–5080.
11. Ryan Pletka, SteveBlock, Keith Cummer, Kevin Gilton, Ric O'Connell, Bill Roush, Larry Stoddard, Sean Tilley, Dave Woodward, Matt Hunsaker. *Arizona Renewable Energy Assessment*. 2007
12. Ma J., Scott N.R., DeGloria S.D., Lembo A.J. Siting analysis of farm-based centralized anaerobic digester systems for distributed generation using GIS. // *Biomass Bioenergy* 2005.-№. 28. C. 591–600.
13. Zoghi M., Ehsani A.H., Sadat M., Javad Amiri M., Karimi S. Optimization solar site selection by fuzzy logic model and weighted linear combination method in arid and semi-arid region: A case study Isfahan-IRAN. // *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015.-№. 68. C. 986–996.
14. Asakereh A., Omid M., Alimardani R., Sarmadian F. Developing a GIS-based fuzzy AHP model for selecting solar energy sites in Shodirwan region in Iran. // *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2014.-№. 68. C. 37-48.
15. Uyan M. GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region Konya/Turkey. // *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2013.-№. 28. C. 11-17.
16. Bunruamkaew K., Murayama Y. Site suitability evaluation for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Surat Thani province, Thailand. // *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2011.-№. 21. C. 269-278.
17. Hafeznia H., Yousefi H., Astaraei F.R. A novel framework for the potential assessment of utility-scale photovoltaic solar energy, application to eastern Iran. // *Energy Conversion and Management*. 2017.T.151 C. 240-258.
18. Kahr aman C., Kaya I., Cebi S. A comparative analysis for multiattribute selection among renewable energy alternatives using fuzzy axiomatic design and fuzzy analytic hierarchy process. // *Energy Conversion and Management*. 2009.T.34 C. 1603-1616.
19. Tahri M., Hakdaoui M., Maanan M. The evaluation of solar farm locations applying geographic information system and multi-criteria decision-making methods: Case study in southern Morocco. // *Renewable and Sustainable Energy Review*. 2015.T.51 C. 1354-1362.
20. Carrión J.A., Estrella A.E, Dols F.A., Toro M.Z., Rodríguez M., Ridao A.R. Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plants. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2008.T.9 C. 2358-2380.
21. Jarvis A., H. I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara. *CGIAR-CSI SRTM 90m Database* 2019.

22. Christoph Schillings, Richard Meyer, Franz Trieb. High Resolution Solar Radiation Assessment for Ethiopia. 2004.

23. Yassine Charabi, Adel Gastli. GIS assessment of large CSP plant in Duqum, Oman. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2010.T.14.-№. 2. C. 835-841.



## **ГЧП как один из механизмов модернизации жилищно-коммунального комплекса**

**Семенова И.В., Багаутдинова Г.Ф.** (студ.УЖКХмд-22),  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Сегодня жилищно-коммунальное хозяйство - это более 50 тысяч предприятий, каждое пятое из которых - государственное или муниципальное. Стоимость основных фондов отрасли - 580 триллионов рублей. В ЖКХ занято свыше 4 миллионов человек. Казалось бы, ЖКХ должно быть самой богатой отраслью. Однако, в то же время, весь этот огромный механизм был и по-прежнему остаётся самой неэффективной сферой экономики нашей страны. Такое положение связано с целым рядом проблем, которые требуют скорейшего решения.

Президентом Российской Федерации отмечено неудовлетворительное состояние отрасли ЖКХ страны в целом и необходимость ее модернизации:

«Нам нужно выделить приоритетные, системные проблемы, наметить точные сроки и механизмы их решения, определить роль государства и обеспечить согласованность действий на всех уровнях власти. Главнейшая задача – это модернизация отрасли. От её результатов напрямую зависит качество услуг жилищно-коммунального хозяйства». Президент В.В. Путин на заседании Госсовета по проблемам жилищно-коммунального хозяйства.

Несмотря на значительные вложения со стороны государства и региона, сфера ЖКХ находится плачевном состоянии. Одним из механизмов модернизации жилищно-коммунального комплекса является принцип государственно-частного партнерства (далее – ГЧП).

Государственно-частное партнерство — юридически оформленное на определенный срок и основанное на объединении ресурсов, распределении рисков сотрудничество публичного партнера, с одной стороны, и частного партнера, с другой стороны, осуществляемое на основании соглашения о государственно-частном партнерстве, в целях привлечения в экономику частных инвестиций, обеспечения доступности и повышения качества товаров, работ, услуг, обеспечение которыми

потребителей обусловлено полномочиями органов государственной власти и органов местного самоуправления.

В мировой практике при строительстве и реконструкции инфраструктурных объектов уже давно и весьма активно используются различные схемы государственно-частного партнерства. Основное преимущество ГЧП состоит в том, что в условиях ограниченных бюджетных средств такое партнерство помогает успешно осуществлять важные инфраструктурные проекты за счет привлечения ресурсов, знаний и опыта частного сектора. Для региональной экономики сегодня в условиях необходимости бюджетной экономии и концентрации бюджетных ресурсов на исключительно приоритетных направлениях развития инструменты ГЧП приобретают особую значимость.

Неотъемлемым условием нормального функционирования и поступательного экономического развития является конструктивное взаимодействие государственной власти и бизнеса. В экономике большинства развитых и ряда развивающихся стран в последние десятилетия XX века сложилось совершенно особое качество взаимодействия государства и частного сектора, получившее название государственно-частного партнерства.

Экономические проблемы, а именно проблемы обеспечения высоких темпов качественного и количественного экономического роста, повышения конкурентоспособности, диверсификации российской экономики и перевода ее на путь инновационного развития, и социальные проблемы, в частности проблемы качественного удовлетворения потребностей населения по стабильным ценам, создания новых рабочих мест, в условиях нарастающей глобализации и системного финансово-экономического кризиса требуют, прежде всего, обеспечения консолидации ресурсов государства и бизнеса посредством ГЧП.

Государственно-частное и муниципально-частное партнерство являются одним из способов развития общественной инфраструктуры, основанным на долгосрочном взаимодействии государства и бизнеса и разделении рисков между партнерами, при котором частная сторона полностью или частично финансирует создание объекта общественной инфраструктуры и участвует не только в проектировании, финансировании, строительстве или реконструкции объекта, но и в его последующей эксплуатации (предоставление услуг на созданном объекте) и (или) техническом обслуживании.

В условиях дефицита бюджетов всех уровней Правительством Ульяновской области ведётся работа по привлечению инвестиций в сферу жилищно-коммунального хозяйства в рамках государственно-частного партнерства (на основе механизма концессии). Инвесторами в данном случае являются частные операторы. Применение механизма ГЧП в жилищно-коммунальной сфере помогает решить важнейшие вопросы финансирования и развития ЖКХ.

Начиная с 2015 года по настоящее время, в регионе проведено 66 конкурсных процедур по передаче в концессию объектов ЖКХ. В настоящее время на территории Ульяновской области реализуются 11 концессионных соглашений, по которым передано в концессию 325 объектов тепло-, водоснабжения и водоотведения.

#### **Список литературы**

1. Аврамова Е.М., Зубаревич Н.В., Полякова А.Г., Малева Т.М., Гурвич Е.Т. Долгосрочная (до 2050 г.) Концепция социальной политики в Российской Федерации. Статья в открытом архиве № 2608913.

2. Полякова А.Г., Симарова И.С. Обоснование регионального развития с учетом связанности экономического пространства. Монография. – Тюмень, 2015.

3. Печерица Е.В., Шарафанова Е.Е. Кластерный подход к изучению территориальных социально-экономических систем // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2013.

4. Полякова А.Г., Кузнецов Д.И. Стратегические аспекты обеспечения конкурентоспособности экономической системы региона // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016.

5. Институт развития государственно-частного партнерства. Исследования. <https://p3institute.ru/>.

# Оптимизация энергоэффективности теплоисточников

**Зайцева А.Н.** (студентка гр. УЖКХ-мд 21)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

## **Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск**

Большинство объектов теплоэнергетики Ульяновской области построены в 70-е годы и нуждаются в модернизации. Заложенный в середине прошлого века, потенциал котельных давно себя исчерпал. Морально и физически устаревшее оборудование не позволяет должным образом обеспечивать жизнедеятельность потребителей тепловой энергии, что привело к обострению проблем в социальной и экономической сфере.

В сложившейся ситуации назрел вопрос о строительстве новых котельных, более рентабельных и энергоэффективных, а также модернизации существующих. Основной задачей является восстановление, ремонт и оптимизация работы котельного оборудования в кратчайшие сроки при высоком качестве работ и минимальных затратах труда, материальных ресурсах и денежных средств. Имеется целый ряд проблем как экономического, так и технического характера, можно отнести такие как.

- Высокий износ объектов и сооружений коммунальной инфраструктуры, соответственно, увеличение потерь коммунальных ресурсов;
- Опережающие темпы старения объектов систем тепло-, водо-, газоснабжения по сравнению с темпами обновления;

Энергоэффективность — эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов. Использование меньшего количества энергии для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве. Достижение экономически оправданной эффективности использования ТЭР при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды. Именно сейчас эта проблема стала настолько актуальной, необходимо рационально использовать, что нам дано. Мы уже привыкли к Энергосбережению, что нужно просто

сохранять, сберегать, экономить. В отличие от энергосбережения (сбережение, сохранение энергии), главным образом направленного на уменьшение энергопотребления, энергоэффективность (полезность энергопотребления) — полезное (эффективное) расходование энергии

Не бывает безвыходных ситуаций, и наше правительство нашло несколько путей решения данной проблемы.

1. Отказ от эксплуатации старого теплоисточника и строительство нового позволит значительно сократить затраты на обслуживание и вывести котельную на рентабельный уровень
2. Техническое перевооружение старых теплоисточников, ремонт модернизация за счет бюджетного субсидирования специализированных организаций, одной из таких в Ульяновской области является ОГКП «Корпорация развития коммунального комплекса Ульяновской области».
3. Внедрение проекта в Ульяновской области «Альтернативная котельная» - это инструмент определения типовых технико-экономических параметров работы источников тепловой энергии. Проблемы реорганизации теплоснабжающей отрасли народного хозяйства, превращению её в экономически эффективную.
4. Использование таких проектов как контракты «Энергосервиса» на модернизацию старых теплоисточников.

Теперь более подробно о каждом пути решения проблемы энергоэффективности. Управление жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства администрации города Ульяновска ведёт работу по реализации следующих основных мероприятий:

«Развитие жилищно-коммунального хозяйства и повышение энергетической эффективности в Ульяновской области» на 2014 - 2020 годы (постановление Правительства Ульяновской области от 11.09.2013 №37/411-П)

- Подпрограмма «Газификация населённых пунктов Ульяновской области»
- Подпрограмма «Содействие муниципальным образованиям Ульяновской области в подготовке и прохождении отопительных сезонов»

- Подпрограмма «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Ульяновской области, в том числе на основе расширения использования природного газа в качестве моторного топлива»

Отбор мероприятий по модернизации теплоэнергетического комплекса муниципальных образований Ульяновской области осуществлялся на основе имеющихся заявок от муниципальных образований Ульяновской области по следующим критериям: замена жидкого вида топлива (мазут, печное топливо) на природный газ с целью снижения уровня предоставления дотаций муниципальным образованиям на приобретение данного вида топлива и дальнейшего надежного и бесперебойного предоставления услуг теплоснабжения; повышение надежности системы теплоснабжения и вывод из эксплуатации оборудования с максимальным процентом износа; обеспечение объектов социальной сферы и населения современными источниками теплоснабжения при обеспечении максимального экономического эффекта. На основе анализа представленной информации принимается решение о полной замене котельной (замены на блочно-модульную газовую котельную), либо о модернизации существующей (например, замены котлов на газовые с установкой автоматизации работы котельной).

Вложения денежных средств на модернизацию теплоисточников за счет «альтернативной котельной». Новая схема теплоснабжения позволит вложить существенные средства в оздоровление инженерной инфраструктуры Ульяновска. В частности, произвести замену устаревших тепловых сетей, переключение потребителей на более энергоэффективные источники, реконструкцию существующих теплоисточников, объединить зоны действия нескольких котельных. Это однозначно окажет заметный положительный эффект на работу всей системы теплоснабжения города.

В Ульяновской области внедряются энергосервисные контракты и частные инвестиции в сферу ЖКХ. Это некий отголосок проекта альтернативной котельной, но он был внедрен в нашем регионе, намного раньше чем «альтернативная котельная». В основном вложения направлены на восстановление бюджетных объектов, где государство выступает гарантом возврата вложенных инвестиций. Эксплуатация обновленных систем позволит ежегодно экономить в отопительный сезон

порядка 80% бюджетных средств. Экономия будет достигнута за счет перевода котельных на газовое топливо, ранее заказчики использовали уголь или электричество..

Благодаря всем эти мероприятиям по прогнозам за следующие 10 лет будет достигнута цель- 90% оптимизации энергоэффективности теплоисточников в Ульяновской области.

### Список литературы

1. Арьков С. В. Проблемы управления жилым хозяйством; факторы, влияющие на эффективность управления жилищным фондом и методические подходы к его управлению // Экономика стр-тва. - 2016. - № 6. - С. 72-77.

2. . Рубаева Л. М. Перспективы развития жилищно-коммунального хозяйства России / Л. М. Рубаева, А. Ю. Галич // Гуманит. соц.-эконом. науки. - 2016. - № 3. - С. 86-89.

3. Пирогов Н. Л. Экономика российского ЖКХ: проблемы управления и инновации /Пирогов Н. Л., Решетов К. Ю. // Бизнес в законе. - 2017. - № 5. - С. 277-282.

4. Максимчук О. В. Проблемы теории и практики государственного менеджмента в организации среды жизнедеятельности с позиций энергосбережения в ЖКХ российских городов (ч. 2) / О. В. Максимчук, Т. А. Першина, Г. А. Голикова // Экономика стр-ва. - 2014. - № 6. - С. 48-57.

5. Медведев Д. Менять систему ЖКХ необходимо : председатель Правительства РФ рассказал о Стратегии развития жилищно-коммунального хозяйства до 2020 года // Муницип. Россия. - 2016. - № 2. - С. 8-10.

6..Назаренко М. Будет ли когда-нибудь решена в России жилищная проблема // Жилищ. и коммун. хоз-во. - 2015. - № 3. - С. 16-19.

7. Шилкина О. А. Проблемы финансирования модернизации объектов коммунальной инфраструктуры // Финансы и кредит. - 2015. - № 13. - С. 15-18

# **Технология снижения температуры добавочной питательной воды котлов теплоэнергетической установки**

**Абулеев А.Д., Лытяков Е.С.** (студ. гр. ТГмд-11),  
руковод. **Орлов М.Е.** (к.т.н., доцент)

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности являются одними из важнейших задач в энергетике. Научная деятельность многих современных исследователей направлена на разработку новых энергосберегающих технологий, а также на повышение надежности, экономичности, эффективности использования существующего оборудования на тепловых электрических станциях.

Важным направлением повышения энергетической и экономической эффективности теплоэлектроцентралей является совершенствование технологических процессов. Особого внимания заслуживает процесс водоподготовки, так как он является неотъемлемой частью любого производства, с использованием воды для каких бы то ни было нужд.

На энергетическую эффективность теплоэнергетических установок существенное влияние оказывают технологии деаэрации воды. Снижение температуры деаэрированной добавочной питательной воды приводит к повышению энергетической эффективности теплофикационных турбоустановок и, как следствие, повышению экономичности работы всей тепловой электрической станции.

Для этой цели предложена технология охлаждения добавочной питательной воды котлов, которая направляется в тракт основного конденсата турбин ТЭЦ (рис. 1).

Особенность предложенной технологии заключается в том, что в трубопровод деаэрированной добавочной питательной воды включен теплообменник-охладитель, включенный по охлаждающей среде в трубопровод природного газа, подаваемого в горелки котлов, а трубопровод охлажденной деаэрированной добавочной питательной воды после теплообменника-охладителя подключен к



тракту основного конденсата турбины между конденсатором турбины и конденсатным насосом.

Использование данной технологии позволяет повысить надежность, качество и экономичность деаэрации добавочной питательной воды котлов теплоэнергетической установки за счет снижения температуры деаэрированной добавочной питательной воды и ввода этой воды в оптимальное с точки зрения экономичности место тракта основного конденсата турбин.

