



Тепловые насосы: эффективные нестандартные решения поставленных задач

О. А. Ковалев, директор по развитию компании BROSK

Для отопления и горячего водоснабжения производственных и общественных зданий помимо стандартных способов генерации тепловой энергии (котлы на газе, мазуте, твердом топливе; электроды) можно использовать тепловые насосы, позволяющие преобразовывать низкопотенциальную энергию окружающей среды в тепловую. Такие решения используют не только в новом строительстве, но и при реконструкции. В данной публикации предлагаем рассмотреть несколько примеров использования тепловых насосов для нежилых зданий.

Основными источниками тепла для тепловых насосов являются: воздух (аэротермальный насос), вода (гидротермальный) и грунт (геотермальный). Дополнительно в качестве источника можно выделить вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) – жидкие, к ним относятся сточные воды, и газообразные – вытяжной воздух, промышленные выбросы и т. д. И если решений на основе первых трех источников представлено на рынке достаточно много, то системы на основе ВЭР редко встречаются не только в России, но и в зарубежной практике. И в этом сегменте компания BROSK занимает лидирующие позиции. Ниже будут рассмотрены наиболее интересные объекты с точки зрения решений, предложенных нашей компанией.

Геотермальные системы (использование низкопотенциального тепла грунта)

Объект – производственный цех площадью 14 000 м³ в Дзержинске. Нами была установлена геотермальная система отопления с контуром прямого испарения (DX), когда фреон напрямую забирает из грунта тепло.

Особенности проекта:

- контур DX;
- бурение в ограниченном пространстве;
- по сравнению с системой на сжиженном газе вложения в нашу систему меньше на 30 %.

Общая тепловая мощность системы отопления составила 240 кВт, среднее потребление системы отопления – 27 кВт·ч.

Использование воды – гидротермального источника низкопотенциального тепла

Объект – ресторан в Подмоскowie на берегу реки. В данном проекте петли из гофрированной нержавеющей трубы опускали на дно водоема. Для этого использовали лодку и грузы, которые прикреплялись к трубе и опускали ее на дно. Такое решение позволяет дешево и эффективно снимать тепловую энергию не только с воды, но со временем и с грунта на дне, поскольку трубы постепенно заиливаются. Данный вариант дешевле даже по сравнению с воздушной системой.

Дополнительно мы задействовали уже имеющуюся в ресторане систему отопления с отопительными приборами – радиаторами, подавая в нее теплоноситель с меньшей температурой ~45 °С. В качестве температурного доводчика установили фанкойлы – когда отопительные приборы не обеспечивают требуемую температуру внутреннего воздуха, фанкойлы догревают помещения. В теплый период года они работают уже на охлаждение. По сути, получилась гибридная система, которая снимает тепло и с воды, и с грунта. Зимой греет, летом охлаждает за счет большого объема водоема. Это своего рода тепловой бассейн, или теплоаккумулятор.

Особенности проекта:

- тепловая мощность системы 40 кВт;
- использовано 600 м гофрированной трубы из нержавеющей стали;
- первоначальные дополнительные затраты, связанные с установкой фанкойлов, составили 700 тыс. рублей, но в результате клиент получил «два в одном»: и систему отопления, и систему охлаждения.

Следует отметить, что использование гидротермального источника – всегда нестандартное решение. Например, в одном из проектов для закладки зондов нам пришлось углубить пруд (с двух-трех до семи метров). Бывает, возникает необходимость очистки водоема перед закладкой зондов; в некоторых случаях приходится делать запруды из-за большой скорости течения. Каждый раз требуется учитывать все особенности. Более того, необходимо соблюсти теплотехнический баланс. Т. е. вода – отличное решение, но требует опытных специалистов.

Использование ВЭР

И, наконец, переходим к самому интересному – решения на основе ВЭР, позволяющие максимально эффективно использовать тепло, выделяемое от производственной деятельности или отходов предприятия, и получать большой экономический эффект для заказчика. В качестве источников тепла могут выступать:

- тепловыделения производственных процессов;
- вытяжной воздух;
- бытовые и промышленные канализационные стоки.

