Тепловые насосы в России и Германии*

Для России работа по снижению энергопотребления зданий ещё более актуальна, чем для Европы и Америки. Комбинация суровых климатических условий, предпочтений россиян в области комфорта и недостаточной теплоизоляции зданий приводит к тому, что энергозатраты на поддержание комфорта в отечественных жилищах существенно выше, чем в указанных регионах. Многочисленные исследования показывают, что отдача от вложений в эффективную современную систему отопления может быть гораздо значительнее, чем от всех прочих мер энергосбережения.

По последним данным, здания и сооружения являются наибольшими потребителями энергии — до 40% от общего. При этом не менее 90% этой энергии идёт на нужды систем отопления и горячего водоснабжения. Недавние требования Евросоюза к энергопотреблению жилых домов предполагают для новостроек цифры не более 50 кВт·ч/(м^2·год). В то же время в среднем по РФ норматив расхода тепла на отопление составляет почти 400 кВт·ч/(м^2·год). Предполагать, что все эти здания вдруг разом будут снесены и заменены на новые, энергоэффективные, не приходится. Поэтому нужно заботиться о мерах утепления существующих домов (окна, стены, перекрытия) и о применении энергоэффективных источников тепла. Многочисленные исследования показывают, что отдача от вложений в эффективную современную систему отопления может быть гораздо выше, чем от всех прочих мер энергосбережения. Кроме того, отопительная техника может активно способствовать достижению целей по защите окружающей среды.

Тепловые насосы являются источниками тепла, которые примерно 25% потребности в энергии обеспечивают от электросети, а остальное берут из окружающей среды (воздуха, грунта, воды и т.п.). Но в России сложилась парадоксальная ситуация, когда электричество в восемь-девять раз дороже газа. При этом, как показывает рис. 1, газ дешевле всех остальных энергоносителей, включая древесное топливо. Поэтому, если газ подведён к дому, и его лимиты достаточны для отопления, ни один другой теплогенератор, включая тепловой насос, не сможет составить конкуренции газовому котлу, который при этом за счёт массовости производства ещё и весьма дешёв и надёжен. Если же газа нет… надо считать. На вопросы *«Как считать?»* и *«Как совместить в одном сравнении инвестиции, энергопотребление, срок службы и затраты на ТО?»* следует ответить: *«По стоимости жизненного цикла»*.

Многочисленные исследования показывают, что отдача от вложений в эффективную современную систему отопления может быть гораздо выше, чем от прочих мер энергосбережения

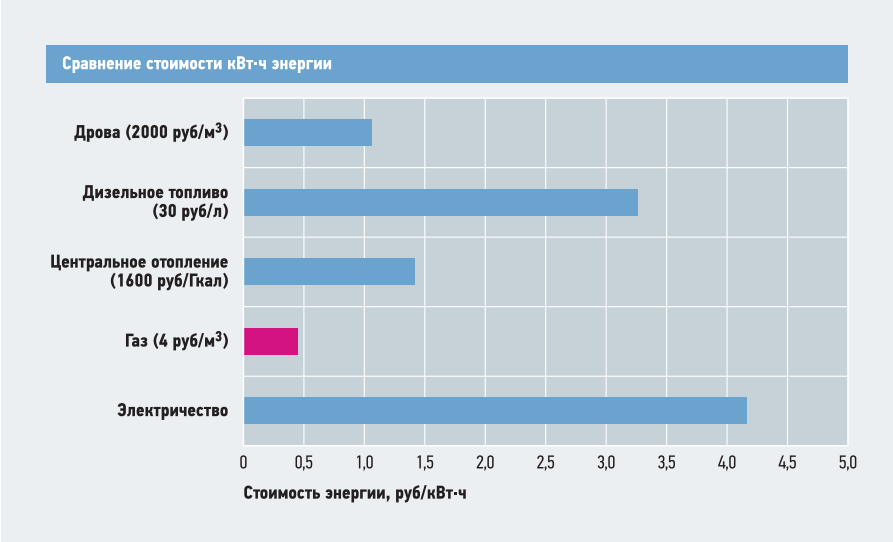


Рис. 1. Природный газ на сегодня не имеет конкуренции как с точки зрения удобства использования, так и с точки зрения себестоимости единицы энергии

Статья подготовлена Техническим департаментом ООО «Вайлант Груп Рус»

* По материалам Второй отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры» (организаторы: РСПП и журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе **www.c-o-k.ru** в разделе **«Видео/СОК-TV»**.