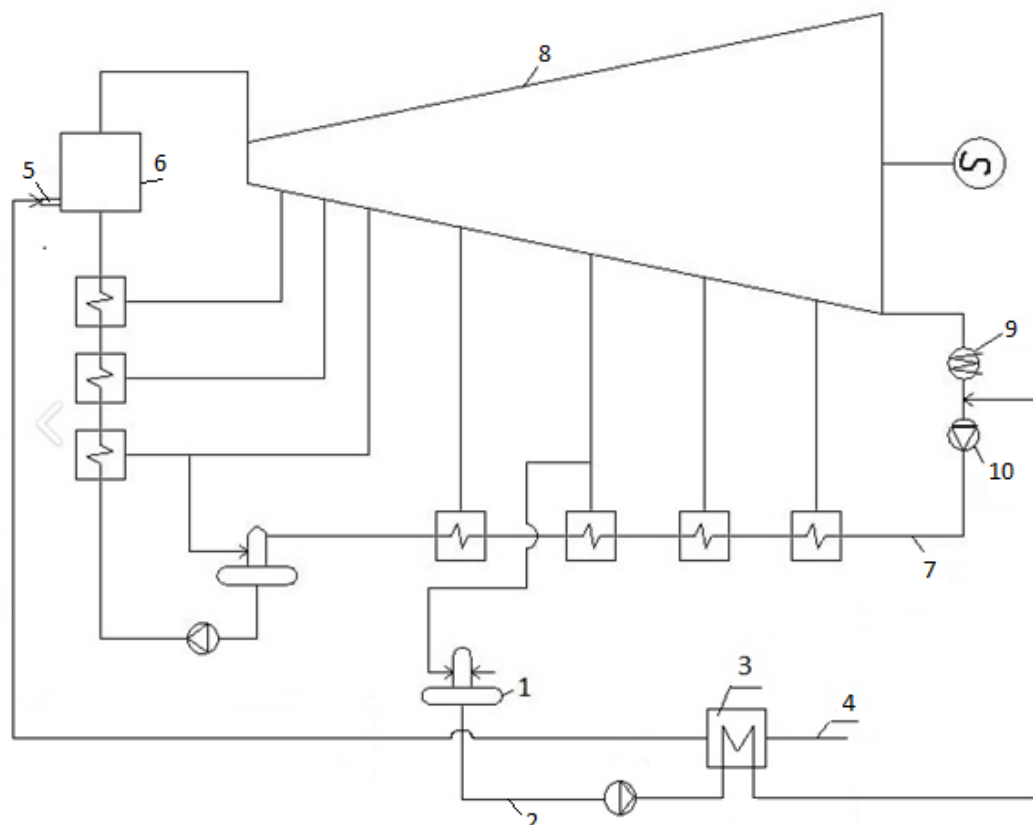


Рис. 1. Тепловая схема ТЭЦ с газо-водяным теплообменником-охладителем добавочной питательной воды: 1 – деаэратор добавочной питательной воды; 2 – трубопровод деаэрированной добавочной питательной воды; 3 – теплообменник-охладитель; 4 – трубопровод природного газа; 5 – горелки котлов; 6 – котел; 7 – трубопровод тракта основного конденсата турбины; 8 – турбина; 9 – конденсатор; 10 – конденсатный насос;

Включение в тракт добавочной питательной воды теплообменника-охладителя приведет к понижению температуры основного конденсата после смешения с добавочной питательной водой. Это позволяет существенно увеличить выработку электроэнергии на тепловом потреблении за счет увеличения

расхода пара и снижения энтальпии этого пара на подогреватели низкого давления.

Узел деаэрации добавочной питательной воды котлов теплоэнергетической установки работает следующим образом.

Деаэрированная добавочная питательная вода из деаэратора 1 по трубопроводу 2 деаэрированной добавочной питательной воды поступает в теплообменник-охладитель 3, где охлаждается газом, подаваемым в горелки 5 котлов 6. Охлажденная в теплообменнике-охладителе 3 деаэрированная добавочная питательная вода подается в тракт 7 основного конденсата турбины 8 между конденсатором 9 и конденсатным насосом 10.

Произведём расчёт основных параметров работы предложенной технологии для ТЭЦ с турбиной Т-100-130 [1], для чего зададимся следующими исходными данными:

- температура и энтальпия основного конденсата турбины  $t_{\text{осн.к}} = 35$  °С и  $h_{\text{осн.к}} = 146,64$  кДж/кг;
- температура и энтальпия деаэрированной воды после деаэратора  $t_{\text{д.в}} = 60$  °С и  $h_{\text{д.в}} = 252,46$  кДж/кг;
- расход исходной (добавочной питательной воды)  $G_{\text{исх.}} = 300$  т/ч = 83,3 кг/с;
- расход основного конденсата турбины  $G_{\text{осн.к}} = 100$  т/ч = 27,7 кг/с.

Из уравнения теплового баланса определим для узла смешения энтальпию конденсата основного тракта  $h_{\text{к}}$  после ввода добавочной питательной воды [2]:

$$h_{\text{к}} = \frac{h_{\text{осн.к}} \times G_{\text{осн.к}} + h_{\text{д.в}} \times G_{\text{д.в}}}{G_{\text{осн.к}} + G_{\text{д.в}}}, \quad (1)$$

где  $h_{\text{осн.к}}$  - энтальпия основного конденсата, кДж/кг;  $G_{\text{осн.к}}$  - расход основного конденсата, кг/с;  $h_{\text{д.в}}$  - энтальпия деаэрированной воды, кДж/кг.;  $G_{\text{д.в}}$  - расход деаэрированной воды, кг/с.

$$h_{\text{к}} = \frac{146,64 \times 27,7 + 252,46 \times 83,3}{27,7 + 83,3} = 226,05 \text{ кДж / кг}$$

Полученному значению энтальпии конденсата в основном тракте  $h_k = 226,05$  кДж/кг соответствует температура  $t_k = 54^\circ\text{C}$ .

С целью составления уравнения теплового баланса для теплообменника охладителя природного газа примеи температуры газа на входе в теплообменник  $t_{п.г} = 5^\circ\text{C}$  и величину недогрева в нем  $\Delta t = 10^\circ\text{C}$  [2]. Составляем уравнение теплового баланса и определяем температуру деаэрированной воды на выходе из теплообменника.

$$Q = G_{д.в} \times C_{д.в} (t_{д.в} - t'_{д.в}) = G_{п.г} \times (h'_{п.г} - h_{п.г}) \quad (2)$$

где  $t'_{д.в}$  - температура деаэрированной воды на выходе из теплообменника,  $^\circ\text{C}$ ;  $G_{п.г}$  - массовый расход природного газа, кг/с;  $t_{п.г}$  - температура газа на входе в теплообменник,  $^\circ\text{C}$ ;  $C_{д.в}$  - удельная массовая теплоемкость воды, Дж/(кг $^\circ\text{C}$ );

Параметры охлаждающей среды (природного газа) в теплообменнике примем следующие:

- массовый расход  $G_{п.г} = 12,76$  кг/с = 45936 кг/ч;
- температура и энтальпия природного газа на входе в теплообменник  $t_{п.г} = 5^\circ\text{C}$  и  $h_{п.г} = 1137,65$  кДж/кг [3];
- температура и энтальпия природного газа на выходе из теплообменника  $t'_{п.г} = 50^\circ\text{C}$  и  $h'_{п.г} = 1236,82$  кДж/кг [3].

Далее рассчитаем температуру деаэрированной добавочной питательной воды после теплообменника-охладителя:

$$t'_{д.в} = t_{д.в} - \frac{G_{п.г} \times (h'_{п.г} - h_{п.г})}{G_{д.в} \times C_{д.в}} \quad (3)$$

$$t'_{д.в} = 60 - \frac{12,76 \times (1236,82 - 1137,65)}{83,3 \times 4,187} = 56,37^\circ\text{C}$$

Подставив энтальпию  $h'_{д.в} = 235,89$  кДж/кг, соответствующую полученной температуре  $t'_{д.в} = 56,37^\circ\text{C}$  добавочной питательной воды после теплообменника охладителя в выражение (1), определим энтальпию конденсата основного тракта турбин:

$$h'_k = \frac{146,64 \times 27,7 + 235,89 \times 83,3}{27,7 + 83,3} = 213,61 \text{ кДж/кг.}$$

Полученному значению энтальпии конденсата в основном тракте  $h'_k = 213,61$  кДж/кг соответствует температура конденсата  $t'_k = 51,04^\circ\text{C}$ .

Согласно эксплуатационным данным уменьшение температуры потока основного конденсата на  $1^\circ\text{C}$  перед ступенчатым подогревом в подогревателях повышает выработку электроэнергии на  $3,5\text{--}5$  кВт на  $1$  МВт теплоты, отпускаемой из турбины [4].

При изменении температуры потока основного конденсата турбин рассчитаем удельное изменение мощности (выработки электроэнергии) турбины на  $1$  МВт тепловой нагрузки отборов турбины по формуле [4]

$$\Delta N_{\text{тур}} = 4 \times \Delta t_{\text{о.с}} \times \alpha \times \eta_{\text{эм}} \quad (4)$$

где  $\Delta t_{\text{о.с}} = (t_k - t'_k)$  – разность между базовой и измененной температурой смешанного потока основного конденсата,  $^\circ\text{C}$ ;  $\alpha$  – термодинамический коэффициент, учитывающий связь между температурой насыщения и теплоперепадом в точках адиабатического процесса расширения пара в турбине, кВт/(кг $\cdot$  $^\circ\text{C}$ );  $\eta_{\text{эм}}$  – электромеханический КПД турбины.

$$\Delta N_{\text{тур}} = 4 \times (54 - 51,04) \times 0,95 \times 0,98 = 11,02 \frac{\text{кВт}}{\text{МВт}}$$

Расчеты, произведенные для условий работы турбины Т-100-130, показывают, что предложенная технология снижения температуры добавочной питательной воды котлов ТЭЦ позволяет понизить температуру основного конденсата турбины и обеспечить дополнительную удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении  $\Delta N_{\text{тур}} = 11,02$  кВт/МВт.

Таким образом, разработанная технология позволяет повысить надежность и экономичность ТЭЦ как за счет снижения температуры

деаэрированной добавочной питательной воды котлов и основного конденсата турбин, так и за счет повышения температуры природного газа, идущего на горение.

#### Список литературы

1. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / Е.Я. Соколов. – М.: Энергоиздат, 2006. – 360 с.

2. Кудрявцева, Е.В. Повышение энергетической эффективности ТЭЦ путем совершенствования технологий деаэрации подпиточной воды теплосети / Е.В. Кудрявцева (Мингараева), В.И. Шарапов // IX Семинар вузов по теплофизике и энергетике: Сборник материалов докладов Международной конференции. Т. 3. – Казань: КГЭУ, 2015. – С. 91-99.

3. ГСССД 160-93. Газ природный расчетный. Плотность, фактор сжимаемости, энтальпия, энтропия, изобарная теплоемкость, коэффициент объемного расширения и показатель адиабаты при температурах 250-450 К и давлениях 0,1-12 МПа: Табл, стандарт, справ, данных/ А.Д. Козлов, В.М. Кузнецов, Ю.В. Мамонов, С.А. Степанов. – М.: Госстандарт России, 1993.

4. Яковлев Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б.В. Яковлев. - М.: Новости теплоснабжения, 2008. - 448 с.

## **Сокращение тепловых потерь через ограждающие конструкции**

**Алашеева Е.А.** (студент гр. УЖКХмд-21)  
руковод. **Орлов М.Е.** (к.т.н., доцент)

Сокращение потерь через ограждающие конструкции, а именно через наружные стены, является одним из эффективных способов экономии тепловой энергии в сфере строительства. При использовании дополнительной наружной теплоизоляции ограждающих конструкций, возможно осуществить уменьшение материальных затрат на отопление здания до 40-50%.

На сегодняшний день выделяют следующие направления для снижения тепловых потерь, через ограждающие конструкции:

- проектирование и строительство современных энергоэффективных зданий в соответствии с действующими строительными нормами и правилами;
- реконструкция уже построенных ранее зданий с той целью, чтобы их параметры отвечали более новым нормативам тепловой защиты.

Применение энергоэффективных утеплителей и материалов в составе наружных стен, перекрытий и покрытий является одним из способов повышения энергетической эффективности ограждающих конструкций жилых, производственных и общественных зданий.

Результативным и действенным решением по повышению тепловой защиты ранее возведенных и эксплуатируемых зданий, можно рассматривать дополнительное наружное утепление ограждающих конструкций.

Для достижения энергоэффективности ограждающих конструкций необходимо использовать современные фасадные системы, содержащие минеральные материалы для тепловой изоляции. К наиболее распространенным стеновым системам можно отнести:

- вентилируемые фасадные конструкции для утепления наружных стен;
- невентилируемые конструкции с использованием плит из минеральной ваты и полистирола, крепящиеся на стены или каркас здания;

- возможные сочетания вышеназванных систем с использованием местных утеплителей.

Как правило в данных фасадных конструкциях, для теплоизоляции используются такие материалы, как теплоизоляционные плиты из минеральной ваты и базальтовых горных пород, блоки из пеностекла, а также экструдированный пенополиэтилен. Вентилируемые фасадные конструкции показывают высокие показатели сопротивления теплопередаче за счет воздушного слоя и действенных теплоизоляционных материалов.

Подводя итоги по вышеприведенному материалу, следует отметить, что повышение энергетической эффективности и энергосбережение является одним из важнейших и приоритетных направлений развития экономики Российской Федерации. В связи с этим, одним из главных направлений работы Минстроя России является составление рейтинга наиболее эффективного оборудования и технологий, которые могут быть применены при модернизации объектов жилищно-коммунального комплекса.

#### Список литературы

1. Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Новый подход к повышению энергоэффективности зданий // Журнал «Энергосбережение» №5-2018. М: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС». 2018. С. 45-52
2. Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Создание наружных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты // Журнал «Энергосбережение» №6-2018. М: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС». 2018. С. 26-33
3. Голованова Л.А, Блюм Е.Д. Энергоэффективные строительные конструкции и технологии. [Электронный ресурс] - электронное научное издание «Ученые заметки ТОГКУ» 2016, том 5, №4 – – режим доступа: [http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles/2014/TGU\\_5\\_156.pdf](http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles/2014/TGU_5_156.pdf)
4. Теплозащита зданий как основное энергосберегающее мероприятие // Журнал «Энергосбережение» №1-2016. М: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС». 2016. С. 10-14
5. Эффективные ограждающие конструкции. [Электронный ресурс] - электронный журнал «Энергосовет» - Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=25>

# Энергосбережение в системах теплоснабжения

**Царев Н.В.** (студ. гр. УЖКХмд-11)  
руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент)

Ни для кого не является секретом, что положение любого государства в мировом сообществе определяется долей энергоресурсов, которыми это государство располагает и эффективностью распоряжения этими энергоресурсами. На сегодняшний день политика энергосбережения является приоритетным направлением развития систем энерго- и теплоснабжения. Фактически на каждом государственном предприятии, жилом и общественном здании составляются, утверждаются и воплощаются в жизнь планы энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Система теплоснабжения страны не исключение. Она довольно велика и громоздка, потребляет колоссальные объемы энергии и при этом происходят не менее колоссальные потери тепла и энергии.

Энергосбережение - это комплекс мероприятий, направленных на сохранение и рациональное использование энергетических ресурсов. Россия богата природными ресурсами, это наложило отпечаток на построении ее экономики.

Говоря о энергосбережении в системах теплоснабжения можно выделить ряд мероприятий по сохранению и рациональному использованию энергетических ресурсов, а также выделить основные источники экономии к ним. Табл.1

Таблица.1

## Основные энергосберегающие мероприятия

Наименование мероприятия	Источник экономии
Внедрение вихревой технологии деаэрирования	- экономия топлива; - экономия электрической энергии (на привод сетевых насосов); - снижение затрат на ремонтные работы
Диспетчеризация в системах теплоснабжения	- экономия тепловой энергии; - сокращение времени на проведение аварийно-ремонтных работ;



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сокращение эксплуатационных затрат (уменьшение эксплуатационного персонала)</li> </ul>
Замена устаревших электродвигателей на современные энергоэффективные	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономия электрической энергии;</li> <li>- снижение эксплуатационных затрат;</li> <li>- повышение качества и надёжности электроснабжения</li> </ul>
Замена (постепенная) ЦТП на ИТП в блокмодульном исполнении	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономия тепловой энергии;</li> <li>- улучшение качества и надёжности теплоснабжения</li> </ul>
Использование теплообменных аппаратов ТТАИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- уменьшение капитальных затрат на строительство ТП;</li> <li>- повышение надёжности теплоснабжения</li> </ul>
Использование систем частотного регулирования в приводах электродвигателей на насосных станциях и других объектах с переменной нагрузкой	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономия электрической энергии;</li> <li>- повышение надёжности и увеличение сроков службы оборудования</li> </ul>
Наладка тепловых сетей	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономия тепловой энергии;</li> <li>- улучшение качества и надёжности теплоснабжения</li> </ul>
Нанесение антикоррозионных покрытий в конструкции теплопроводов с ППУ-изоляцией	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономия тепловой энергии;</li> <li>- улучшение качества и надёжности теплоснабжения</li> </ul>
Обоснованное снижение температуры теплоносителя (срезка)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономия тепловой энергии;</li> <li>- уменьшение вредных выбросов в атмосферу</li> </ul>
Организация своевременного ремонта коммуникаций систем теплоснабжения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- снижение потерь тепловой энергии и теплоносителя;</li> <li>- снижение объёмов подпиточной воды;</li> <li>- повышение надёжности и долговечности тепловых сетей</li> </ul>
Перевод на независимые схемы теплоснабжения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономия тепловой энергии;</li> <li>- экономия затрат на водоподготовку;</li> <li>- повышение надёжности и качества теплоснабжения</li> </ul>
Перевод открытых систем теплоснабжения на закрытые	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономия тепловой энергии;</li> <li>- экономия сетевой воды и затрат на водоподготовку;</li> </ul>

	- повышение надёжности и качества теплоснабжения
Применение антинакипных устройств на теплообменниках	- экономия теплоносителя; - повышение надёжности и долговечности
	работы теплообменных аппаратов; - повышение надёжности и качества теплоснабжения
Применение асбестоцементных труб	- снижение затрат на трубопроводную арматуру; - повышение надёжности и качества теплоснабжения
Применение осевых сильфонных компенсаторов в тепловых сетях	- экономия тепловой энергии и холодной воды; - снижение затрат на техобслуживание и ремонт
Применение автоматических выключателей в системах дежурного освещения	- экономия электрической энергии
Прокладка тепловых сетей оптимального диаметра	- снижение теплотерь в сетях; - повышение надёжности и качества теплоснабжения
Системы дистанционного контроля состояния ППУ трубопроводов	- уменьшение количества аварийных ситуаций и времени их устранения; - повышение надёжности и качества теплоснабжения
Организация тепловизионного мониторинга состояния ограждающих конструкций зданий и сооружений, трубопроводов и оборудования	- экономия тепловой энергии; - предупреждение аварийных ситуаций
Своевременное устранение повреждений изоляции паропроводов и конденсатопроводов с помощью современных технологий и материалов	- сокращение потерь тепловой энергии

Можно выделить следующие основные проблемы в области теплоснабжения:

10. Возраст большинства источников тепла (ТЭЦ и котельные) больше 30 лет или приближаются к этому рубежу. Например, г.

