

31. Witte H. J. L. Geothermal response tests: The design and engineering of geothermal energy systems. 2001.
 32. Сапрыкина Н. Ю., Яковлев П. В. Моделирование температурного поля грунта при многолетней эксплуатации низкопотенциальных геотермальных скважин // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи развитию науки и образования : сб. тр. Шестого Междунар. науч. форума молодых ученых, студентов и школьников (25–28 апреля 2017 г., Астрахань). Астрахань ; 2017. С. 29-33.

© Н. Ю. Сапрыкина

Ссылка для цитирования:
 Сапрыкина Н. Ю. Исследование влияния на температуру грунта геотермальной системы теплоснабжения и кондиционирования в комплексе с тепловым насосом, при долговременном нестационарном циклическом режиме работы // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2018. № 3 (25). С. 19–27.

УДК 697.1; 697.7; 697.9

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О. Р. Муканова, Р. В. Муканов, Е. М. Дербасова

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

Проведён анализ энергоэффективных технологий и возможности их использования в системах теплоснабжения и отопления объектов в условиях Астраханской области. Выявлены достоинства и недостатки анализируемых систем, дана оценка эффективности их функционирования.

Ключевые слова: альтернативный источник энергии, система теплоснабжения, котел, КПД, наладка, источник тепла.

PROSPECTS OF USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES FOR HEAT SUPPLY SYSTEMS OF ASTRAKHAN OBJECT OBJECTS

O. R. Mukanova, R. V. Mukanov, E. M. Derbasova

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering

The analysis of energy-efficient technologies and the possibility of their use in the systems of heat supply and heating facilities in the Astrakhan region. The advantages and disadvantages of the analyzed systems are identified, the effectiveness of their functioning is assessed.

Keywords: alternative energy source, heating system, boiler, efficiency, adjustment, heat source.

В настоящее время в мире наблюдается бум использования альтернативных источников энергии. В Европе до 2030 г. планируется вырабатывать до 30 % энергии, используя альтернативные и возобновляемые источники энергии. Для оценки возможности их использования в системах теплоснабжения и отопления, рассмотрим и проведем анализ наиболее эффективных технологии применительно к Астраханской области.

Бивальные и мультизональные системы отопления

Бивальные и мультизональные системы отопления, в основе которых положена работа различных модификаций тепловых насосов, могут экономить до 30–40 % органического энергоносителя (газа, жидкого топлива) за отопительный сезон [1].

В бивальных установках систем теплоснабжения в паре с тепловым насосом работают водогрейные котлоагрегаты на органическом топливе или электрокотлы.

Бивальными такие установки называют в силу того, что подключение программатором пикового теплоисточника (котла, электрокотла) происходит только в момент снижения температуры наружного воздуха ниже, так называемой бивалентной точки (обычно отрицательной). В остальном диапазоне наружных темпе-

ратур до самой низкой бивалентной точки наружного воздуха, отопление осуществляется за счет теплового насоса (ТН).

В мультизональных системах теплоснабжения к основной сети воздушного отопления – охлаждения, создаваемого тепловыми насосами с кольцевым контуром, вставляется охладитель (градирня) и нагреватель (водогрейный или электрический котел). Охладитель контура предназначен для выведения излишков тепла, а нагреватель для быстрой компенсации температур (разогрев здания, резкое падение температур наружного воздуха и др.). Идея кольцевого контура состоит в том, что все ТН объединяются через циркуляционный насос одной водяной гидравлической системой. Благодаря этому становится возможным передавать теплоизбытки от ТН, работающих на охлаждение, к ТН, работающим на нагрев. Каждый ТН в мультизональной системе снабжается собственным термостатом тепло / холод, устанавливаемом в обслуживаемом помещении. По сигналам этого термостата он и управляется, обеспечивая поддержание заданной температуры. Система автоматически сбалансирована по теплу. «Холодные» помещения, нагреваются, «перегретые» охлаждаются, независимо от времени года.

Единственная система отопления и кондиционирования, которая может обеспечить сопоста-



вимый с кольцевой мультizonальной системой ТН уровень комфорта – это четырехтрубная система Чиллер – Фанкойл.

Однако эта система имеет ряд существенных недостатков по сравнению с кольцевой системой, главным из которых является необходимость использования двух независимых источников: теплосети для нагрева и холодильной машины для охлаждения. Это приводит к большой расточительности энергии, особенно в переходные периоды года, когда требуется постоянная работа двух источников тепло – холод.

Есть недостатки и при использовании мультizonальных систем отопления – кондиционирования. Так, при прочих равных условиях, внедрения данной системы более выгодно для зданий с большими теплоизбытками (школы, учебные центры, и др.). Кроме этого, в такой системе требуется более тонкая наладка программаторов и четкость их работы.