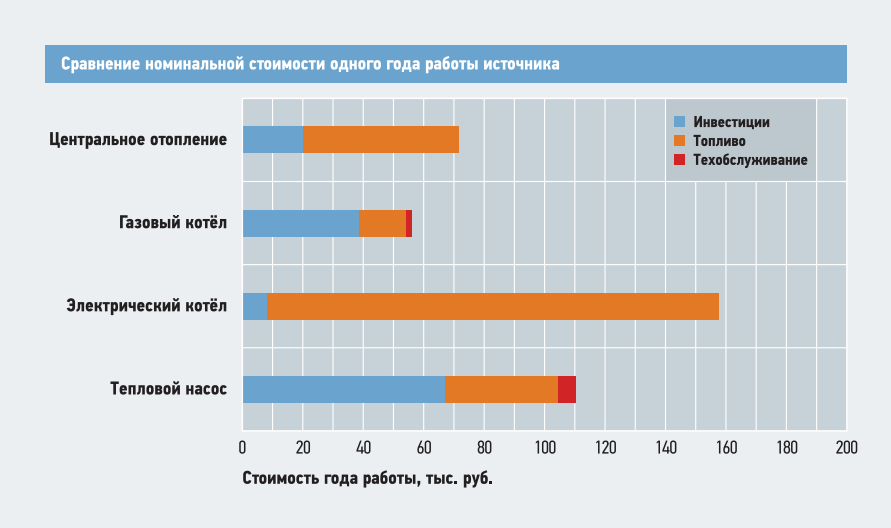


Рис. 2. Несмотря на высокую энергоэффективность, тепловой насос проигрывает большинству источников энергии вследствие дороговизны установки

Рассмотрим небольшой подмосковный дом площадью 150 м² с типовой энергоэффективностью (в соответствии с нормативами). Предположим, что у нас есть возможность подключиться к любому источнику энергии (теплоцентраль, газ, электричество) с любыми лимитами. Нам необходимо заплатить за подключение, купить и установить источник тепла и отапливаться в течение нормального срока службы источника, проводя его техническое обслуживание и, при необходимости, ремонт. Обычно изначальные инвестиции делят на срок службы, добавляют расходы на энергоноситель и техническое обслуживание и получают стоимость года службы. Однако сегодняшние инвестиции для многих важнее завтрашних энергозатрат.

«Стоимость» денег в России примем равной 20% в год. Приведённая стоимость (Net Present Value, NPV) эксплуатации в течение срока службы системы отопления (источник в течение этого срока может заменяться, примем его равным 50 годам), делённая на этот срок, даёт нам стоимость года эксплуатации. В качестве источников тепла рассмотрим грунтовый тепловой насос, электрический котёл и конденсационный газовый котёл, а также центральное отопление (тепломагистраль). Даже без учёта «стоимости» денег газовый котёл выигрывает перед всеми прочими теплогенераторами (рис. 2).

Если же посмотреть на ситуацию более реалистично и учесть «стоимость» денег (то есть изначальные инвестиции имеют бóльшее значение, чем экономия энергии на пятом, например, году эксплуатации), то газовый котёл будет абсолютно вне конкуренции, а дорогостоящий тепловой насос проиграет обычному недорогому электрокотлу. Поэтому, по мнению автора, за исключением случаев, когда подключение газа невозможно, тепловой насос будет всегда проигрывать газовому котлу, если ему не протянет руку помощи государство.