Решения для водоканалов

Один из вариантов – это использование тепловой энергии с жидких стоков. И здесь стоит рассказать о решении, которую команда BROSK



■ Решения для водоканалов

предложила и успешно внедрила на водоканалах. Основными потребителями тепловой энергии водоканалов являются очистные сооружения и канализационные насосные станции (КНС).

Решения для очистных сооружений представляем не только мы. Они, как правило, связаны с разборным пластинчатым теплообменником, через который прогоняют уже очищенную воду, также применяется погружной съем тепла со вторичного отстойника.

Что касается КНС, то здесь водоканалы рассматривались в различных вариантах, однако в процессе выявлялись существенные недостатки: либо загрязнялись теплообменники, либо низкая эффективность, либо сложная эксплуатация.

Компания BROSK предложила простое и эффективное решение – бесконтактный испаритель прямого действия, позволивший нам стать резидентами Сколково. Наша разработка представляет собой гибкий теплообменник, который устанавливается непосредственно на водовод. Таким образом тепло снимается с наружной поверхности водовода, контакта со стоками не происходит. Такой теплообменник быстро монтируется и демонтируется (в случае необходимости проведения каких-либо работ).

Получаемое тепло, как правило, идет на отопление, вентиляцию, ГВС самой КНС. В некоторых помещениях КНС требуется пятикратный воздухообмен, т. е. затраты на нагрев воздуха большие.

Ежедневно через водоканал проходят миллионы кубометров стоков с температурой 18–20 °С – это отличный источник дешевой энергии для теплового насоса, которой хватит и на собственное



■ Промышленные тепловые насосы по 100 кВт для гальванического производства

отопление, и даже для продажи сторонним организациям. В результате водоканал получает 1 Гкал тепла за 1200 рублей. При этом городские теплотрассы поставляют 1 Гкал примерно за 2200 рублей.

Надо сказать, что сейчас при реконструкции, выбирая между нашим решением и теплотрассой, водоканалы зачастую выбирают нас. Мало того, что очевиден экономический эффект, дополнительно существенно уменьшается административная нагрузка, которая всегда возникает при работе с теплотрассой: сложности на стадии получения технических условий, требования к объекту со стороны надзорных ведомств при эксплуатации и др.

Важно, что тепловые насосы не требуют много электроэнергии, а водоканалы, если говорить о Москве, являются вторым потребителем электроэнергии после метрополитена.

Результаты работ с водоканалами:

- реализовано 14 объектов;
- суммарная тепловая мощность объектов – 3,8 МВт;
- средний коэффициент преобразования в режиме нагрева (COP, coefficient of performance) – 3,6;
- расчетная температура системы отопления 55 °С.

Система охлаждения для аграрного предприятия

Один из самых интересных наших проектов: требовалось разработать систему охлаждения редиса. Результат – сохранение качества продукта на длительный срок и транспортировка его на

большие расстояния благодаря шоковому охлаждению.

В данном случае мы предложили нестандартное решение, используя имеющуюся на предприятии 10-метровую ванну. На дне резервуара установили змеевик, по которому подается хладагент. Для перемешивания смонтировали систему барботаж. Пузырьки воздуха эффективно перемешивают воду. Кроме того, поверхностное натяжение воды на пузырьках увеличивает теплообмен с редисом и последний охлаждается значительно быстрее, т. к. скорость теплообмена на поверхности пузырька в три раза выше, чем у воды. Редис поступает с поля горячий (~50 °С) и через 15–20 мин. полностью охлаждается в ванне, тогда как раньше процесс охлаждения занимал сутки. Наша система обеспечивает результат гораздо быстрее и эффективнее. Самый главный плюс: мы не создавали для этой системы воздушный конденсатор (обычно это традиционное решение), который существенно дороже водяного, реализованного в проекте. Дополнительный бонус: в процессе охлаждения редиса выделяется тепловая энергия, которой хватает на нагрев воды для 150 работников предприятия.