Тепловые насосы

Тепловые насосы – ТН, входят в состав установок бивалентного и мультizonального теплоснабжения, относятся к альтернативным источникам тепловой энергии. Массовая промышленная разработка, изготовление и применение началось в середине прошлого века. ТН – это холодильная машина наоборот, т.е. испаритель, в котором кипит хладагент, забирает тепло из окружающей среды, а через «горячий» конденсатор продувается воздух (прогоняется вода), которые нагреваясь, отапливают помещения или снабжают горячей водой потребителей. При работе установки на низкотемпературном тепле, затраты 1 кВт электрической энергии на вращение компрессора, обрабатывается на выходе из конденсатора четыре – пятью киловаттами тепловой энергии. Можно утверждать, что 3–4 кВт тепловой энергии низкого потенциала ТН передает помещению фактически бесплатно.

По расходу теплоносителя за отопительный сезон, конкуренцию ТН может составить только газовое отопление, но стоимость последнего будет расти из-за увеличения стоимости газообразного топлива. В Астраханской области около 35 % населённых пунктов в ближайшем будущем не смогут быть газифицированы из-за невозможности, по разным причинам, подвода магистрального природного газа. Следовательно, теплоснабжение отдельных зданий (администрации, больницы, школы, детские учреждения, дома культуры и пр.) будет осуществляться мазутными котельными, которые, как правило, требуют серьезного обслуживания и имеют низкий КПД. Тепловые насосы, как показывает практика, экологически чисты (нет вредных выбросов в атмосферу), они взрыво- и пожаробезопасны (нет горючих материалов, и элементы системы не нагреваются до воспламенения масла в компрессоре). Обслуживание установок за-

ключается в осмотре и периодическом контроле режима работы.

Срок службы ТН составляет 20–30 лет, а срок окупаемости 5–8 лет [2]. Однако, эти системы достаточно дороги (в 2–4 раза дороже поквартирного отопления). В Европейских странах, постройка ТН рекомендуется если удельные потери здания не превышают 60 Вт / м² тогда, как в России, удельные потери большинства зданий на холодную пятидневку в среднем – 100–150 Вт / м². Поэтому для такой северной страны, как Россия, масштабы использования тепловых насосов пока на порядок отстают от Европейских стран.

Каждое изготовление и постройка ТН на объектах достаточно индивидуальна. Фирма, реализующая тепловые насосы, первоначально занимается определением местоположения объекта, его строительными особенностями, осуществляется ли теплоснабжение от других источников, определяет наличие низкотемпературных источников (водоем, канализация, горячая техническая вода, вентиляция и др.). На основе этого делается окончательный заказ на завод-изготовитель. ТН достаточно новая технология теплоснабжения и конструкторские бюро многих фирм работают над совершенствованием энергетических циклов машин, а главное, над поиском новых холодильных агентов.

Тепло, которое отбирает из окружающей среды испаритель, может быть естественного происхождения – воздух до (–20 °С), грунт (3–4 °С), вода до (2–5 °С) и т.п. Еще более эффективно работает ТН на бросовом тепле искусственного происхождения (сбросная вода промпредприятий, воздух вентвыбросов на предприятиях, метро, шахтах, тепло прудов-охладителей ТЭЦ, ГРЭС и т.п.).

По виду сред, охлаждающих и потребляющих тепло, ТН делятся на шесть типов «воздух – воздух», «грунт – вода», «вода – вода», «воздух – вода», «вода – воздух».

Наибольшее распространение нашёл ТН «воздух – воздух», который перемещает тепло между объектами теплоснабжения и воздухом, но эффективность большинства воздушных тепловых насосов, как источников отопления, снижается при низких (отрицательных) температурах наружного воздуха (коэффициент преобразования при (–5 °С) равен не более 1,5) [2]. До сих пор, даже среди специалистов по теплонаносным технологиям, бытует мнение, что при температурах наружного воздуха меньше –15 °С, использование тепловых насосов в режиме отопления невозможно. Однако японская компания «Daikin» уже разработала и выпускает ТН «воздух – воздух», которые «добывают» тепло из атмосферного воздуха с температурой (–20 °С) и коэффициентом преобразования около 3, правда, на небольшие мощности – до 10 кВт.

Наибольшее распространение ТН «воздух – воздух» нашли в виде сплит – систем, которые

уже поступают в розничную распродажу г. Астрахани.

Мини сплит-системы тепловых насосов являются хорошими дополнениями в домах, где используются безвоздуховодные системы отопления, такие как гидронные (водные) системы, радиаторные панели и комнатные обогреватели (дровяные, керосиновые, пропановые). Также их хорошо использовать в пристройках, где невозможно установить систему воздуховодов.