Что же можно сделать, чтобы сделать инвестиции в энергоэффективные источники привлекательными? Вот три варианта ответа на данный вопрос:

1. «Стоимость» денег изменить невозможно. Однако она должна снизиться через несколько лет хотя бы до 12%, что повысит готовность инвестировать в технологии будущего.

2. Энергоэффективное оборудование можно продавать в кредит с льготной процентной ставкой, и на его приобретение возможно получение субсидии.

3. Тарифы на энергию следует поднять и привести в соответствие между собой. Особенно на газ, который является природным богатством России. Нынешний тариф на газ (50 коп. за киловатт-час) является прямым призывом к его расточительному использованию.

мер стимулирования перехода на энергоэффективную экономику, которые объединены в Национальный план мер по энергоэффективности (NAPE).

Основные группы мер — это законодательные акты (например, нормативы энергоэффективности жилых домов), информационные программы (например, бесплатные консультации по снижению энергопотребления домов граждан и т.п.) и субсидии (например, льготные ставки кредита или прямые дотации при закупке энергоэффективного оборудования). Программа достаточно обширна и охватывает как домохозяйства, так и индустрию. Разобраться в ней не так-то просто, поэтому, например, Группа «Вайлант» имеет специальный отдел по консультированию покупателей климатической техники для выбора оптимальных программ поддержки. Интересно, что национальный план ставит перед собой три цели, две из которых (формирование индивидуальной ответственности за энергоэффективность и повышение экономической привлекательности вложений в энергоэффективность) — чисто рыночные. То есть план направлен на то, чтобы дать толчок инвесторам, которые потом будут развивать свою деятельность уже без участия государства. Целью плана является снижение общего энергопотребления в ФРГ на 20% до 2020 года (в 2014 году достигнуто снижение более чем на 3%).

Перечислим основные меры плана, относящиеся к внедрению энергоэффективных отопительных технологий.

1. Прямая поддержка НИОКР в области энергоэффективности (до 50%) за счёт профильных федеральных министерств. Она оказывается предприятиям для раз-

Основные группы мер по стимулированию внедрения энергоэффективных технологий: законодательные акты, информационные программы и субсидии (льготные кредитные ставки или прямые дотации)

Если все указанные меры будут приняты, то тепловой насос может стать отличной, экономически выгодной альтернативой всем остальным источникам тепла. *«Но субсидии и иная государственная поддержка несовместимы с логикой капитализма»,* — скажете вы. И будете неправы. Обратимся к опыту ФРГ. Энергоэффективность объявлена там одним из основных приоритетов. В том числе, для снижения зависимости от импорта газа. И политики выработали целый ряд

работки новых климатических установок. Например, Группа «Вайлант» использовала такую поддержку для разработки цеолитового теплового насоса, самого эффективного на сегодняшний день теплогенератора.

2. Программы стимулирования рынка. Дотации на приобретение энергоэффективных технологий для предприятий и частных лиц. Производятся Федеральным ведомством экономики и экспортного контроля (BAFA). Например, дотация на приобретение теплового насоса.

3. Льготное кредитование энергоэффективного строительства через KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau — немецкий государственный банк, в котором федеральному правительству Германии принадлежит 80 % акций). Для предприятий и частных лиц. Существенно снижены ставки по кредитам на меры повышения энергоэффективности.

4. Многочисленные программы, финансируемые из бюджета германских земель. Например, льготное финансирование (Баден-Вюртемберг и Бавария) или дотации на энергоэффективное строительство (Саксония).

5. Компании (например, Vaillant Group) внедряют горячие консультационные линии, чтобы помочь пользователю найти наиболее подходящие программы.

При всей своей эффективности эта программа относительно недорога. Так, в 2014 году в ФРГ были выданы субсидии на 4500 тепловых насосов, причём общий размер субсидий составил 13 млн евро (то есть 3000 евро на одну систему). При этом всего систем отопления с тепловыми насосами было смонтировано на порядок больше.