На выходе мы получили замкнутую (охлаждение ванны плюс ГВС предприятия) сбалансированную систему, очень простую в реализации и эксплуатации.

Решение для сети ресторанов быстрого питания

Еще один успешный проект. В горячем цеху ресторана практически круглосуточно работают вытяжка и кондиционеры. Вытяжной воздух с высокой температурой просто выбрасывался на улицу, при этом в ресторане постоянная потребность в горячей воде. Чтобы использовать тепло удаляемого воздуха, инженеры BROSOK разработали бесконтактный испаритель прямого действия, который взаимодействует с вытяжкой, но не контактирует непосредственно с удаляемым воздухом, а потому не засоряется. Также тепловые насосы снимают тепло из системы кондиционирования, которая работает 80 % времени. Вся полученная тепловая энергия используется для подогрева горячей воды.

Таким образом мы замкнули две задачи: охлаждение внутреннего воздуха и нагрев воды на нужды ГВС.

Затраты на установку системы BROSOK составили 700 тыс. рублей и окупались за 11 месяцев, позволяя экономить 65 тыс. рублей в месяц на электроэнергии.



▪ Стандартный геотермальный тепловой насос

Система комплексного нагрева и охлаждения гальванических процессов

Пожалуй, самый сложный проект в нашей практике, реализованный для завода гальваники.

Трудность заключалась в разнообразии температурных режимов на объекте. В общей сложности на заводе задействовано 14 ванн, одновременно часть из них нагревается, а часть – охлаждается. При этом процессы неравномерны. Тепло, выделяемое при нагреве, выбрасывалось на улицу, а для нагрева использовался пар. Помимо различных температурных режимов ванны содержат различные химические составы, поэтому требовалось индивидуально подбирать материал для теплообменников.

В этом проекте мы также использовали барботаж. Необходимо было учесть, что пузырек, поднимаясь, нагревается и, соответственно, переносит определенное количество тепла. Это и есть способ передачи тепла от низа, где расположен змеевик-теплообменник, на поверхность.

Ранее для нагрева использовался пар с температурой 140 °С. Система с тепловым насосом может дать только 75 °С, поэтому нам потребовалось подбирать, производить и монтировать новые теплообменники с учетом температурных режимов и составов (необходимо было учесть материалы теплообменников для различных химических составов).

Проектирование заняло полгода, в т. ч. мы полностью разработали систему автоматизации для управления ваннами.

После реализации мы пришли к выводу, что фактически вырабатывать холод необходимо значительно больше, чем тепловую энергию. Из-за этого простаивало оборудование, работали четыре



▪ Воздушный тепловой насос

тепловых насоса из шести. Сейчас мы развиваем проект дальше и находимся на стадии реализации системы, которая будет использовать потенциал 60 °С от двух простаивающих тепловых насосов. Врежемся в имеющуюся систему и будем получать на выходе тепловую энергию для второго каскада, так называемой бустерной установки, которая позволит нагревать еще одну ванну до 95 °С. Такого решения с тепловыми насосами классического исполнения – не абсорбционными, а компрессионными, позволяющими добиваться нагрева до столь высоких температур, в России я не встречал. При этом надо будет подавать теплоноситель до 140 °С.

Особенности проекта:

- суммарная тепловая мощность объекта 600 кВт;
- управление 24 циркуляционными группами;
- одновременная работа в 14 разных температурных режимах;
- охлаждение +4 °С, нагрев +65 °С;
- тепловая энергия, выделенная от охлаждения, полностью утилизируется системами нагрева ванн.

Как видим, варианты применения теплонасосных установок очень многообразны, и в рамках одного материала сложно описать все возможности. В следующих номерах журнала эта тема будет продолжена.

Наша команда любит сложные задачи, решение которых многим кажется невозможным. Если у вас есть идеи или просто мысли, что какой-то процесс хорошо было бы оптимизировать, – мы всегда на связи и готовы дать первичную экспертную оценку: ko@brosk.ru.

brosk.ru