Северодвинск с самой современной промышленностью снабжается теплом от двух ТЭЦ с почтенным возрастом: одной – 30 лет, а второй – 70 лет.

11. Тепловые сети ветхие, более 70% от всех сетей, находящихся в эксплуатации, подлежат замене. Но даже очень скромный план капитального ремонта не выполняется, коммуникации стареют из года в год.

12. Потери тепла в тепловых сетях достигают 30%, т.к. из-за периодического или постоянного затопления сетей тепловая изоляция нарушена и пришла в негодность.

13. Потери тепла через «дырявые» окна составляет до 70% от общих тепловых потерь зданий.

14. В подавляющем большинстве индивидуальных и центральных тепловых пунктов отсутствует автоматика на отопление и ГВС.

15. К сожалению, централизация теплоснабжения, особенно в крупных городах, достигла такого уровня, что режимами трудно или практически невозможно управлять.

16. Подавляющее большинство систем теплоснабжения разрегулировано и обеспечение потребителей теплом и горячей водой сопряжено с большими перерасходами топлива и электроэнергии.

17. Сокращение персонала на предприятиях (как инженерного, так и рабочего) привело к тому, что системы теплоснабжения не эксплуатируются, а только поддерживаются их жизнедеятельность, другими словами «латаются дыры».

18. В малых городах, наряду с указанными проблемами, очень остро ощущается недостаток квалифицированного персонала, как на руководящих должностях среднего звена, так и рабочего персонала.

Все выше перечисленные проблемы в теплоснабжении усугубляются ведомственной разобщенностью и корпоративными интересами, которые идут в разрез с интересами населения городов страны.

По самым скромным подсчетам только за счет разрегулировки систем теплоснабжения (а это мы считаем ключевым вопросом) в России перерасход тепла и электроэнергии за один отопительный сезон достигает гигантских размеров и в денежном выражении составляет не менее 60 млрд руб., т.е. порядка 8% от всех расходов на теплоснабжение. За счет экономии, полученной за один отопительный сезон от оптимизации режимов систем теплоснабжения по всей стране,

можно практически полностью отопить потребителей Московской области. Но, к сожалению, на вопросы оптимизации режимов у теплоснабжающих организаций как раньше средств не было, так и нет теперь. Все имеющиеся средства направляются на оплату долгов, топлива, электроэнергии, а остаток на крайне необходимые ремонтные работы. При комплексности подхода к проблеме энергосбережения обязательно надо использовать комплексные инженеринговые решения [2, 3, 4].

Исходя из проблем, которые присутствуют в теплоснабжении, должна быть принята государственная программа энергосбережения. Целесообразно на решение вопросов, связанных с энергосбережением и оптимизацией режимов систем теплоснабжения, выдавать льготные кредиты с тем, чтобы в короткие сроки повысить надежность и экономичность работы систем централизованного теплоснабжения. Это достаточно выгодно потому, что окупаемость технологии оптимизации режимов работы системы теплоснабжения в разных городах России составляет 3 (максимум 4) мес. отопительного сезона. Конечной целью государственной программы энергосбережения должно явиться снижение себестоимости и смягчение для населения бремени оплаты коммунальных услуг. с государственной финансовой поддержкой.

#### **Список литературы**

1. Федеральный закон РФ от 3.04.1996 № 28-ФЗ «Об энергосбережении».
2. Корягин М.В. Необходимость инженерингового подхода к энергосбережению на объектах недвижимости / М.В. Корягин // 16-й Международный научно-промышленный форум "Великие реки'2014": Труды конгресса. Т.3. Н.Новгород: ННГАСУ, 2015. С. 88-91.
3. Корягин М.В. О необходимости комплексной оценки энергоэффективности зданий / М.В. Корягин // 15-й Международный научно-промышленный форум "Великие реки'2013": Труды конгресса. Т.3. Н.Новгород: ННГАСУ, 2014. С. 30-32.
4. Корягин М.В. Инвестиционный инженеринг: учеб. пособие для вузов / М.В. Корягин, О.П. Коробейников, А.Н. Крестьянинов [и др.] ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. -Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. -108 с.

## **Энергоэффективность в МКД**

**Уткин Р.В.** ведущий специалист отдела энергосбережения ОГКП  
«Корпорация развития коммунального комплекса Ульяновской  
области» (студ.гр.УЖКХмд-22),  
руковод. **Ротова М.А.** (к.т.н.доцент)

Более 80% жилого фонда России построено по устаревшим строительным нормам и не отвечают современным требованиям энергоэффективности. Так, стандартная многоэтажка, построенная до 1999 года, потребляет тепловой энергии на 70% больше, чем аналогичное здание, законченное строительством после 2000 года, асучётом срока эксплуатации, давно нуждается в проведении капитального ремонта.

Объединив обе задачи – капремонт и повышение энергоэффективности МКД, – управляющая организация сможет не только восстановить проектные характеристики дома, но также привести их в соответствие с современными стандартами рационального потребления коммунальных ресурсов. Это позволит не только повысить качество жизни собственников квартир, но и увеличить рыночную стоимость жилых и коммерческих помещений в МКД.

### **Почему необходимо повышать энергоэффективность МКД**

Повышение энергоэффективности МКД в ходе капремонта – это не бизнес-проект управляющей организации: мероприятия предписаны Федеральным законом «Об энергосбережении...» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ. Части 6-10 Статьи 11 Закона запрещают ввод МКД в эксплуатацию, если он не соответствует требованиям энергетической эффективности или не оснащён приборами учёта потребляемых энергоресурсов.

Мероприятия по энергосбережению и энергоэффективности в МКД, предписанные действующим законодательством, направлены на сохранение или повышение уровня комфорта собственников квартир и встроенных нежилых помещений. Выгоду от снижения энергопотребления получают конечные потребители коммунальных

ресурсов. Именно они в первую очередь заинтересованы в сокращении расходов на оплату услуг ЖКХ, которые в обозримом будущем будут начисляться с учетом класса энергоэффективности МКД.

Реализация энергосберегающих мероприятий в ходе капитального ремонта потенциально повышает стоимость жилых и коммерческих помещений на вторичном рынке недвижимости.

### **Класс энергоэффективности МКД**

Порядок присвоения и подтверждения класса энергоэффективности МКД определен Приказом Минстроя России от 06 августа 2016 года № 399/пр. Он рассчитывается на основании величины отклонения фактических или расчётных показателей удельного годового расхода энергоресурсов от базовой величины и маркируется латинскими буквами от A++ до G. При этом, фактические показатели выявляются на основании показателей коллективных (общедомовых) приборов учета потребляемых энергоресурсов.

Таблица 1.

Классы энергоэффективности МКД

<b>Классы энергоэффективности МКД</b>		
Обозначение	Наименование	Величина отклонения, %
A++	Высочайший	≤ минус 60
A+	Высочайший	минус 50 - минус 60
A	Очень высокий	минус 40 - минус 50
B	Высокий	минус 30 - минус 40
C	Повышенный	минус 15 - минус 30
D	Нормальный	0 - минус 15
E	Пониженный	плюс 25 - 0
F	Низкий	плюс 50 - плюс 25
G	Очень низкий	плюс 50 <

Класс энергетической эффективности МКД, вводимого в эксплуатацию после строительства, реконструкции или капитального ремонта устанавливает Госстройнадзор на основании паспорта энергоэффективности МКД, составленного по результатам энергетического обследования.

Энергоэффективность МКД, введенного в эксплуатацию до вступления в силу требований Федерального закона «Об энергосбережении...», определяется Госжилнадзором. Основанием для принятия решения служит декларация энергоэффективности МКД, которая подаётся собственниками жилых и коммерческих помещений, или лицом, которое осуществляет оперативное управление домом.

### **Мероприятия по повышению энергоэффективности многоквартирного дома**

Анализ данных о проведении энергетических обследований МКД позволил чиновникам Минстроя выявить перечень наиболее действенных энергосберегающих мероприятий и рекомендовать их к внедрению при проведении капитального ремонта (Приказ Министерства строительства и ЖКХ РФ от 15.02.2017 № 98/пр).

Предлагаемый к внедрению перечень содержит мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности как общедомового имущества, так и отдельных помещений, расположенных в МКД, которыми владеют физические или юридические лица на праве частной собственности. Источниками финансирования этих мероприятий могут быть:

- плата за содержание жилого или нежилого встроенного помещения;
- плата по гражданско-правовому договору.

### **Мероприятия по повышению энергоэффективности расхода тепла в МКД**

Тепловая энергия является самым финансово затратным энергетическим ресурсом. Поэтому мероприятия по сбережению тепла являются приоритетными при проведении капитального ремонта. Они направлены на рациональное использование тепловой энергии,

снижение утечек тепла, увеличение срока службы систем теплоснабжения, горячего водоснабжения (ГВС), а также конструктивных элементов МКД. К ним относятся:

### **Первоочередные мероприятия**

1. Заделка, уплотнение и утепление дверных блоков на входе в подъезды.
2. Обеспечение автоматического закрывания входных дверей в помещения общего пользования.
3. Установка дверей и заслонок в проемах подвальных и чердачных помещений.
4. Заделка и уплотнение оконных блоков в подъездах.
5. Установка линейных балансировочных вентилей.
6. Балансировка системы отопления с помощью запорных вентилей и воздуховыпускных клапанов.
7. Промывка трубопроводов и стояков систем отопления и ГВС.
8. Установка общедомовых приборов учёта тепловой энергии и горячей воды, внесенных в государственный реестр средств измерений.

### **Дополнительные мероприятия**

1. Заделка межпанельных и компенсационных швов герметиком, теплоизоляционными прокладками, мастикой.
2. Остекление балконов и лоджий с применением современных пластиковых и алюминиевых конструкций и стеклопакетов с повышенным термическим сопротивлением.
3. Повышение теплозащиты наружных стен, пола и стен подвала, чердака, крыши, оконных и балконных блоков до действующих нормативов с применением тепло-, водо- и пароизоляционных материалов.
4. Установка низкоэмиссионных стекол и теплоотражающих пленок на окна в помещениях общего пользования.



5. Монтаж или модернизация индивидуальных тепловых пунктов с устройством теплообменников и аппаратуры управления отоплением и ГВС.
6. Модернизация трубопроводов и арматуры систем отопления и ГВС.
7. Теплоизоляция внутридомовых инженерных сетей с применением современных теплоизоляционных материалов в виде скорлуп и цилиндров.
8. Оснащение теплоснабжающих установок терморегуляторами шаровыми запорными вентилями.
9. Обеспечение автоматизированной рециркуляции воды в системе ГВС.

#### **Мероприятия по повышению энергоэффективности расхода электричества в МКД**

Данные мероприятия направлены на экономию электроэнергии при улучшении качества освещения, более точное регулирование параметров в системах отопления, ГВС и ХВС, повышение точности и достоверности учёта электроэнергии, потребленной в МКД. К ним относятся:

##### **Основные мероприятия**

1. Замена ламп накаливания в местах общего пользования на газоразрядные или светодиодные.
2. Установка коллективных и индивидуальных приборов учёта, позволяющих измерять объёмы потребления электроэнергии по зонам суток и внесённых в государственный реестр средств измерений.

##### **Дополнительные мероприятия**

1. Модернизация электродвигателей или замена на более энергоэффективные – трехскоростные, с переменной скоростью вращения.
2. Монтаж частотно-регулируемых приводов в лифтовом хозяйстве.

3. Автоматизация регулирования освещения мест общего пользования с помощью датчиков движения и освещенности.

### **Мероприятия по повышению энергоэффективности расхода воды в МКД**

Данный комплекс энергосберегающих мероприятий направлен на рационализацию потребления воды, увеличение срока службы трубопроводов, снижение утечек и количества аварий:

1. Модернизация трубопроводов и арматуры.
2. Монтаж стабилизаторов давления.
3. Установка индивидуальных и коллективных приборов учёта.

### **Мероприятия по повышению энергоэффективности расхода газа в МКД**

Рациональное потребление природного газа собственниками помещений в МКД достигается при реализации следующих мероприятий:

1. Оборудование топочных устройств блок-котельных энергоэффективными газовыми горелками и системами климат-контроля для управления ими.
2. Автоматизация управления работой газовых горелок в индивидуальных (квартирных) системах отопления.
3. Использование энергоэффективных варочных газовых плит с керамическими ИК-излучателями и программным управлением.
4. Установка индивидуальных и коллективных приборов учета газа.

### **Внедрение автоматизированного учета**

Точный расчет энергоэффективности МКД невозможен без достоверного учёта потребляемых энергетических ресурсов по каждому помещению и дому в целом. Именно поэтому в рекомендуемые Минстроем России мероприятия по повышению энергоэффективности МКД включена установка счётчиков электроэнергии, газа, воды и тепла. Но для того, чтобы оперативно получать и обрабатывать большие массивы данных (фактические

показатели удельного годового расхода энергоресурсов), необходима автоматизация процесса с возможностью экспорта данных в ГИС ЖКХ.

Эта идея получила признание на правительственном уровне. Распоряжение Правительства РФ от 26 января 2016 года № 80-р настаивает на необходимости «разработать меры, направленные на исполнение требований законодательства Российской Федерации о включении автоматизированной системы учёта потребления коммунальных ресурсов в состав обязательного оборудования». В рамках реализации указанных мер предлагается унифицировать способы передачи показаний в ресурсоснабжающие организации.

Мы помогаем внедрить автоматизированный учет ресурсов ЖКХ для УК / ТСЖ / РСО. Система беспроводной диспетчеризации позволяет решить ряд сопутствующих задач:

- контролировать баланс энергопотребления в режиме «реального времени»;
- выявлять очаги технологических потерь и хищения энергоресурсов;
- в случае нарушения режимов энергопотребления оперативно ограничивать подачу ресурсов без несения затрат на работу выездной бригады;
- прогнозировать объёмы будущего потребления энергоресурсов на основе автоматизированного анализа передаваемых данных;
- автоматизировать выписку счетов за потреблённые коммунальные услуги.

Данные с приборов и узлов, включённых в автоматизированную систему коммерческого учёта энергоресурсов, по телеметрическим каналам поступают в личный кабинет пользователя или к поставщикам соответствующих услуг. Это позволяет ощутимо сократить затраты на линейный персонал, контролирующий показания приборов учёта, а также легко экспортировать полученные данные в ГИС ЖКХ, не допуская ошибок, возникающих при внесении информации вручную.

### **Список литературы**

1. Статья Михаила Меня, Министра строительства и ЖКХ России на портале Стриж ЖКХ Март 2018

## Энергосбережение в котельных установках

**Крашенинников Д.А.** (студ. гр. УЖКХмд-12)

руковод. **Ямлеева Э.У.** (к.т.н., доцент )

Повышение технического уровня систем теплоснабжения является стратегической задачей развития современной энергетики в России. Достигнуть её можно путём эффективного использования энергосберегающего оборудования. Применение высокоэффективных технологий приводит к немедленному сокращению потерь теплоты и расхода топлива.

Главным показателем энергетической эффективности котельной является КПД, который учитывает потери топлива и теплоты при производстве и отпуске, а также затраты электроэнергии на привод механизмов. Достигнуть более высоких значений данного показателя возможно благодаря энергосберегающим мероприятиям.

Важной частью правильной работы котельной является соблюдение водо-химического режима тепловых сетей. Коррозия трубопроводов приводит к ухудшению процессов теплообмена и дополнительному расходу энергии. Загрязнение сетевой воды отложениями и продуктами коррозии влечёт за собой колоссальный рост энергозатрат на транспортировку тепла.

Сократить количество солевых отложений в котлах и трубопроводах можно путём добавления в воду реагентов, содержащих фосфонаты и акрилаты. Удаление продуктов коррозии производится путём продувки. Это не только улучшит теплосъём и теплопередачу, но и снизит эксплуатационные затраты на объект без потерь качества тепловых сетей.