Обращаясь к отечественным реалиям, хотелось бы отметить, что, по нашему мнению, тепловые насосы имеют перспективу широкого применения в РФ только при наличии мер господдержки (льготные кредиты, субсидии и повышение тарифов на газ до экономически оправданных). Аналогичные меры поддержки в ФРГ привели к бурному развитию рынка тепловых насосов.

VAILLANT GROUP

Группа «Вайлант» является фирмой, специализирующейся на создании теплового комфорта в зданиях (особенно в небольших жилых сооружениях). Как лидер в своём сегменте и как семейная компания, исповедующая общечеловеческие ценности, мы многое делаем для того, чтобы снизить энергозатраты на поддержку оптимальных и комфортных климатических условий в зданиях. Это очень важная задача, так как 40 % глобального потребления энергии приходится на обогрев и кондиционирование зданий. Для её решения мы предлагаем целый ряд энергоэффективных решений, включающий в себя высокоэффективные отопительные котлы и установки когенерации, системы на возобновляемых источниках энергии, а также «умную» электронику, позволяющую комбинировать все эти элементы в единую энергоэффективную систему.

Теплонасосные технологии требуют внимания государства*

Почти 90 % всех установленных тепловых насосов приходится на 10 европейских стран (Франция, Италия, Швеция, Германия, Норвегия, Финляндия, Эстония, Дания, Швейцария и Австрия); впрочем, потенциал рынков остальных европейских стран всё ещё недостаточно использован. На этом фоне ситуация в России выглядит удручающе.

Автор: Н.Н. ДИТИН, представитель Усть-Каменогорского завода тепловых насосов (УКЗТН SunDue) и директор компании «Тепло-Heat»

По предварительным статистическим данным, представленным в июле 2014 года генеральным секретарём ассоциации EHPA Томасом Новаком об использовании тепловых насосов на территории Европы, в течение 2005–2013 годов на территории 21-й европейской страны было установлено около 6,8 млн тепловых насосов. Почти 90% всех установленных агрегатов приходится на 10 европейских стран (Франция, Италия, Швеция, Германия, Норвегия, Финляндия, Эстония, Дания, Швейцария и Австрия); впрочем, потенциал рынков остальных европейских стран всё ещё недостаточно использован. На этом фоне ситуация в России выглядит удручающе — единичные установки тепловых насосов говорят скорее об отсутствии рынка тепловых насосов в нашей стране.

Первой общепризнанной проблемой для распространения ТН является отсутствие государственной поддержки. Конечно же, есть закон об энергосбережении, масса нормативных актов, организации, призванные заниматься энергосбережением. А поддержки производителей, монтажников и пользователей тепловых насосов как наиболее перспективной технологии тепло- и холодоснабжения для частного сектора, промышленных объектов и ЖКХ — нет. Как нет и нормативно-правовой базы по применению тепловых насосов в строительстве. В итоге частник принимает решение об использовании тепловых насосов на свой страх и риск, а в проекты жилых многоквартирных домов и промышленных объектов путь тепловым насосам практически закрыт.

Пример тому — проект строительства жилого дома в городе Тольятти в 2013 году. Дело в том, что в ассортименте нашего завода существует линейка промышленных тепловых насосов большой мощности (от 100 кВт до 2 МВт), предназначенная для отопления и кондиционирования промышленных объектов и многоквартирных жилых домов. Также специально для ЖКХ разработаны моноблоки приготовления горячей воды, которые в три раза удешевляют ГВС по сравнению с центральным снабжением. Соответственно, застройщик, ознакомившись с характеристиками оборудования и оценив предполагаемый экономический эффект, на этапе проектирования принял решение использовать для жизнеобеспечения здания тепловые насосы. Мы разработали проект действительно инновационного дома — отопление и кондиционирование, вентиляция с рекуперацией тепла и горячее водоснабжение. Но надзорные органы заявили категорически — с такой инженерной системой дом экспертизу не пройдёт. Нет, конечно, можно попытаться представить данные об использовании идентичного объекта на протяжении пяти лет с результатами технических экспертиз (учитывая, что объектов подобных в России единицы)… Что, впрочем, не гарантирует благополучную судьбу этому объекту. В итоге от перспективного проекта пришлось отказаться.