Основные преимущества сплит-систем - это их небольшие размеры и возможность зонирования помещений или нагрева и охлаждения отдельных комнат. Многие модели могут обеспечивать тепло до четырех комнатных блоков (для четырех зон или комнат), подсоединенных к одному внешнему блоку. Количество зависит от того, какое отопление или охлаждение требуется для дома или каждой зоны (что в свою очередь зависит от того, насколько хорошо здание тепло изолировано).

Сплит-системы также в большинстве случаев легче устанавливать, чем другие системы кондиционирования-отопления помещений. Например, для соединения внутреннего и внешнего блоков требуется только маленькое отверстие в стене для соединяющего теплопровода. Кроме того, большинство производителей этих систем предоставляют выбор длины соединяющих теплопроводных труб. Если необходимо, можно установить внешний блок в 15 м от внутреннего блока.

Так как сплит-системы не имеют воздуховодов, то они не теряют энергию, как воздушные системы, при передаче теплого воздуха по каналам воздуховодов через которые может быть потеряно до 30 % тепла (холода).

Внутренние блоки могут быть подвешены к потолку, вделаны в подвесные потолки или подвешены к стене. Также существуют напольные системы. Большинство внутренних блоков имеют небольшой размер и современный дизайн. Многие также имеют пульты дистанционного управления для облегчения эксплуатации, если они подвешены к потолку или высоко на стене.

Основной недостаток сплит-системы - достаточно высокая стоимость. Такие системы приблизительно на 30-70 % дороже децентрализованных систем отопления (без учета стоимости воздуховодов).

Более высокая эффективность достигается в случае использования геотермальных (подземных вод), при которых тепловые насосы могут иметь коэффициент преобразования 3,5-4,5. Безусловно, стоимость таких ТН в 2-3 раза выше, чем «воздух - воздух», зато геотермальные тепловые насосы достаточно дешевы в эксплуатации, так как они используют постоянные температуры земли или воды. Решение вопроса об установке ТН связано с размерами участка, состоянием почвы и ландшафта. Геотермальные тепловые насосы

ГТН могут использоваться в более экстремальных климатических условиях, чем воздушные тепловые насосы, и обычно имеют коэффициент преобразования от 3-5.

В то время как на большей части России температуры воздуха очень сильно колеблются в зависимости от времени года, под землей на глубине нескольких метров температура остается достаточно постоянной. В зависимости от географической широты температура земли варьируется от 7 до 21 °С. ГТН использует это факт, обменивая тепло с землей (водой) через земляной (водяной) теплообменник.

Как и любой другой, геотермальный (или водяной) тепловой насос может нагревать, охлаждать, и, если есть специальное оборудование, поставлять горячую воду в дом. Некоторые модели геотермальных систем снабжены двухскоростными компрессорами и различными вентиляторами для большего комфорта и экономии энергии. По сравнению с воздушными тепловыми насосами ГТН работает тише и долговечнее.

Существуют также комбинированные тепловые насосы, которые сочетают воздушный тепловой насос и ГТН. Комбинированные системы имеют более высокие показатели эффективности, чем воздушные тепловые насосы, но не настолько эффективны, как ГТН. Основное преимущество комбинированной системы - они намного дешевле в установке, а работают почти также хорошо. Такие ТН используются в мультizonальных системах отопления.

Абсорбирующие тепловые насосы

Абсорбирующие тепловые насосы, по существу, являются воздушными тепловыми насосами, работающими не от электричества, а за счет источника тепла, как, например, природный газ, пропан, или вода, нагретая с помощью энергии солнечных батарей или геотермальной [3]. Так как, природный газ является наиболее распространенным источником тепла для абсорбционных тепловых насосов, их также называют газовыми тепловыми насосами. Существуют абсорбционные охладители, которые работают по такому же принципу, но их не рекомендуется использовать в качестве источника тепла [4].

Абсорбционные тепловые насосы для жилых домов используют абсорбирующий цикл аммиачной воды для отопления и охлаждения. Как и в стандартном тепловом насосе, холодильный агент (в данном случае аммиак) конденсируется в одном из блоков для переноса тепла в окружающую среду, после чего давление уменьшается, и холодильный агент испаряется при поглощении тепла окружающей среды [5, 6].

Абсорбирующие тепловые насосы отличаются тем, что испаряемый аммиак не закачивается под давлением компрессором, а абсорбируется водой. Достаточно слабый насос может накачать раствор до более высокого давления. В дальнейшем становится проблемой удаление аммиа-

ка из воды, для этого требуется источник тепла. Тепло для кипения доставляется внешним источником, аммиак из воды удаляется (конденсируется) и заново начинается весь цикл.

Абсорбирующие охладители и тепловые насосы имеет смысл устанавливать в домах, не имеющих источника электричества, но у них есть преимущество – они могут использовать любой источник тепла (в том числе дрова, твердое топливо). Поэтому их также можно использовать для зонирования, когда в разных частях дома необходимо поддерживать разную температуру.