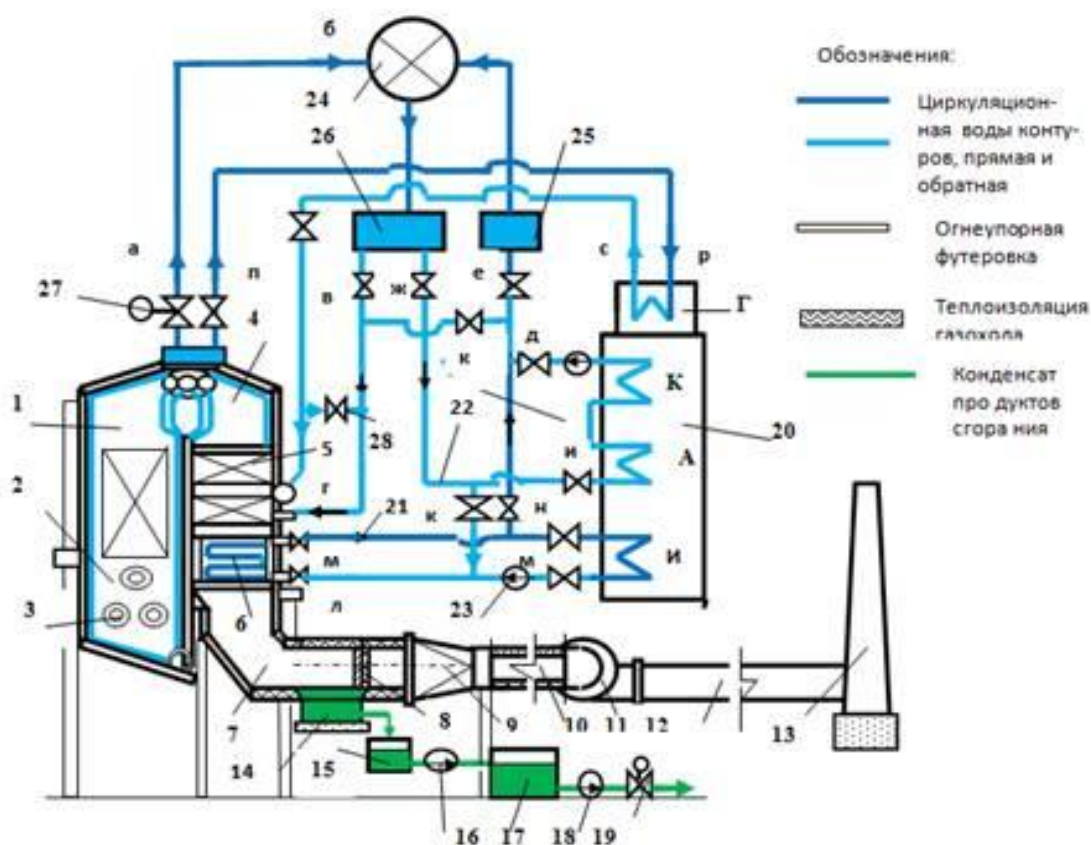
Снижение расхода электроэнергии на 25-30% обеспечивает использование частотных приводов и устройств плавного пуска. Преобразователь частоты вентиляторов и дымососов полностью устраняет токовые перегрузки двигателя, а также исключает проскальзывание ремней. Благодаря установке частотного привода ликвидируется необходимость перезапуска технологического процесса при кратковременном отключении питания. В таком случае производится повторное безударное включение на вращающийся двигатель. Устройство плавного пуска является регулятором напряжения, который

обеспечивает плавный пуск и остановку двигателей, что значительно снижает пусковые токи и ограничивает провалы напряжения в сети. Помимо сохранения электрической энергии данное решение актуально за счёт продления срока эксплуатации двигателя на 15%. [1].

При использовании природного газа в качестве основного топлива добиться значительной экономии энергии можно за счёт использования конденсационных теплообменников. В теплоутилизаторах, представляющих собой калориферную установку, теплоносителем является не вода, а уходящие газы. От газов теплота переходит к воде, идущей на горячее водоснабжение. Вода, проходя по оребренным трубкам, получает некоторую часть теплоты от продуктов сгорания. Это помогает сократить расход топлива, необходимый для приготовления греющей воды в теплообменнике.

Рассмотрим работу системы с конденсационным теплообменником на примере схемы:

*Система глубокой утилизации тепла продуктов сгорания котлов*



Основные элементы схемы: 1-станционный котёл; 2-паровая турбина; 3-генератор; 4,5,6-отборы пара на регенеративный подогрев конденсата, питательной и сетевой воды; 7-узел глубокого охлаждения,

конденсации и утилизации тепла, конденсационный теплообменник, КТ; 8-каплеуловитель; 9-газоход; 10-поддон и резервуар для слива, сбора и отвода конденсата продуктов сгорания; 11-РОУ; 12-бойлерная; 13-конденсатор; 14-конденсатный насос; 15-деаэратор; 16-питательный насос; 17-подогреватель конденсата высокого давления, ПВД; 18-подогреватель конденсата низкого давления, ПНД; 19- дренажный насос; 20- бойлерный насос; 21-сборный бак конденсата; 22-коллектор конденсата.

Конденсат пара из конденсатосборника насосом 14 подается в сборный бак 21, а оттуда в распределительный коллектор 22. С помощью системы автоматического регулирования конденсат делится на два потока: первый подаётся в узел глубокой утилизации, а второй – на подогреватель низкого давления (ПНД) 18, а после в деаэратор 15. Глубокая утилизация обеспечивается с помощью конденсата пара из конденсатора турбины. Продукты сгорания охлаждаются до требуемой температуры (40 °С).

Нагретый конденсат пара из конденсационного теплообменника 7 подается через ПНД 18 (или минуя его) в деаэратор 15. Полученный в конденсационном теплообменнике 7 конденсат продуктов сгорания сливается в поддон и резервуар 10. Затем он подается в бак загрязненного конденсата 23 и перекачивается дренажным насосом 24 в бак запаса конденсата 25, из которого конденсатным насосом 26 через регулятор расхода подается на участок очистки конденсата продуктов сгорания (на схеме не показан), где в дальнейшем подвергается обработке. Очищенный конденсат продуктов сгорания подают в ПНД 18 и далее в деаэратор 15 (либо сразу в деаэратор). Из деаэратора 15 поток чистого конденсата подают питательным насосом 16 в подогреватель высокого давления 17, а из него в котел 1.

Конденсационный теплообменник устанавливают в камере 35 на стыке котла 27 с газоходом. Тепловую нагрузку конденсационного теплообменника регулируют байпасированием, т.е. отводом части горячих газов помимо конденсационного теплообменника через байпасный канал 37 дроссель-клапаном (шибером) 36.

В итоге, применение таких теплоутилизационных агрегатов, как конденсационные теплообменники, позволяет приготовить воду для систем отопления без затрат топлива, т.е. рационально использовать топливно-энергетические ресурсы котельной. За счёт теплоты дымовых газов в котельных установках можно добиться экономии природного газа

около 6%. Более того, данные теплообменники имеют компактные габариты и малое аэродинамическое сопротивление. [2].

Данное решение является достаточно эффективным в котельных установках. Оно не только позволяет сократить расход газа, используя теплоту продуктов сгорания, что приводит к экономии затрат на собственные нужды котельной, но также имеет экологическое значение. За счёт охлаждения выходящих газов уменьшается тепловое загрязнение окружающей среды.

Экономии топлива можно также достичь путём установки погодозависимой системы регулирования. Такая система управляет выработкой и отпуском тепловой энергии. Она позволяет регулировать автоматически температуру теплоносителя в разных контурах в зависимости от внешних факторов и погодных условий. В состав системы регулирования входят датчик контроля наружной температуры, который устанавливается с северной стороны снаружи объекта, и контроллер. В контроллере устанавливается температурная кривая, отражающая зависимость изменения температуры наружного воздуха и температуры теплоносителя. По выстроенной кривой автоматически определяются условия для создания теплового комфорта в помещениях. Как правило, для большей точности устанавливают датчики и внутри помещений.

Помимо обеспечения теплового комфорта в отапливаемых объектах, котельные, использующие погодозависимые системы регулирования, экономят до 15% топлива в сравнении с котельными, где данное решение не применяется.

Перечисленные мероприятия не только решают столь актуальную в наши дни проблему энергосбережения. Их применение также ведёт к экономии затрат на обслуживание котельных установок, продлению срока эксплуатации оборудования и снижению вредоносного воздействия на экологию окружающей среды.

Эффективность глубокой утилизации для котлов электростанций (рис. 1) значительно выше, чем для отопительных, в силу стабильной нагрузки ( $KIM = 0,8-0,9$ ) и больших единичных мощностей (десятки мегаватт).

Оценим ресурс тепла продуктов сгорания стационарных котлов, учитывая их высокий КПД (90–94 %). Данный ресурс определяется количеством сбросного тепла (Гкал/ч или кВт), однозначно зависимым от тепловой мощности котла  $Q_k$ , и температурой за газовыми котлами  $T_{1yx}$ , которую в России принимают не ниже 110–130 °С по двум причинам:



- для увеличения естественной тяги и снижения напора (расхода энергии) дымососа;
- для исключения конденсации водяных паров в боровах, газоходах и дымовых трубах.

**Таблица 1** Сводные (опытные и расчетные) данные для определения утилизации тепла продуктов сгорания котлов

Показатели*	Котлы											
	КВГМ-9, 6-115		ДКВР20/13 Паровой	ДЕВ-25	ПТВМ 30 М		КВГМ 30/150			ПТВМ 30М	КВГМ 50/150	
$Q_K$ :												
- Гкал/ч	7,16	8,4	10,8	15,8	25,8	28,8	30,7	33,6	34,3	41,5	50,0	
- МВт	8,3	9,8	12,5	18,4	29,0	33,4	35,7	39,1	40,0	48,2	58,0	
$V_r$ , м <sup>3</sup> /ч	898	1 056	1 350	1 980	3 230	3 606	3 757	4 110	4 198	5 200	6 260	
$\alpha$	1,200	1,200	1,500	1,500	1,400	1,250	1,445	1,270	1,510	1,300	1,270	
$T_{1yx}$ , °С	172	189	169	98	125	144	189	194	187	174	180	
$Y$	0,130	0,114	0,123	0,300	0,203	0,165	0,116	0,113	0,120	0,180	0,180	
$q_2 = C \times W \times T_{yx}$ , кВт	770	1 003	1 147	975	2 029	2 610	3 570	4 007	3 946	4 548	4 279	
$Q_{yt}$ , кВт	954	1 223	1 684	1 376	2 778	3 599	4 345	5 440	4 761	6 912	6 465	
$\beta = Q_{yt} / q_2$	1,230	1,220	1,470	1,410	1,370	1,380	1,220	1,356	1,215	1,520	1,510	
$\sigma = q_2 / Q_K$	0,096	0,102	0,095	0,080	0,072	0,080	0,103	0,106	0,102	0,100	0,076	
$\varphi = Q_{yt} / Q_K$	0,115	0,126	0,134	0,075	0,093	0,108	0,120	0,140	0,120	0,143	0,111	
$\Delta T_{cp}$ , °С	78,5	87,0	77,0	41,5	55,0	64,5	87,0	89,5	86,0	79,5	60,5	
$K_w$ , Вт/м <sup>2</sup> •°С	39,0	40,0	60,0	77,0	85,0	94,0	100,7	105,4	106,0	72,6	61,4	
$F$ , м <sup>2</sup>	312	351	434	470	594	594	496	577	522	693	1077	
Число секций, $n$	3	3	4	4	5	5	4	5	5	6	10	
КПД котла, $\eta_K$	0,907	0,900	0,908	0,947	0,930	0,924	0,900	0,900	0,901	0,906	0,926	
Экономия в год:												
- тепла, Гкал	6 734	8 700	11 873	9 302	19 123	24 946	30 900	38 804	33 816	48 860	44 696	
- газа, млн м <sup>3</sup>	0,8420	1,0875	1,4840	1,1620	2,3900	3,1160	3,8600	4,8500	4,2160	6,1070	5,5870	
- средств, млн руб.	4,210	5,440	7,420	5,810	11,952	15,590	19,300	24,250	21,135	30,540	27,930	

\*Обозначения:  $Q_K$  – тепловая мощность котла;  $V_r$  – расход газа (природный,  $Q_{г}^p = 8\,000$  ккал/м<sup>3</sup>);  $\alpha$  – коэффициент расхода воздуха на горение;  $T_{1yx}$  – температура продуктов сгорания;  $Y$  – степень байпасирования (отношение объема отведенных в байпас продуктов сгорания к их общему объему за котлом);  $q_2$  – потеря тепла с продуктами сгорания;  $Q_{yt}$  – количество утилизируемого тепла;  $\Delta T_{cp}$  – средний расчетный перепад температур для расчета коэффициента  $K_w$  теплопередачи в конденсационном теплообменнике «рабочее тело – продукты сгорания»;  $F$  – поверхность нагрева конденсационного теплообменника,  $n$  – число секций водогазового теплообменника.

Исходные данные: Температуры продуктов сгорания: на выходе из конденсационного теплообменника  $T_{2yx} = 40$  °С (за котлом); смеси за байпасом  $T_{см} = 60-70$  °С; конденсата на входе/выходе конденсационного теплообменника 30/90 °С. Коэффициент использования мощности котла КИМ = 0,85. Стоимость газа, тариф: 5 руб./м<sup>3</sup>. Инвестиционные затраты на создание узла глубокой утилизации – около 6 млн руб. Текущие (эксплуатационные) расходы – около 2 млн руб. в год.

Расширенный анализ большого массива<sup>1</sup> опытных данных балансовых, пусконаладочных испытаний, проведенных специализированными организациями, режимных карт, отчетной статистики станций и т. п. и результаты расчетов значений потери тепла с уходящими продуктами сгорания  $q_2$ , количества утилизируемого тепла<sup>2</sup>  $Q_{yt}$  и производных от них показателей в широком диапазоне нагрузок станционных котлов приведены в табл. 1<sup>3</sup>. Цель – определение  $q_2$  и соотношений величин  $Q_K$ ,  $q_2$  и  $Q_{yt}$  в типовых условиях работы котлов (табл. 2). В нашем случае не имеет значения, какой котел: паровой или водогрейный, промышленный или отопительный.

Показатели табл. 1, выделенные голубым цветом, рассчитывали по алгоритму (см. справку). Расчет процесса глубокой утилизации (определение  $Q_{ут}$  и др.) проводили по инженерной методике, приведенной в [4] и описанной в [1]. Коэффициент теплопередачи «продукты сгорания – конденсат» в конденсационном теплообменнике определяли по эмпирической методике завода – изготовителя теплообменника (ОАО «Калориферный завод», Кострома).

Результаты свидетельствуют о высокой экономической эффективности технологии глубокой утилизации для стационарных котлов и рентабельности предлагаемого проекта. Срок окупаемости систем – от 2 лет для котла минимальной мощности (табл. 2, котел № 1) до 3–4 мес. Полученные соотношения  $\beta$ ,  $\varphi$ ,  $\sigma$ , а также статьи экономии (табл. 1, строки 8–10, 13–18) позволяют сразу оценить возможности и конкретные показатели заданного процесса, котла.

#### Список литературы

1. СП 89.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП II-35-76 "Котельные установки".
2. Великанов В.П., Кожухов С.В. Автоматическое регулирование систем отопления жилых зданий. Серия: Жилищное хозяйство, М., 1985.
3. Фаликов В.С., Витальев В.П. Автоматизация тепловых пунктов // М.; Энергоатомиздат, 1989.
4. Шадек Е., Маршак Б., Крыкин И., Горшков В. Конденсационный теплообменник-утилизатор – модернизация котельных установок // Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ. 2014. № 3 (24).
5. Кудинов А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. М. : Машиностроение, 2012.

## Модернизация систем теплоснабжения сельских поселений на примере Ульяновского района Ульяновской области

**Суворов О.Ю.** (студент гр. УЖКХмд -13, начальник ПЭУ р.п.Ишеевка ОГКП «Корпорация развития коммунального комплекса Ульяновской области»),  
руковод. **Марченко А.В.** (к.т.н., доцент)

Модернизация систем теплоснабжения сельских поселений – один из актуальных вопросов как в Ульяновской области, так и в России. Вопросами модернизации указанных систем в Ульяновском районе Ульяновской области начали активно заниматься, начиная с 2011 года, совместно сотрудники администрации района, привлеченные технические специалисты, профильные министерства правительства Ульяновской области, при непосредственном участии губернатора Ульяновской области С.И. Морозова.



Фото 1. Р. п. Ишеевка, котельная №1, ул. Гагарина, 24, июнь 2012 г.

Определенных успехов удалось достичь, но некоторые основные задачи не решены и по сей день.

Эффективность работы систем теплоснабжения зависит от многих факторов, часть проблем имеют значительные масштабы:

1.Изменение баланса подключенных к источникам теплоснабжения тепловых нагрузок.

Большинство квартальных котельных в рабочих поселках Ульяновской области были построены в период 1965 -1980 г. г. и были рассчитаны на выработку тепловой энергии, как для промышленных предприятий, так и абонентов социальной сферы, жилого фонда, причем для некоторых предприятий требовалось производство пара ( р. п. Ишеевка, АОЗТ «Иштекс» - текстильная промышленность). К 2010 году большинство предприятий - потребителей тепловой энергии либо прекратили свое существование, либо установили собственные источники теплоснабжения. В результате в квартальных котельных образовался избыток установленной мощности, который тем не менее требует затрат на содержание, так как находился в составе единой системы, отпала потребность в выработке пара. Большая часть котлов была переведена в водогрейный режим, что ухудшило их основные характеристики.

2.Значительный износ котельного оборудования, зданий и сооружений тепловых источников.