Первой общепризнанной проблемой для распространения тепловых насосов является отсутствие государственной поддержки. Нет поддержки производителей, монтажников и пользователей этой технологии тепло- и холодоснабжения как наиболее перспективной

Большим препятствием для распространения тепловых насосов является низкая осведомлённость населения. До сих пор даже в Москве и Санкт-Петербурге население воспринимает тепловые насосы как какую-то диковинную забаву. А это, в свою очередь, по нашей российской традиции приводит к появлению разного рода недобросовестных продавцов, «эффективных менеджеров», продающих людям заведомо неработоспособные системы. И это также не добавляет популярности тепловым насосам.

* По материалам Второй отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры» (организаторы: РСПП и журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе **www.c-o-k.ru** в разделе **«Видео/СОК-TV»**.

Районная больница Курчумского района ВКО, оборудованная тепловыми насосами

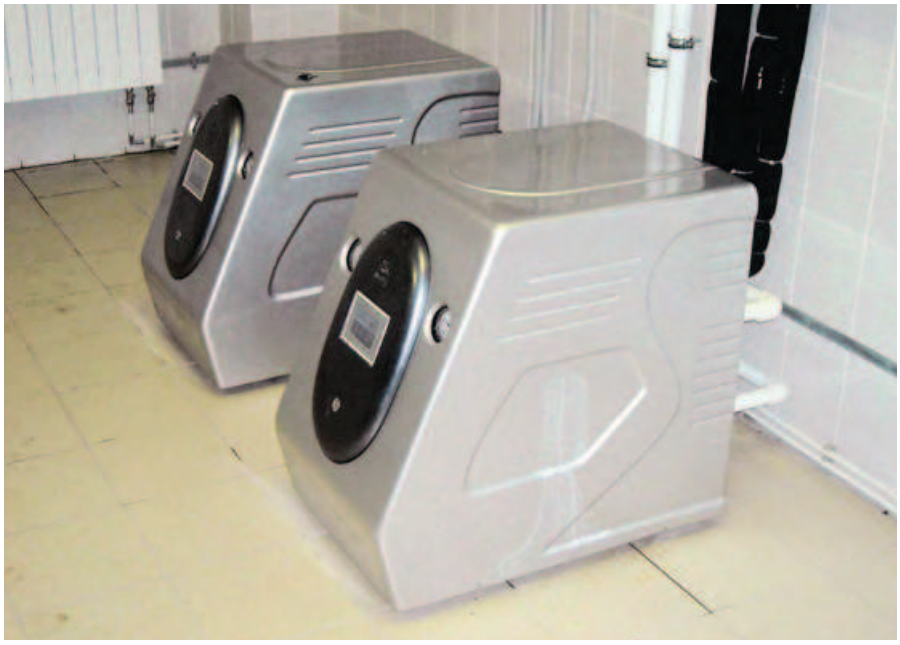
Поскольку речь зашла об «эффективных менеджерах», нельзя не упомянуть проблему кадров для отрасли. Причём речь не столько о специалистах-монтажниках, хотя и они редки. Речь о специалистах с инженерным мышлением и инженерным подходом к решению задач. Теплонасосная система требует точного расчёта и глубокого понимания многих инженерных аспектов, знаний в областях физики, химии. А такие специалисты долгие годы были попросту не нужны. Это хорошо видно по проектировщикам — они либо предпенсионного, а то и пенсионного возраста, либо совершенно «свежеиспечённые». В связи с этим немного покоробила позиция многоуважаемых представителей серьёзных вузов (по совместительству являющихся представителями зарубежных марок тепловых насосов), которую они обозначили на прошедшей 19 мая 2015 года в здании Российского Союза промышленников и предпринимателей II-й Отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры». Понятно, что ведущим мировым производителям тепловых насосов весьма интересно готовить монтажников для своего оборудования на базе российских учебных заведений, но это не повод превращать российскую высшую школу в ПТУ даже для известнейших компаний, при всем уважении к их потенциалу.