Получение энергии с помощью топливных элементов

Топливным элементом (ТЭ) называется устройство, преобразующее энергию топлива и окислителя (воздух) непосредственно в электрическую, а затем в тепловую. Такая установка представляет электрохимический элемент, состоящий из двух не расходующихся электродов, разделенных электролитом. В процессе работы в ТЭ непрерывно подаются реагенты (топливо и воздух) и отводят продукты химической реакции.

В электрохимических реакциях, протекающих на электродах ТЭ, участвует не все топливо и окислитель, поступающие в топливный элемент. Некоторая их часть не успевает прореагировать из-за ограниченной скорости электродных процессов.

На опытных образцах ТЭ показали возможность достижения КПД по выработке электроэнергии 45–55 %. При постановке ТЭ улучшаются экологические характеристики, т.е. сокращаются выбросы CO₂ в расчете на единицу генерируемой энергии и наблюдается в десятки раз меньшая концентрация NO₂.

Первые образцы топливных элементов, которые можно устанавливать в небольших помещениях (мощность 4–6 кВт) в 2003 г. разработала немецкая фирма «Vaillant». В этом же году фирма запустила в производство пробную серию отопительных аппаратов на топливных элементах и уже в августе 2004 г. около 50 эксперимен-

тальных установок выработали больше 400 000 кВт × ч электроэнергии – приблизительно такое количество потребляют в год 80 семей [7]. Всего, благодаря объединению выработки тепловой и электрической энергии, было произведено более 1 000 000 кВт × ч тепловой энергии. Результаты испытаний топливных отопительных аппаратов позволяют назвать их «значительным достижением среди разработок данной технологии» и ожидается дальнейшая перспектива в их совершенствовании. Пробные образцы приборов уже установлены не только в Германии, но и в других европейских странах: Голландии, Австрии, Люксембурге, Франции, Испании и Португалии. Результаты этих испытаний также сыграют важную роль при разработке аппаратов следующего поколения и в г. Астрахани.

К настоящему времени это же направление разрабатывает американская – фирма «Plug Power». Руководство фирмы считает, что к 2017 г. до 30 % жилого фонда будут иметь локальную теплоэлектростанцию на топливных элементах для подогрева воды, отопления и обеспечения электроэнергией. Пока отопительные аппараты на топливных элементах с тепловым управлением использует водород, получаемый из природного газа в специальной реформе. Водород и кислород, получаемые из воздуха, подводятся к пакету топливных элементов, где в процессе электрохимической реакции, с высоким КПД вырабатываются тепло- и электроэнергия. Производимая аппаратами электроэнергия покрывает базовую потребность многоквартирного дома, а тепловая энергия способна полностью обеспечить годовую потребность многоквартирного дома в тепле. Кроме того, благодаря этим установкам становится возможным горячее водоснабжение вне отопительного сезона.

Вывод: рассмотренные варианты можно рассмотреть как альтернативу централизованного теплоснабжения применительно к южным регионам, в частности Астраханской области.

Список литературы

1. Амерханов Р. А. Тепловые насосы. М. : Энергоатомиздат, 2005. 160 с.
2. Андрищенко А. И. Сравнительная эффективность применения тепловых насосов для централизованного теплоснабжения // Промышленная энергетика. 1997. № 6. С. 24.
3. Андрищенко А. И., Новиков Д. В. Эффективность применения тепловых насосов на ГТУ ТЭЦ // Изв. вузов. Проблемы энергетика. 2004. № 11 / 12. С. 17–25.
4. Базанов А. А. Национальные показатели энергоэффективности России // Энергосбережение. 2010. № 5. С. 46–53.
5. Дербасова Е. М., Филин В. А. Выбор и разработка оптимальных решений использования автономных источников теплоснабжения применительно к условиям Астраханского региона // Перспективы развития строительного комплекса. 2012. Т. 1. С. 205–211.
6. Полянский В. С., Муканова О. Р., Муканов Р. В., Дербасова Е. М. Использование тепловых насосов для систем горячего водоснабжения // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи - развитию науки и образования : мат-лы VI Междунар. науч. форума молодых ученых, студентов и школьников / под общ. ред. Д. П. Ануфриева. 2017. С. 81–85.
7. Левенталь Г. Б., Попырин Л. С. Оптимизация теплоэнергетических установок. М. : Энергия, 1970. 352 с.

© О. Р. Муканова, Р. В. Муканов, Е. М. Дербасова

Ссылка для цитирования:

Муканова О. Р., Муканов Р. В., Дербасова Е. М. Перспективы использования альтернативных источников энергии для систем теплоснабжения объектов Астраханской области // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2018. № 3 (25). С. 27–30.