Как упоминалось ранее, квартальные тепловые источники были построены 40 - 55 лет назад (Ульяновский район, р.п.Ишеевка, котельная №1, ул. Гагарина, 24 – 1976 год ввода в эксплуатацию, котельная №2, р. п. Ишеевка, ул. Ульянова, 1П – 1968 год (данные Муниципального Учреждения "Комитет по Управлению Муниципальным Имуществом и Земельным Отношениям Муниципального Образования "Ульяновский район "Ульяновской области", отраженные в акте приема – передачи, приложении к действующему договору аренды с теплоснабжающей организацией [6]) соответственно, основное котельное оборудование и коммуникации в то же время. В настоящее время большинство зданий и сооружений требуют проведения капитального ремонта или реконструкции.

Котельное оборудование, где не производилась его замена в период эксплуатации, отработало более 2-3 – х сроков эксплуатации, а насосные группы – более 4-5 (согласно правилам исчисления амортизации по бухгалтерскому учету).



Фото 2. Здание котельной №1 р. п. Ишеевка, ул. Гагарина, 24.

Аварийное состояние котельного оборудования может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций в отопительный период. В октябре – ноябре 2017 года в режиме чрезвычайной ситуации были приняты экстренные меры по частичной замене котельного оборудования в котельной №2 р. п. Ишеевка.



Фото 3 . Р. п. Ишеевка, котельная №2, ул. Ульянова, 1П, ноябрь 2017 г.

### 3.Износ тепловых сетей.

Сверхнормативные потери теплоносителя и тепловые потери через изоляцию при транспортировке до объектов теплоснабжения обусловлены в первую очередь значительным (50-70 %) износом сетей теплоснабжения. Полный износ стальных труб в системах теплоснабжения исчисляется 20-ти летним сроком эксплуатации. В настоящее время некоторые магистральные участки находятся в эксплуатации более 30 – 40 лет (данные Муниципального Учреждения "Комитет по Управлению Муниципальным Имуществом и Земельным Отношениям Муниципального Образования "Ульяновский район "Ульяновской области", отраженные в акте приема – передачи, в приложении к действующему договору аренды с теплоснабжающей организацией [6]). В результате потери теплоносителя могут превышать нормативные (0,25% от объема системы в час) в 6-8 раз (котельная №2 р.п. Ишеевка), а потери тепловой энергии через изоляцию в 3-4 раза (котельные №1 и №2 р.п. Ишеевка).



Фото 4. Демонтированный участок тепловой сети котельной №2 р.п. Ишеевка

Кроме того, износ тепловых сетей является причиной большинства возникающих аварийных ситуаций, приводящих к прекращению подачи

тепловой энергии потребителям и нарушению стабильной работы тепловых источников.



Фото 5. Аварийные работы по устранению порыва теплотрассы. Р. п. Ишеевка, октябрь 2019 г.

#### 4. Низкий уровень автоматизации процессов.

Упомянутые выше тепловые источники оборудованы, как правило, простейшей аварийной автоматикой и примитивным погодозависимым регулированием, величина удельных расходов ресурсов зачастую зависит от грамотных действий постоянно присутствующего дежурного персонала.

Рассмотрев и сформулировав основные проблемы, определим способы, позволяющие достичь существенного повышения надежности и энергоэффективности систем теплоснабжения.

Основные мероприятия программ развития и модернизации систем теплоснабжения, разрабатываемых согласно требований ФЗ №190 от 27.07.2010 г. «О теплоснабжении», ФЗ от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утвержденному приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 944/пр и введенному в действие с 17 июня 2016 г. СП 89.13330.2016, Федерального закона от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ

"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", Федерального закона от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" Федеральных норм и правил согласно приказа №542 от 15 ноября 2013 года по Федеральной службе по Экологическому, технологическому и атомному надзору можно разбить на следующие группы:

1. Проведение обследования объектов теплоснабжения;
2. Строительство новых источников тепловой энергии;
3. Модернизация и реконструкция котельных, тепловых сетей и ЦТП;
4. Строительство тепловых сетей;
5. Внедрение ресурсосберегающих технологий.

Важнейшими направлениями реализации программы реконструкции и развития систем теплоснабжения должны стать:

- В рамках актуализации схем теплоснабжения, утвержденных постановлениями муниципальных образований в соответствии с ФЗ №190 от 27.07.2010 г. «О теплоснабжении», постановлением Правительства РФ №808 от 08.08.2012 г. «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о изменении в некоторые акты Правительства Российской Федерации», постановлением Правительства РФ «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» №154 от 22.02.2012 г. (для Ишеевского городского поселения Ульяновского района Ульяновской области – постановление администрации МО «Ишеевское городское поселение» Ульяновского района Ульяновской области №396 от 12.08.2013 года «Об утверждении схемы теплоснабжения»[1]) и генерального плана развития поселений, инвентаризация и уточнение баланса нагрузок потребителей и мощностей источников.

- По итогам актуализации схем теплоснабжения - консервация или демонтаж избыточных мощностей.

- Проведение модернизации централизованных систем теплоснабжения с высокой плотностью тепловой нагрузки с внедрением новейших автоматизированных систем производства тепловой энергии и использованием при строительстве тепловых сетей труб с улучшенными характеристиками теплоизоляции (предизолированные стальные трубы с ППУ (Уральский трубный завод), полимерные типа «Изопрофлекс» (Чебоксарский трубный завод).





**Трубы ИЗОПРОФЛЕКС® - 95А**  
Технические характеристики

**Диаметры** 40-225 мм

**Рабочая температура** – 95°С

**Рабочее давление** – 1,0 Мпа

**Способы прокладки** - подземный бесканальный; в проходных и непроходных каналах

**Назначение** - вторичный контур сетей теплоснабжения (сети с ЦТП); сети ГВС

Рис.1. Структура полимерной трубы Изопрфлекс – 95А, основные характеристики.

ИЗОПРОФЛЕКС® – запатентованное название системы гибких теплоизолированных труб, предназначенных, прежде всего, для подземной бесканальной прокладки сетей горячего водоснабжения и низкотемпературного теплоснабжения.

Теплоизоляция изготовлена из полиуретана, вспененного без применения фреона, обладающего высокими теплоизоляционными свойствами.

Гибкость труб ИЗОПРОФЛЕКС® позволяет использовать их практически при любых вариантах прокладки трубопровода и дает возможность выбрать оптимальный маршрут.

Труба ИЗОПРОФЛЕКС® поставляется на строительную площадку длинномерными отрезками требуемой длины (обычно в бухтах), что дает возможность обойтись при укладке минимальным количеством соединений. Это позволяет примерно вдвое уменьшить ширину траншеи для прокладки труб, что существенно снижает производственные затраты и сроки проведения монтажных работ.

Физические свойства труб позволяют производить их укладку без учета теплового расширения.

Трубы ИЗОПРОФЛЕКС® с SDR 11 – предназначены для сетей горячего водоснабжения и отопления с максимальным рабочим давлением 0,6 МПа и рабочей температурой 95°С.

Статистика аварийных случаев при использовании систем гибких трубопроводов ИЗОПРОФЛЕКС®- с 2002 г. в РФ показывает, что на 95 километров трубопровода в год приходится в среднем одно повреждение.

Опыт прокладки систем гибких трубопроводов ИЗОПРОФЛЕКС® показывает, что скорость монтажа в этом случае в 5–10 раз выше по сравнению с традиционными металлическими трубами. Бригада из четырех человек обеспечивает прокладку 400–700 метров трубопровода за смену. При этом не требуется использования погрузочно-разгрузочных механизмов и сварочной техники.

- Проведение частичной децентрализации систем, находящихся в зоне предельной эффективности централизованного теплоснабжения (Ульяновский район, р. п. Ишеевка, котельная №2, 50 квартир частного сектора на ул. Дружба и Луговая с общей пиковой нагрузкой менее 0,3 Гкал/час подключены к сетям теплоснабжения протяженностью более 1 км, ежегодные убытки теплоснабжающей организации в данном секторе достигают более 1,5 млн. руб.(данный факт отмечен в материалах утвержденной схемы теплоснабжения Ишеевского городского поселения Ульяновского района Ульяновской области [1]).

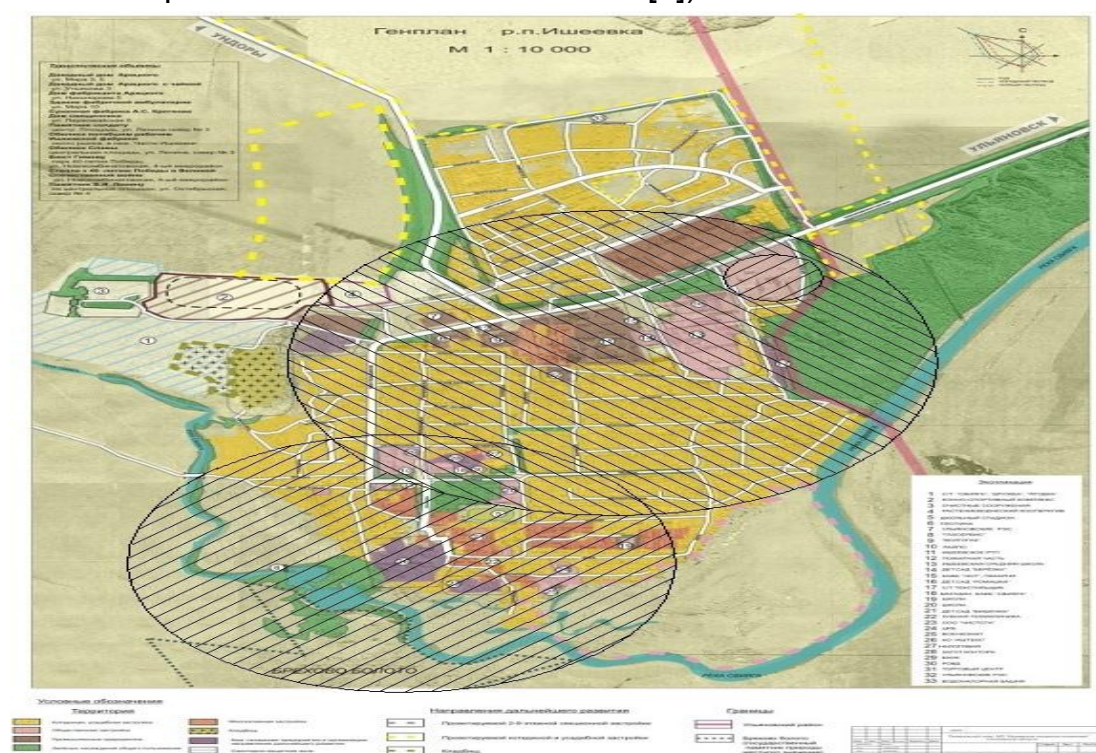


Рис.2. Эффективные радиусы теплоснабжения тепловых источников р.п. Ишеевка. [1]

- Осуществление полной децентрализации систем теплоснабжения с очень низкой плотностью тепловой нагрузки. (Ульяновский район, п.

Зеленая Роща, в 2014 году в связи с значительным уменьшением подключенной тепловой нагрузки к квартальной котельной с установленной мощностью 8 МВт, был осуществлен вывод из эксплуатации указанного источника, перевод на индивидуальное газовое отопление жилого фонда, монтаж и ввод в эксплуатацию нового источника теплоснабжения, БМК с установленной мощностью 0,5 МВт, для двух объектов – д/с «Дубравушка» и ДК, протяженность магистральных тепловых сетей сократилась с 3 км до 300 м при уменьшении диаметра трубопроводов в 2 раза).

- Создание интеллектуальных систем теплоснабжения за счет развития автоматизации технологических процессов выработки, транспорта и распределения энергоресурсов, обеспечением надежности и качества услуги, дистанционного контроля и управления технологическими процессами; информатизации всех процессов, составляющих всю цепочку теплоснабжения от производства до потребителя.

Таким образом, реализация указанных выше мероприятий позволит достичь следующих показателей:

- повысить эффективность производства тепловой энергии до 90 % (обосновано при создании ПСД на техническое перевооружение котельных №1 и №2 р. п. Ишеевка ООО «Сервис – монтаж, наладка» [ 2, 3] );

- гарантированно снизить тепловые потери в магистральных тепловых сетях до 7 %, сократить расход теплоносителя на подпитку до уровня нормативного (установленная правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей, а также правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок, в пределах 0,25% среднегодовой емкости трубопроводов тепловых сетей в час, (приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. N 325 "Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя" (с изменениями и дополнениями)[15], обосновано при разработке ПСД ООО «СтройПроектИзыскания» [5]);

- обеспечить снижение потерь тепловой энергии от дисбаланса спроса и предложения до минимума за счет внедрения средств автоматизации, диспетчеризации и регулирования.

Следует отметить, что в настоящее время модернизацией систем теплоснабжения сельских поселений по инициативе губернатора

Ульяновской области и при поддержке правительства Ульяновской области активно занимается ОГКП «Корпорация развития коммунального комплекса Ульяновской области» (генеральный директор – С. Л. Носков). В период 2018 - 2019 г. г. были построены и введены в эксплуатацию более 70 тепловых источников в различных районах области. В основном – это блочно - модульные котельные, работающие в автоматическом режиме. Кроме этого, ежегодно при подготовке к очередному отопительному сезону проводится значительная работа по модернизации, частичному ремонту котельного оборудования, замена аварийных участков тепловых сетей. По состоянию на 1.01.2020 года организацией эксплуатируется более 200 тепловых источников.



Фото 6 . БМК ЦРБ р.п. Старая Майна.

#### **Список литературы**

1. Постановление администрации МО «Ишеевское городское поселение» Ульяновского района Ульяновской области №396 от 12.08.2013 года «Об утверждении схемы теплоснабжения муниципального образования «Ишеевское городское поселение» Ульяновского района Ульяновской области».

2. ООО «Сервис – монтаж, наладка». Рабочая документация «Техническое перевооружение сети газопотребления с заменой котлов ОПИ – ЗМЗ-Е-4/14-225ПИ на котлы BOSCH-UNIMAT UTL UT 30/4200 в котельной №1 по адресу: Ульяновская область, Ульяновский район, р .п. Ишеевка, ул.Гагарина,24», 2015.

3. ООО «Сервис–монтаж, наладка». Рабочая документация «Техническое перевооружение сети газопотребления, с заменой котлов ДКВР 6,5/13 на котлы

BOSCH-UNIMAT UTL UT 30/4200 в котельной №2 по адресу: Ульяновская область, Ульяновский район, р.п. Ишеевка, ул.Ульянова,1 П», 2016.

4. Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. N 325 "Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя" (с изменениями и дополнениями).

5. ООО «СтройПроектИзыскания». Проект «Муниципальное образование «Ишеевское городское поселение» реконструкция сетей теплоснабжения. 1 этап строительства», 2016.

6. Договор аренды объектов имущества № 54 от 20.02.2019 г. МО «Ульяновский район» Ульяновской области, акт приема - передачи. 2019.

7. ФЗ №190 от 27.07.2010 г. «О теплоснабжении».

8. Постановление Правительства РФ №808 от 08.08.2012 г. «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о изменении в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

9. Постановление Правительства РФ «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» №154 от 22.02.2012 г.

10. ФЗ от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

11. ФЗ от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

12. ФЗ от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

13. ФЗ от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".

14. Приказ №542 от 15 ноября 2013 года по Федеральной службе по Экологическому, технологическому и атомному надзору.

15. приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. N 325 "Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя" (с изменениями и дополнениями).

## **Построение графиков коммунально-бытовой и технологической нагрузок на ТЭЦ с использованием специальной компьютерной программы**

**Долгов М.А.** (студ. гр. ТГмд-21), **Митяхин Д.А.** (студ. гр. ТГмд-21, инженер ООО “ПСК Стройтеплосервис”)  
руковод. **Орлов М.Е.** (к.т.н., доцент)

С целью определения возможностей использования технологического пара для обеспечения теплофикационной нагрузки разработан графо-аналитический метод [1], который заключается в совместном построении и анализе графиков отопительной и технологической тепловых нагрузок ТЭЦ.

Графо-аналитический метод сочетает в себе возможность применения математических расчетов с простотой и наглядностью графических построений и заключается в отображении результатов предварительных аналитических расчетов. Основными недостатками графо-аналитических методов считаются меньшая точность, чем у аналитических методов и нередко большая громоздкость построений, особенно при стремлении повысить точность расчетов. Вследствие этого аналитические методы с началом развития вычислительной техники вышли на первый план как более точные, а эффективность проверенных временем геометрических теорий оказалась в зависимости от несовершенства графических инструментов, погрешностей и значительных временных затрат на проведение расчетов.

Однако не следует пренебрегать графо-аналитическими методами, которые с появлением новых компьютерных графических программ, сохранив свои достоинства, полностью лишились своих недостатков. Точность графических построений стала сравнима с аналитической (до десяти знаков после запятой), а необходимость в громоздких однотипных построениях отпала с использованием параметрических моделей.

Ранее в научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» УлГТУ была разработана программа построения графиков часового и годового расходов теплоты на ТЭЦ [6]. На сегодняшний день программа получила дополнительный интерфейс, с помощью которого можно построить график

технологической нагрузки на ТЭЦ и определить возможности ее потенциального использования для теплофикационных нужд.

На ТЭЦ основная тепловая нагрузка обеспечивается за счет высокоэкономичных теплофикационных отборов пара турбин на основные сетевые подогреватели. Остальная часть тепловой нагрузки (сверхбазовая или пиковая) отпускается от источников пиковой мощности. Отношение максимальной тепловой мощности  $Q_{отб}$ , обеспечиваемой отборным паром турбин, к максимальной тепловой нагрузке ТЭЦ  $Q_T$ , называется коэффициентом теплофикации  $\alpha_{ТЭЦ}$ . Чем больше значение имеет  $\alpha_{ТЭЦ}$ , тем больше комбинированная выработка электроэнергии на тепловом потреблении, поэтому значительное влияние на эффективность теплофикации оказывает выбор способа обеспечения пиковой тепловой мощности.