Теплонасосная система требует точного расчёта и глубокого понимания многих инженерных аспектов, знаний в областях физики, химии. А такие специалисты долгие годы были попросту не нужны. Это хорошо видно по проектировщикам — они либо предпенсионного, а то и пенсионного возраста, либо совершенно «свежеиспечённые»

Высшая школа должна заниматься фундаментальными исследованиями, привлекать инициативных разработчиков, воспитывать инженеров-изобретателей, которые потянут вперёд всю отрасль. Причём времени для этого у нас не так много. Мировые разработки в области тепловых насосов развиваются очень динамично. Уже уходят в прошлое скролл-компрессоры, которые мы, кстати, так и не начинали производить (об этом ниже), и на смену им приходят BLDC-компрессоры с хитроумным электронным управлением… Так сказать, поезд развития данной отрасли может уйти без нас, если срочно не возродить инженерную мысль в вузах. Но, как сказал на конференции один из представителей этих вузов: *«Учитывая контингент строительного вуза, говорить о развитии в нём науки не приходится…»* Впрочем, это беда не только отрасли тепловых насосов, но и всей системы образования и российского общества. И всё же, несмотря ни на что, разработки в области тепловых насосов делаются.

Проблему отсутствия отечественных комплектующих я уже упомянул. К большому сожалению для производителей тепловых насосов, а следом за ними и для пользователей, на российских, казахстанских и белорусских просторах не производятся компрессоры для тепловых насосов и весьма ограниченно изготавливаются теплообменники — а это половина себестоимости собираемой установки. Соответственно, закупать эту половину приходится за рубежом, что в условиях санкций и подешевевшего рубля весьма накладно. Говорить об импортозамещении в данном случае сложно, ибо сначала неплохо было бы возродить машиностроение в целом…

И всё-таки реализация проектов с использованием тепловых насосов идёт. И речь, в первую очередь, не о частных бытовых установках, так как наиболее ощутимый эффект тепловые насосы приносят именно в промышленности и ЖКХ.



Помещение водоподготовки бассейна Самарского государственного университета

Бассейн Самарского государственного университета (СамГУ)

Гибридный тепловой насос DROID SDU-INV

Например, совместно с Евразийским национальным Университетом имени Гумилёва осуществлён проект отопления кадетского корпуса и военного городка в городе Щучинске установкой мощностью 1,2 МВт, реализован проект отопления и горячего водоснабжения районной больницы площадью 10 тыс. м^2 в Восточно-Казахстанской области, установлена система подогрева бассейна в Самарском Государственном Университете.

Проекты эффективного промышленного применения тепловых насосов регулярно разрабатываются нами совместно с инженерами Усть-Каменогорского завода. В числе таких проектов — система водоподготовки и жизнеобеспечения рыбозавода (срок окупаемости полтора-два года), и энергосберегающая система приточно-вытяжной вентиляции большой производительности с полной рекуперацией тепла для промышленных цехов, и установка для сушки зерна, снижающая затраты на сушку в 10 раз (не секрет, что во многих сельхозпредприятиях России зерно сушат… сжигая тонны мазута!). Кстати, подобные проекты могут оказаться незаменимыми для развития, например, Крымского полуострова, где в условиях энергетической блокады организация традиционных источников тепла будет пока затруднительной. Для бытового применения разработана и успешно проходит испытания модель гибридного теплового насоса, который способен использовать одновременно разные источники тепла — прямое испарение и гликолевый контур в грунте, а также воздух и солнечный свет. Новая модель позволяет сэкономить на устройстве дорогостоящего внешнего контура, не требует бака для приготовления горячей воды и теплоаккумулятора, а применение BLDC-компрессора ещё более повышает эффективность использования.