В качестве пиковых источников теплоты наибольшее распространение получили водогрейные котлы, как относительно простые и дешевые по капитальным затратам. Кроме пиковых водогрейных котлов для обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения используются также пиковые сетевые подогреватели.

Как показывает опыт эксплуатации, пиковые подогреватели являются более надежным оборудованием, чем водогрейные котлы. Пароводяные подогреватели менее подвержены температурным разверкам. Во всем поверхностном пароводяном теплообменнике разверки температур не превышают  $5^{\circ}\text{C}$  (а для водогрейных котлов  $40\text{-}50^{\circ}\text{C}$ ), поэтому противонакипная обработка подпиточной воды может производиться по упрощенным более дешевым технологиям, например, с помощью ультразвуковых установок или дозирования в тракт подпиточной воды хорошо зарекомендовавших себя антинакипинов (ОЭДФ-Zn, ИОМС-1 и других комплексонов). Если дополнительно установить пиковые сетевые подогреватели на ТЭЦ, совместно с водогрейными котлами, то это может дать значительную экономическую выгоду.

Расчет тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию производился по формулам [4]:

$$Q_o = Q_o^p \frac{t_b}{t_b} \frac{t_H}{t_{H.o.}^{p.o.}}, \quad (1)$$

$$Q_B = Q_B^p \frac{t_b}{t_b} \frac{t_H}{t_{H.B.}^{p.B.}}, \quad (2)$$

где  $Q_o^p$  - расчетная нагрузка на отопление, кВт;  $Q_b^p$  - расчетная нагрузка на вентиляцию, кВт;  $t_b$  - температура внутреннего воздуха, °С;  $t_n$  - температура наружного воздуха, °С;  $t_{n.o.}^{p.o.}$  - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С;  $t_{n.b.}^{p.b.}$  - расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции, °С.

Определение тепловой нагрузки на горячее водоснабжение (ГВС) производится по формулам [4]:

$$Q_{hm} = q_h m, \quad (3)$$

где  $Q_{hm}$  - средний тепловой поток на ГВС для жилых и общественных зданий, Вт;  $q_h$  - укрупненный показатель среднего теплового потока на горячее водоснабжение в сутки на человека, Вт/чел.;  $m$  - количество человек.

$$Q_{h.max} = 2,4Q_{hm}, \quad (4)$$

где  $Q_{h.max}$  - максимальный тепловой поток на ГВС для жилых и общественных зданий, Вт.

Построенный в программе график разделен на две части. В левой части показан график по продолжительности тепловой нагрузки в часах, в правой части – график зависимости тепловой нагрузки отопления и вентиляции и суммарной тепловой нагрузки от температуры наружного воздуха. Ось ординат является общей и обозначает тепловую мощность в ГВт [6].

Для построения графика технологической нагрузки вводим дополнительные значения мощностей производственных отборов турбин (рис. 1), таких как “Установленная мощность”, “Максимальная мощность” и “Минимальная мощность”.



Построение графиков ко

Мощность  
производственных отборов  
пара турбин

Установленная, ГВт

3.60

Задать величину

Максимальная, ГВт

2.20

Задать величину

Минимальная, ГВт

2

Задать величину

Уменьшить

Увеличить

Расчет

Рис. 1. Окно ввода дополнительных данных

После введения дополнительных значений мощностей производственных отборов пара турбин программа строит график технологической нагрузки (рис. 2).

На рис. 2 слева в окне находится панель управления графиком, которая позволяет увеличить/уменьшить масштаб, осуществлять передвижение вверх/вниз, влево/вправо. Добавилась функция разделять построенные графики, т.е. по отдельности показать график коммунально-бытовой и технологической нагрузки или наложить их вместе. Также графики можно сохранить, чтобы в дальнейшем при необходимости распечатать его или вставить в текстовый документ. Итоговые значения тепловой нагрузки можно вывести в отдельном окне нажав кнопку «Расчет» (рис. 3).

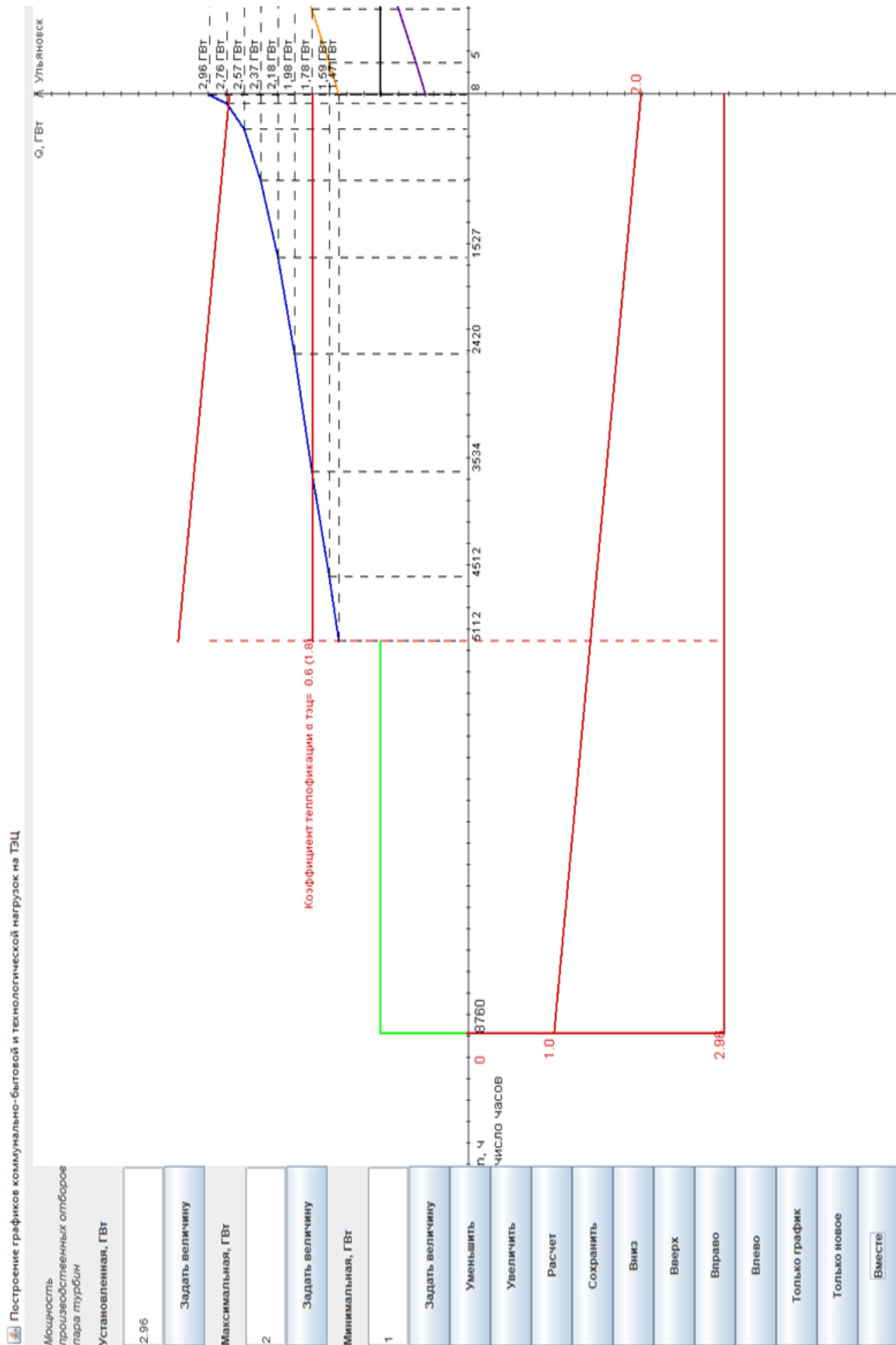


Рис. 2. Окно результатов программы «Построение графиков коммунально-бытовой и технологической нагрузок на ТЭЦ»

Расход теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС за отопительный сезон - 36717882,35 ГДж

Пиковая тепловая нагрузка - 13365741,18 ГДж

Расход теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС за весь год - 49850682,35 ГДж

Количество неиспользованной теплоты производственных отборов - 26868672,00 ГДж

Количество используемой теплоты производственных отборов на теплофикационные нужды - 13353417,23 ГДж

Рис. 3. Окно с полученными результатами расчета для г. Ульяновск

Таким образом, программа построения графиков коммунально-бытовой и технологической нагрузок на ТЭЦ позволяет производить многовариантные расчеты тепловых нагрузок, повысить точность расчетов, при этом снизив затраты времени, и тем самым обеспечить удобство анализа результатов для учебных и производственных целей.

С целью определения возможности использования избытков технологического пара для покрытия пиковой тепловой нагрузки систем теплоснабжения предложен графо-аналитический метод совместного анализа графиков коммунально-бытовой и производственной нагрузок на ТЭЦ.

В ходе проведения расчетов тепловых нагрузок на ТЭЦ мы выявили следующие закономерности:

1. Расчет производился для городов Ульяновск, Москва, Казань и Волгоград при постоянных нагрузках на отопление, вентиляцию и ГВС, а также постоянных технологических нагрузках при различных значениях коэффициента теплофикации  $\alpha_{ТЭЦ}$ .

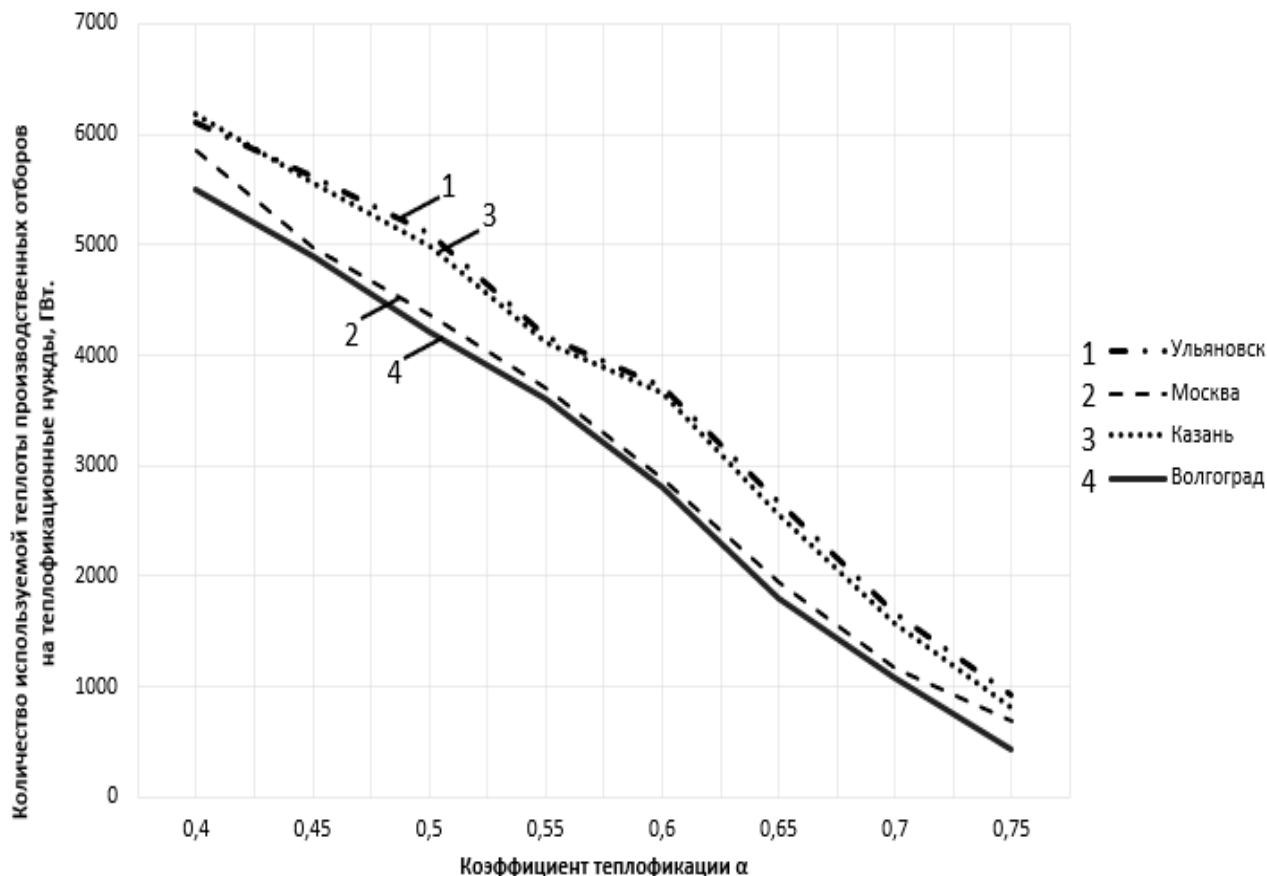


Рис. 4. График зависимости количества теплоты производственных отборов на теплофикационные нужды от коэффициента теплофикации

Из графика видно, что при увеличении коэффициента теплофикации  $\alpha_{\text{ТЭЦ}}$  количество теплоты производственных отборов на теплофикационные нужды уменьшается.

2. Расчет производился для городов Ульяновск, Москва, Казань и Волгоград при постоянных нагрузках на отопление, вентиляцию и ГВС, а также постоянных технологических нагрузках при различных значениях коэффициента теплофикации  $\alpha_{\text{ТЭЦ}}$ .

Из графика видно, что пиковая тепловая нагрузка зависит от коэффициента теплофикации  $\alpha_{\text{ТЭЦ}}$ . При увеличении коэффициента теплофикации  $\alpha_{\text{ТЭЦ}}$  уменьшается значение пиковой тепловой нагрузки.

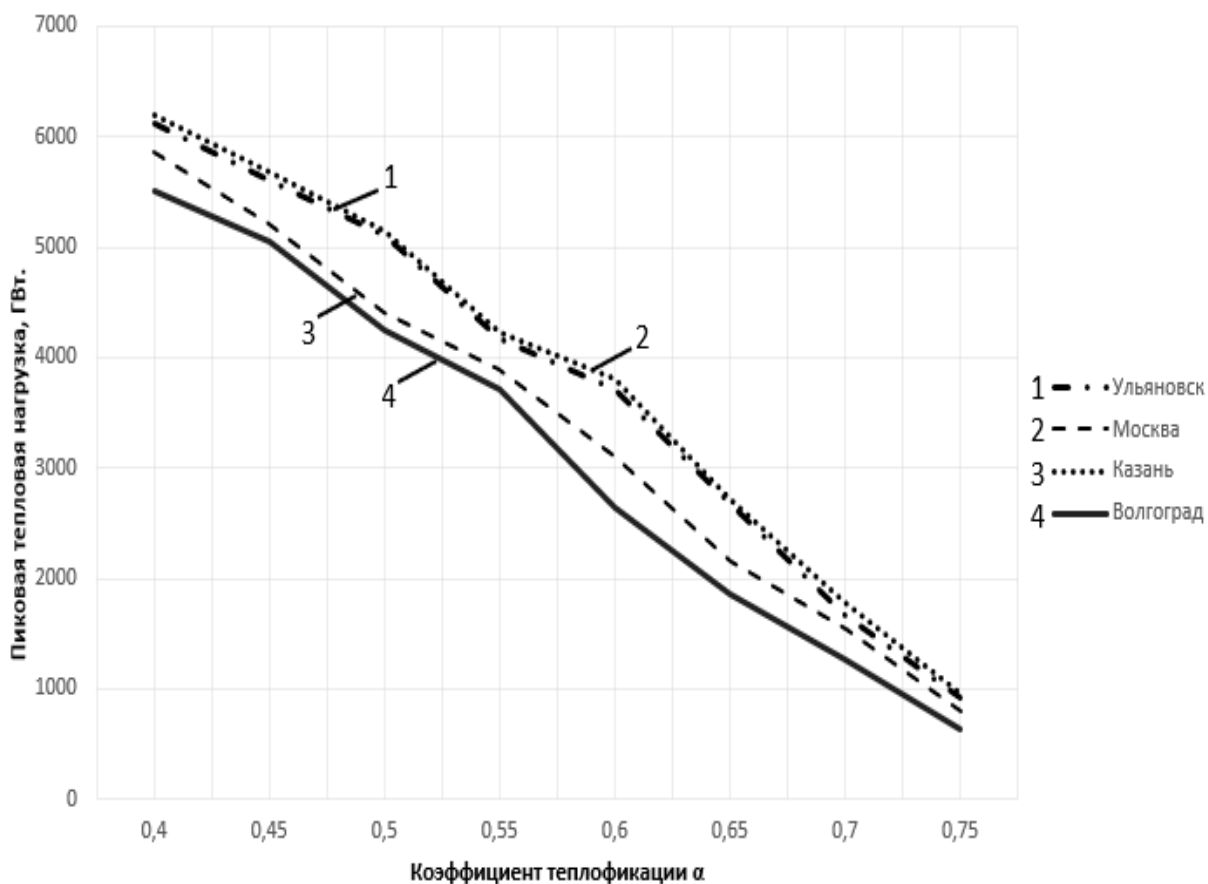


Рис. 5. График зависимости пиковой тепловой нагрузки от коэффициента теплофикации.

3. Расчет производился для городов Ульяновск, Москва, Казань и Волгоград при соотношении нагрузок на ГВС к нагрузке на отопление и вентиляцию равным: 0,1 и выше.

Из графика видно, что с увеличением отношения нагрузки на ГВС к нагрузке на отопление и вентиляцию количество используемой теплоты производственных отборов на теплофикационные нужды увеличивается.

Построенные на рис. 6 графики изменения доли технологической нагрузки в зависимости от отношения нагрузки ГВС к нагрузке отопления и вентиляции могут быть аппроксимированы следующими полиномиальными зависимостями:

- для г. Ульяновск:

$$y=47,215x^4-443,77x^3+1182,1x^2+1449,7x, R^2 = 0,9992; \quad (5)$$

- для г. Москва:

$$y=53,512x^4-521,44x^3+1459,6x^2+805,4x, R^2 = 0,9999; \quad (6)$$

- для г. Казань:

$$y=50,575x^4-476,39x^3+1232,9x^2+1502,3x, R^2 = 0,9999; \quad (7)$$

- для г. Волгоград:

$$y=37,56x^4-365,45x^3+1019,1x^2+1208,4x, R^2 = 0,9997. \quad (8)$$

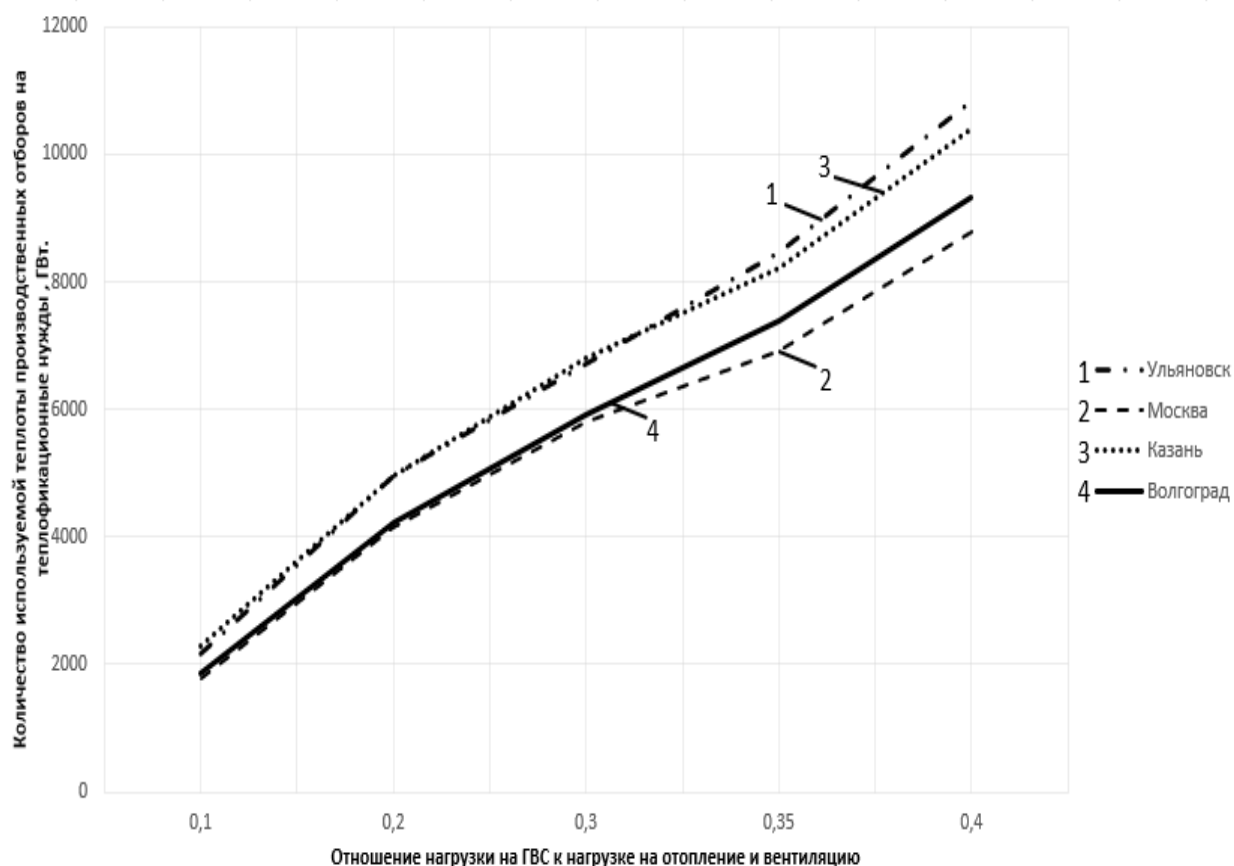


Рис. 6. График изменения доли технологической нагрузки от отношения нагрузке ГВС к нагрузке на отопление и вентиляцию

## Выводы

1. Разработана компьютерная программа, позволяющая строить графики коммунально-бытовой и технологической нагрузок ТЭЦ, определять расходы избыточного технологического пара и возможности его потенциального использования для теплофикационных нужд.

2. Программа построения графиков коммунально-бытовой и технологической нагрузок на ТЭЦ позволяет производить многовариантные расчеты на предпроектной стадии, повысить точность и скорость расчетов, снизить затраты времени и обеспечивает удобство анализа результатов даже после закрытия окна программы. Данная программа может использоваться в учебных дисциплинах, таких как «Централизованное теплоснабжение», «Технология централизованного производства тепловой и электрической энергии», «Технологии обеспечения пиковой мощности систем теплоснабжения» и других.

3. Выполнение программных расчетов для климатических условий нескольких городов позволило получить графики доли технологической нагрузки, направляемой на теплофикационные нужды, в зависимости от коэффициента теплофикации; графики изменения доли технологической нагрузки от отношения нагрузке ГВС к нагрузке на отопление и вентиляцию.

4. Применение графо-аналитического метода и программных расчетов показывает, что на ТЭЦ целесообразно наряду с пиковыми водогрейными котлами иметь специальный пиковый сетевой подогреватель для использования в нем избытка технологического пара, возникающего из-за неравномерности графиков тепловых нагрузок.

5. В условиях спада или перепрофилирования производства доля пара производственного отбора на пиковый сетевой подогреватель может быть увеличена, а при наличии достаточного количества технологического пара можно полностью отказаться от применения ненадежных водогрейных котлов (вывести их в резерв) и всю пиковую тепловую нагрузку обеспечивать в пиковых сетевых подогревателях.

6. Использование вместо водогрейных котлов пиковых сетевых подогревателей позволяет повысить экономичность и надежность ТЭЦ за счет полного покрытия пиковой тепловой мощности от сетевых подогревателей, исключения частых повреждений источников пиковой тепловой мощности, использования для подготовки подпиточной воды недорогих технологий водоподготовки и увеличения выработки электроэнергии на тепловом потреблении при увеличении использования пара производственного отбора, являющегося греющей средой в пиковом сетевом подогревателе.

#### **Список литературы**

1. Orlov M.E. Graphic-analytical method of analysis the efficiency of using an excess steam from the industrial outlets of turbines to ensure the peak thermal capacity of CHP // Construction and Energy Efficiency in 21<sup>st</sup> Century/ Proceedings of the Third Russian-German scientific conference, March 19-20, 2018, Ulyanovsk, Russia. – Ulyanovsk: UISTU, 2018. – P. 185-196.

2. Ротов, П. В. О температурном графике центрального регулирования систем теплоснабжения / Ротов П.В., Орлов М.Е., Шарапов В.И. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – № 5-6. – С. 3-12.

3. Свидетельство № 2013618717 от 17.09.2013 г. об официальной регистрации программы для ЭВМ. Расчет температурного графика замкнутого контура водогрейных котлов в двухконтурных схемах / П. В. Ротов, М. Е. Орлов, В. И. Шарапов.

4. Сафронов, А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям / А.П. Сафронов. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 232 с.

5. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. М.: Минрегион России, 2019. - 109 с.

6. Построение графиков часового и годового расходов теплоты на ТЭЦ с использованием специальной компьютерной программы. Новые технологии в теплоснабжении и строительстве: сборник работ аспирантов и студентов – сотрудников научно- исследовательской лаборатории «Телозенергетические системы и установки». Выпуск 17. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. Ульяновск : УлГТУ, 2019. – 146 с.

7. Свид. 2019660786 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Построение графиков часового и годового расходов теплоты на ТЭЦ / Орлов М.Е., Шарапов В.И., Долгов М.А., Митяхин Д.А.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (RU). – №2019619145; заявл. 25.07.19; опубл. 13.08.19, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.



## Энергоэффективная утилизация ТКО

**Яковлев А.А., Абрамов А.В.** (студ гр. ТГмд – 21),  
**Замалеев М.М.** (к.т.н, доцент )

ТКО, или твердые коммунальные отходы, — это остатки продуктов и предметы, которые мы использовали в быту и которые утратили свои потребительские характеристики.

Отходы состоят из:

- 24% — пищевые отходы
- 21% — бумага, картон
- 13% — полимеры
- 13% — стекло
- 4% — ПЭТФ
- 25% — другое (например, текстиль, дерево, кожа, металлы)

Если органические отходы и бумага не собираются отдельно, то получаемая смесь отходов уже не пригодна для получения вторичного сырья.[1].

Сейчас порядка 95% отходов в Московском регионе и в Казани захоранивается на полигонах:

- 11 000 000 тонн отходов ежегодно производят Москва и Московская область
- 2 000 000 тонн отходов — Татарстан

Захоронение отходов пагубно влияет на природу:

- Отходы разлагаются и наносят ущерб экосистеме (состоянию почвенного покрова, грунтовыми и поверхностными водами, атмосфере).

- Свалочный газ, выделяемый отходами, на 60% состоит из метана, поэтому регулярные бесконтрольные пожары неизбежны.

- Полигоны и свалки занимают огромные территории: только в Московской области требуется 100 га ежегодно. Земли полигонов в течение многих лет после закрытия непригодны для хозяйственных работ и жизнедеятельности.

Комплексное качественное решение вопроса с отходами:

- Сортировка отходов.
- Вторичная переработка отходов и вовлечение в хозяйственный оборот.

- Термическая переработка отходов, непригодных к вторичному использованию, в энергию.

После сжигания тонны отходов:

- Вырабатывается 690 кВт·ч электроэнергии

- 30 кг летучей золы

- 300 кг шлака, используемого в дорожном строительстве

Экологическая безопасность заводов обеспечивается за счет современной системы газоочистки и колосниковой решетки, где поддерживается равномерный процесс горения отходов, что исключает недожег.

Комплексное решение по обращению с отходами

- обеспечивает эффективное сбережение ресурсов;

- устойчивое развитие экосистем регионов.

- Заводы по выработке энергии из отходов являются наилучшей альтернативой полигонному захоронению, так как

- обеспечивают эффективную переработку отходов, непригодных к вторичному использованию, в энергию;

- экологически безопасны.

В мире около 90% установок, МСЗ, используют колосниковые решетки.

Типы решеток:

- Поршневые решетки

- Роликовые решетки

- Реверсивные решетки

Установки с решеткой обычно имеют следующие компоненты:

- устройство подачи отходов

- сжигающая решетка

- зольный разрядник (дроссельная заслонка, шибер)

- система воздушных каналов

- камера сжигания

- вспомогательные горелки

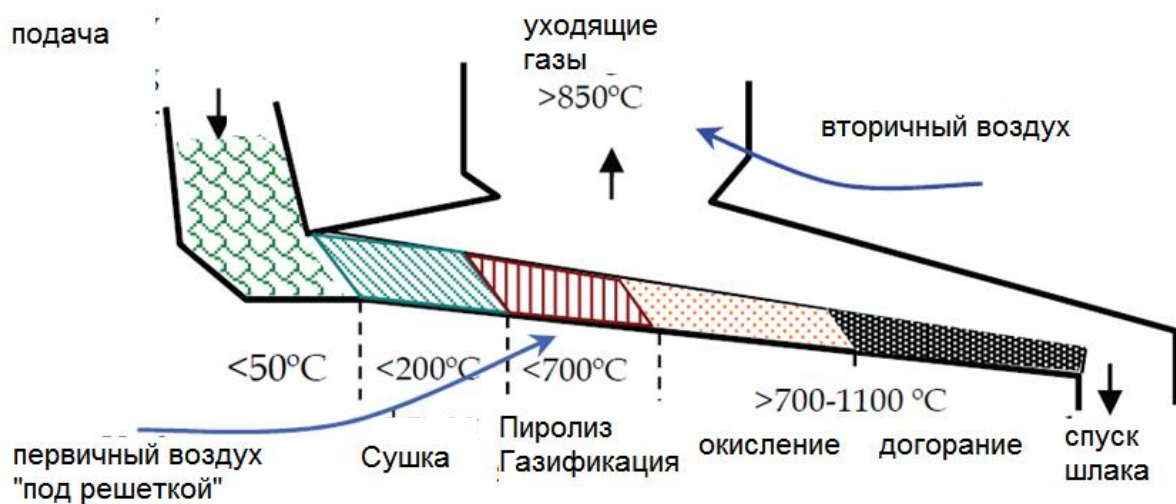


Рис. 1 Процесс горения ТБО

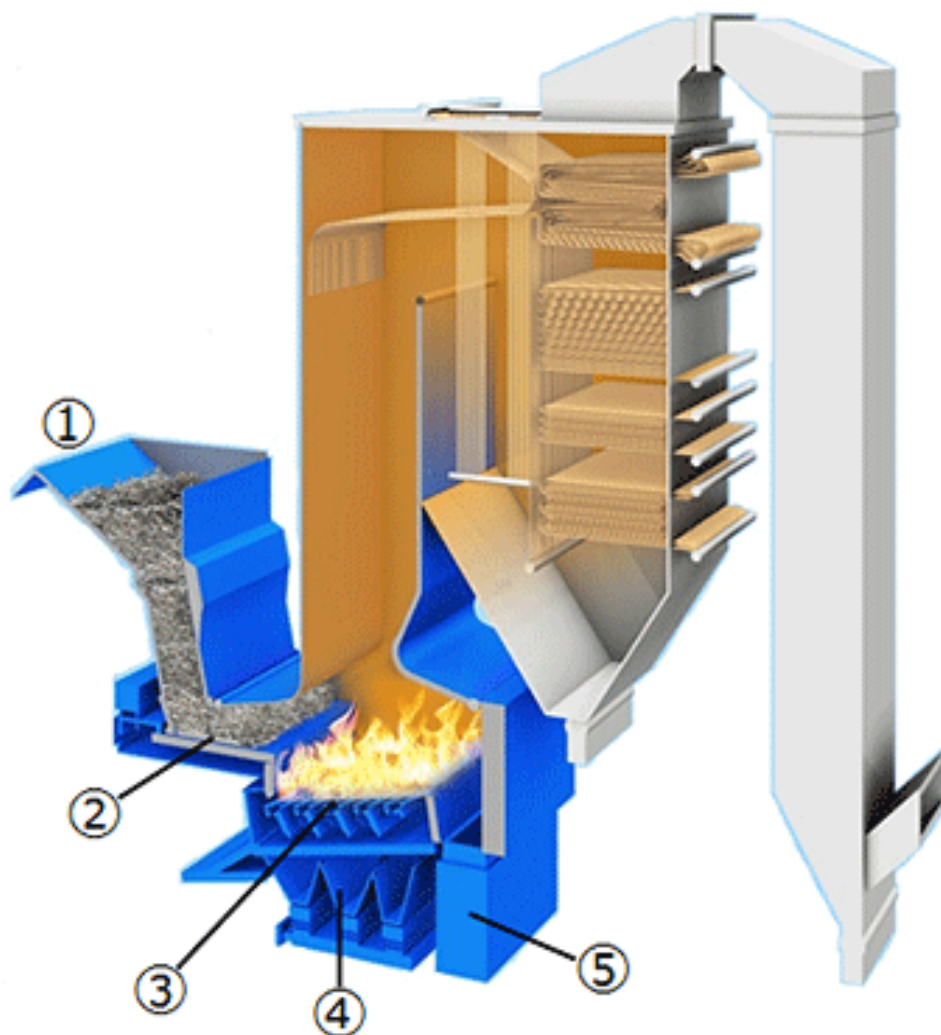


Рис. 2 Топка Mitsubishi: 1-Бункер; 2-Подаватель; 3-Поршневая; решетка; 4-Подача воздуха; 5-Бункер золы.

- «Поршневая решетка» может хорошо смешивать мусор и добиваться более эффективного и полного сгорания даже при высокой влажности и низкой теплотворной способности.

- Топка подразделяется на несколько зон, которые индивидуально поставляются с подогретым воздухом для горения. Поток воздуха в каждую зону контролируется в соответствии с условиями горения.

- Металлы и пластмассы предварительно удаляются

Время пребывания отходов на решетках для сжигания не превышает 60 минут. Подача первичного воздуха обеспечивает прямое сжигание отходов, а вторичный воздух - для достижения турбулентного смешивания отходов, чтобы сжигание было полным. Для достижения полного сгорания газов необходимо, чтобы газы находились при температуре выше 850 ° C не менее 2 секунд. Завершение выгорания газов определяется уровнем угарного газа в отходящих газах газ, который выделяется как побочный продукт химического процесса). Обычно вспомогательные системы сжигания используются для поддержания газов сгорания при желаемых уровнях температуры.

Решетки необходимо охлаждать, потому что воздух добавляется снизу, а высокие температуры могут повредить решетку. Существуют два разных типа систем охлаждения решетки: решетка с воздушным охлаждением и решетка с водяным охлаждением.

Утилизация генерируемого тепла чаще всего осуществляется с помощью выработки перегретого пара с параметрами 400 °C, 7 МПа.

### Список литературы

1. Мусоросжигательный завод [Электронный ресурс] //Режим доступа: <https://w2e.ru.html>
2. Мусоросжигательный котел [Электронный ресурс] //Режим доступа: <https://www.mhiec.co.jp/en/products/recycle/city/wastetoenergy/contents/stoker.html>.
3. База данных по мусоросжигательным установкам [Электронный ресурс] //Режим доступа: <http://www.epem.gr/waste-c-control/database/html/WtE.htm>

## **Особенности использования ГТУ в качестве источника электроэнергии и тепла на мини – ТЭЦ**

**Абрамов А.В., Яковлев А.А.** (студ гр. ТГмд – 21),  
**Замалеев М.М.** (к.т.н, доцент )

В настоящее время ведется активное внедрение более ресурсоемких методов выработки электроэнергии и тепла, основной из них это использование малоразмерных газотурбинных установок (ГТУ). Создание на базе ГТУ Мини-ТЭЦ позволяет решить проблему дефицита тепловой и электрической энергии отдельных регионов, обеспечить бесперебойное энергоснабжение жилищно-коммунального сектора и промышленных предприятий.

Наибольший экономический эффект от установки ГТУ можно получить при максимальном времени использования ее в течение года. Поэтому на первом этапе выбор мощности ГТУ нужно производить по гарантированному круглогодичному отпуску тепла от тепло источников (это может быть отпуск тепла на горячее водоснабжение в летние месяцы или в виде постоянного отпуска пара на производственные нужды). На последующих этапах можно выбирать мощность ГТУ исходя из покрытия зимних нагрузок.

Преимуществами МГТУ являются:

- минимальный ущерб для окружающей среды: низкий расход масла, возможность работы на отходах производства; выбросы вредных веществ;
- низкий уровень шума и вибраций;
- компактные размеры и небольшой вес дают возможность разместить газотурбинную установку на небольшой площади, что позволяет существенно сэкономить средства. Возможны варианты крышного размещения газотурбинных установок небольшой мощности;
- возможность работы на различных видах газа позволяет использовать газотурбинный агрегат в любом производстве на самом экономически выгодном виде топлива;
- эксплуатация, как в автономном режиме, так и параллельно с сетью;
- возможность работы в течение длительного времени при очень низких нагрузках, в том числе в режиме холостого хода;

- максимально допустимая перегрузка: 150 % номинального тока в течение 1 минуты, 110 % номинального тока в течение 2 часов;

- способность системы генератора и возбудителя выдерживать не менее 300 % номинального непрерывного тока генератора в течение 10 секунд в случае трехфазного симметричного короткого замыкания на клеммах генератора, тем самым, обеспечивая достаточное время для срабатывания селективных выключателей;

ГТУ предназначается, в основном, для автономной эксплуатации, что не исключает применение ее в различных энергетических сетях, в том числе и крупных.

В круг потребителей входят:

- все предприятия и организации всех сфер деятельности и видов собственности, включая бытовые предприятия;

- жилой сектор, включая частных владельцев;

- полностью изолированные от энергосетей производственные и жилые объекты, в том числе и базы отдыха;

- потребители, использующие автономные энергоустановки, как в базовом, так и в пиковом классе эксплуатации;

- потребители, использующие только электроэнергию, электроэнергию и тепло (когенерация);

- потребители, для которых наиболее важны технические характеристики установки, и потребители, для которых главным является ее относительно низкая стоимость;

Используемые в настоящее время ГТУ разделяются на три основных типа [1]:

- созданные на базе авиационных реактивных газотурбинных двигателей;

- созданные на базе газотурбинных двигателей для морского использования;

- созданные специально для энергетического использования;

ГТУ, относящиеся к первой и второй категории - более форсированные и легкие установки, отличающиеся простотой обслуживания, меньшими требованиями к инфраструктуре, но также и меньшим ресурсом.

Обычно общее число независимых валов в ГТУ на базе авиационных двигателей и двигателей морского применения 1-3, причем валы, расположенные в газогенераторе, имеют переменную частоту

вращения (в зависимости от нагрузки) в диапазоне 6-14 тыс. оборотов/мин.

Конвертированные для газового топлива двигатели морского применения составили так называемый "промежуточный класс", поскольку в спектре газотурбинной техники они заняли нишу между конвертированными авиационными и двигателями, созданными специально для энергетического использования. Такие установки имеют достоинства авиационных двигателей (небольшие вес и габариты, легкость замены двигателя целиком или его отдельного модуля для выполнения высококачественного ремонта в условиях специализированного производства, высокая приемистость, что позволяет использовать их в пиковом режиме). Кроме того, технологии, материалы и покрытия, используемые при создании этих двигателей, позволяют применять их в условиях морского климата: на судах, морских платформах, береговых и прибрежных объектах и т.д.

ГТУ, относящиеся к третьей категории - это, как правило, одновальные установки, имеющие постоянную частоту вращения, равную частоте вращения генератора. Для обеспечения надежности, тепловой экономичности, снижения стоимости и эксплуатационных затрат, данные энергетические ГТУ проектируются по простейшему циклу. Технические решения таких установок соответствуют принципам, исторически сложившимся в энергетическом машиностроении: тяжелый жесткий вал, подшипники скольжения, лопатки постоянного профиля на основном протяжении проточной части (кроме первых ступеней компрессора и последних ступеней турбины) и т.п. Основным охладителем для рабочих лопаток и лопаток соплового аппарата является воздух.

ГТУ третьей категории предъявляют значительно более высокие требования к строительным работам и инфраструктуре. Срок службы таких установок значительно выше и соответствует значениям, сложившимся в паротурбинных установках.

ГТУ (Мини-ТЭЦ) обладают большим количеством преимуществ по сравнению с ТЭЦ, основным из них является меньший выброс вредных веществ, таких как оксид азота (NO) и диоксид азота (NOx). Эти показатели меньше в 2-3 раза, чем на обычных ТЭЦ, но они не являются пределом совершенства для ГТУ - в направлении уменьшения вредных выбросов ведутся постоянные исследования и разработки.

Методы борьбы с вредными выбросами газотурбинных установок:

- разного рода реконструкции камер сгорания;
- усовершенствование газовой горелки;
- организацию самого процесса сгорания топлива в камерах;
- метод предварительного смешения определенной порции воздуха и топлива перед подачей их в камеру сгорания.

В последние годы предпринимаются попытки создать так называемые двухзонные камеры для сгорания в них топлива. Применение двухстадийного горения топлива в камерах сгорания позволяет снизить выход оксидов азота до 45-50% от начального выхода при сжигании природного газа. Однако двухстадийное сжигание топлива связано с разработкой достаточно сложной конструкции камеры сгорания, что не в полной мере компенсируется снижением эмиссии оксида азота.

В настоящее время наиболее простым и относительно дешевым способом снижения выбросов оксидов азота с продуктами сгорания следует считать способ, основанный на предварительном смешении топлива с воздухом (обедненная смесь) до подачи компонентов в зону горения. Все чаще газотурбинные установки совершенствуют именно таким методом [2].

В заключение можно сказать, что будущее теплоэнергетики за ТЭЦ на основе газотурбинных установок - это не только с экономической стороны оправданное решение, но и с экологической. Низкие уровни эмиссии и шума, отсутствие вибрации, делают это оборудование единственно возможным для применения в местах плотной застройки, таких как жилые кварталы, деловые и курортные районы. Эти особенности позволяют считать данное оборудование наиболее востребованным и перспективным для применения в энергетических комплексах малой мощности.

#### Список литературы

1. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки. – М.: Энергопромиздат, 1985. –304 с. 2.
2. Б.П. Поршаков, А.А. Апостолов, В.И. Никишин. Газотурбинные установки: - М: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 240 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

### *Раздел 1. Анализ прогрессивного опыта теплоснабжения и строительства*

*Ясницкий В.С. Пазушкина О.В.*

**Энергосберегающие технологии в системе жилищно-коммунального хозяйства.....3**

*Тяминов Р.Р. Пазушкина О.В.*

**Энтропия, ее виды и основные примеры.....7**

*Савельев В.А. Пазушкина О.В.*

**Объемные гидромашины.....9**

*Науметуллов Р.Р. Пазушкина О.В.*

**Водоподготовка для котельных.....12**

*Мусаев Р.Ш., Думилина С.А. Пазушкина О.В.*

**Гидравлические двигатели.....15**

*Колесников А.М. Пазушкина О.В.*

**Энергосбережение в ЖКХ.....20**

*Андреев А.В. Пазушкина О.В.*

**Применение уравнения Бернулли в машиностроении.....22**

*Попова Д.А. Пазушкина О.В.*

**Обеспечение безопасности при эксплуатации внутридомового и внутриквартирного оборудования в Ульяновской области.....24**

*Игонин А.П. Ротова М.А.*

**Выполнение оперативного ремонта оборудования с применением композитных материалов в условиях ремонтных мастерских водоканала.....27**

*Чернышев М.В. Марченко А.В.*

**Проблемы цифровизации систем водоснабжения Ульяновской области.....29**

*Суворов О.Ю. Марченко А.В.*

**Модернизация систем теплоснабжения сельских поселений на примере Ульяновского района Ульяновской области.....35**

*Яшин В.С. Ямлеева Э.У.*

**Энергосберегающие мероприятия методом инфракрасного излучения.....46**

*Царев Н.В. Ямлеева Э.У.*

**Основные проблемы в области теплоснабжения.....48**

<i>Хаметов Р.Ш. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Бестраншейных технологий реновации ветхих трубопроводов.....</b>	<b>51</b>
<i>Урусов Е.Ю. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Оценка технологического эффекта внедрения систем управления с частотно-регулируемым электроприводом.....</b>	<b>53</b>
<i>Тарасов О.В. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Энергосбережение путем пассивного использования активной и пассивной солнечной энергии.....</b>	<b>56</b>
<i>Тарасов О.В. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Энергосбережение путем использование тепла геотермальных источников для отопления и ГВС.....</b>	<b>58</b>
<i>Сайфутдинова А. И. Ямлеева Э. У.</i>	
<b>Энергосбережение в ЖКХ датчики движения – экономия электроэнергии.....</b>	<b>60</b>
<i>Сагиров Р.Р. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Применение автоматических регуляторов расхода воды.....</b>	<b>63</b>
<i>Латышов А.Ю. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Энергосберегающие мероприятия методом сбора дождевой воды.....</b>	<b>66</b>
<i>Крашенинников Д.А. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Энергосбережение в котельных установках.....</b>	<b>69</b>
<i>Клемендеев А.С. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Использование шахтного метана в качестве энергоносителя.....</b>	<b>73</b>
<i>Клемендеев А.С. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Использование тепла пластовых вод и геотермальных источников для отопления.....</b>	<b>75</b>
<i>Ерёмин А.Н. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Энергосберегающие мероприятия использования отработанного масла.....</b>	<b>78</b>
<i>Бельская М.А. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Технико-экономическое обоснование внедрения систем управления с частотно-регулируемым электроприводом.....</b>	<b>80</b>
<i>Хусаинов А.И. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Ветряная электростанция – источник энергосбережения.....</b>	<b>83</b>
<i>Хаметов Р.Ш. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Экономические аспекты энергосбережения за счет использования регулируемой системы отопления.....</b>	<b>86</b>
<i>Торопов В.К. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Технология улучшения системы теплоснабжения жилых домов.....</b>	<b>89</b>

*Торопов В.К. Ямлеева Э.У.*

**Технология рациональное использование ресурсов на водоподъёмных станциях.....91**

*Прокофьев Н.С. Ямлеева Э.У.*

**Решение проблем отопления, вентиляции и кондиционирования при проектировании православных храмов.....93**

*Захаров А.А. Ямлеева Э.У.*

**Автономные котельные на древесных отходах.....96**

*Засько Е.А. Ямлеева Э.У.*

**Технологии сжигания отходов на мусоросжигательных заводах...99**

*Засько Е.А. Ямлеева Э.У.*

**Системы газоздушного лучистого отопления.....101**

*Абайдуллина Ю.Р. Ямлеева Э.У.*

**Солнечное оптоволоконное осветительное устройство.....104**

*Абайдуллина Ю.Р. Ямлеева Э.У.*

**Инновационные теплоизоляционные материалы.....106**

*Шишканова К.А. Ямлеева Э.У.*

**Повышение энергоэффективности и энергосбережения зданий...108**

*Шишканова К.А. Ямлеева Э.У.*

**Современные энергосберегающие лампы в ЖКХ.....112**

*Урусова Ю.Е., Урусов Д.Ю. Ямлеева Э.У.*

**Федеральный проект «Оздоровление Волги».....115**

*Сюртмина Я.В. Ямлеева Э.У.*

**Применение современных технологий энергоресурсосбережения в энергоснабжающих организациях ЖКХ .....121**

*Сайфутдинова А. И. Ямлеева Э. У.*

**О востребованности солнечных систем нагрева воды.....124**

*Сагиров Р.Р. Ямлеева Э.У.*

**Применение энергосберегающего стекла в сфере жилищно-коммунального хозяйства.....128**

*Латышов А.Ю. Ямлеева Э.У.*

**Энергосберегающая пленка.....131**

*Герлингер О.А. Ямлеева Э.У.*

**Солнечные батареи их применение и конструкция.....133**

*Герлингер О.А. Ямлеева Э.У.*

**Тепловая изоляция и теплоизоляционные материалы.....135**

*Катишин Д. А. Пазушкина О. В.*

**Гидравлический удар.....138**

*Раздел 2. Разработка новых энергосберегающих технологий  
теплоснабжения и строительства*

*Золин М.В. Морозов Д.С. Пазушкина О.В.*

**Способ подогрева обратной сетевой воды в котельных  
установках.....142**

*Топал Д.А., Ключников С.В. Кузьмин А.В.*

**Особенности энергосбережения в системах холодоснабжения....149**

*Нарышкина К.С. Хусаинова Д.Ф. Замалеев М.М.*

**Использование абсорбционных холодильных машин для  
регулирования температуры циклового воздуха.....153**

*Уразаев Э.Р. Ротова М.А.*

**Определение объемов потребления и стоимости услуг от крышной  
газовой котельной.....157**

*Кузнецов Р.О. Марченко А.В.*

**Анализ энергетической эффективности реализации разработанного  
технического решения по обеспечению нормативных параметров  
микроклимата в многоквартирных жилых домах.....161**

*Быханов А.В., Романов А.А. Замалеев М.М. Орлов М.Е.*

**Краткий анализ проблем в сфере жилищно–коммунального  
хозяйства.....168**

*Архипов И.С. Ильичев Д.С. Носков С.Л.*

**Модернизация котельной.....171**

*Золин М.В. Волкова Е.Ю. Пазушкина О.В.*

**Обзор газоотводящих аппаратов для вакуумных деаэраторов....173**

*Зубков А.Н. Ротова М.А.*

**Актуальные проблемы при выборе способа управления МКД.....181**

*Неверова Т.А. Камалова Р.И.*

**Использование приборов учета при двухтрубной системе  
отопления.....184**

*Тимошина С.С., Костюнина А.А. Ротов П.В.*

**Эффективная защита магистральных газопроводов от коррозии.187**

*Гемечу Б.Д. Орлов М.Е.*

**О природном потенциале и перспективах применения технологии  
концентрированной солнечной энергии в Эфиопском секторе  
Африканской рифовой системы.....189**

*Семенова И.В., Багаутдинова Г.Ф. . Ямлеева Э.У.*

<b>ГЧП как один из механизмов модернизации жилищно-коммунального комплекса.....</b>	<b>201</b>
<i>Зайцева А.Н. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Оптимизация энергоэффективности теплоисточников.....</b>	<b>204</b>
<i>Абулеев А.Д., Лытяков Е.С. Орлов М.Е.</i>	
<b>Технология снижения температуры добавочной питательной воды котлов теплоэнергетической установки.....</b>	<b>208</b>
<i>Алашеева Е.А. Орлов М.Е.</i>	
<b>Сокращение тепловых потерь через ограждающие конструкции..</b>	<b>214</b>
<i>Царев Н.В. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Энергосбережение в системах теплоснабжения.....</b>	<b>216</b>
<i>Уткин Р.В. Ротоза М.А.</i>	
<b>Энергоэффективность в МКД.....</b>	<b>221</b>
<i>Крашенинников Д.А. Ямлеева Э.У.</i>	
<b>Энергосбережение в котельных установках.....</b>	<b>229</b>
<i>Суворов О.Ю. Марченко А.В.</i>	
<b>Модернизация систем теплоснабжения сельских поселений на примере Ульяновского района Ульяновской области.....</b>	<b>235</b>
<i>Долгов М.А., Митяхин Д.А. Орлов М.Е.</i>	
<b>Построение графиков коммунально-бытовой и технологической нагрузок на ТЭЦ с использованием специальной компьютерной программы.....</b>	<b>246</b>
<i>Яковлев А.А., Абрамов А.В. Замалеев М.М.</i>	
<b>Энергоэффективная утилизация ТКО.....</b>	<b>257</b>
<i>Абрамов А.В., Яковлев А.А. Замалеев М.М.</i>	
<b>Особенности использования ГТУ в качестве источника электроэнергии и тепла на мини – ТЭЦ.....</b>	<b>261</b>