По итогам II-й Отраслевой конференции по тепловым насосам совершенно справедливо звучала мысль о необходимости создания при Правительстве РФ комиссии по развитию возобновляемых источников тепла

По итогам II-й Отраслевой конференции по тепловым насосам совершенно справедливо звучала мысль о необходимости создания при Правительстве РФ комиссии по развитию возобновляемых источников тепла. Однако в состав этой комиссии должны попасть люди, действительно являющиеся специалистами в данной области и энтузиастами своего дела. Как раз этой комиссии предстояло бы провести информационную кампанию в СМИ при государственной поддержке с целью популяризации тепловых насосов, принять участие в разработке нормативной базы, совместно с ведущими вузами определить направления подготовки специалистов, разработать меры поддержки производителей и пользователей тепловых насосов, привлечь государственные инвестиции в развитие сопутствующих производств (вполне реально выглядит развитие производства теплообменников).

Совершенно оправдано было бы создание на базе одного из ведущих вузов страны НИИ термодинамики.

В заключение хотелось бы сказать, что мы, имея в виду Россию, ЕАЭС, ещё можем не упустить развитие отрасли, к созданию и развитию которой в разные годы приложили усилия многие наши соотечественники. Необходимо внимание к проблеме именно государства, а усилия энтузиастов в этом направлении есть.

КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ, ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ

КЛАПАНЫ ДЛЯ ОДНО И ДВУТРУБНЫХ СИСТЕМ, УЗЛЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ

ШАРОВЫЕ КРАНЫ

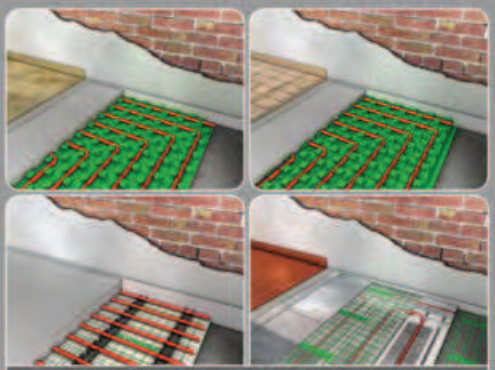
ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ

КОЛЛЕКТОРЫ

ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ, КОТЕЛЬНАЯ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

МОДУЛИ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА

БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ

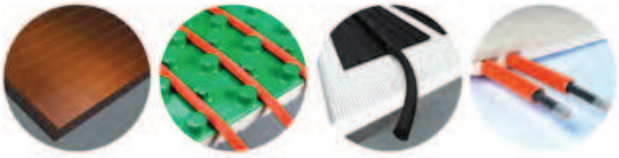
ТРУБЫ PPR, PEX, PERT, PEX AL PEX И PB

СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ

На правах рекламы.

ИДЕАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.



TRUEMADE IN ITALY
ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, СДЕЛАНО В ИТАЛИИ

GIACOMINI
WATER E-MOTION

GIACOMINI SPA • Представительство в России • Тел. (495) 604 8396, 604 8079 • Факс (495) 604 8397 • info.russia@giacomini.com • www.giacomini.ru

Фото Samsung Electronics.

К вопросу применения воздушных теплонасосных систем в России

Автор данного материала считает, что в климатических условиях большей части территории РФ использование атмосферного воздуха в качестве единственного источника тепла низкого потенциала для теплонасосных систем теплоснабжения, обеспечивающих гарантированное теплоснабжение зданий, невозможно. В данной публикации мы приводим не только его суждения, но также и мнения по этому вопросу экспертов рынка тепловых насосов.

Автор: Виктор ГОРНОВ, директор проектного отделения ОАО «Инсолар-Инвест»

Для большей части территории нашей страны расчётные температуры наружного воздуха для проектирования систем отопления находятся на уровне ниже –25 °С (для Москвы она как раз составляет –25 °С). Применение в подобных климатических условиях теплонасосных систем теплоснабжения (ТСТ) типа «воздух-вода» или «воздух-воздух» для обеспечения отопления либо невозможно физически, либо эффективность подобных систем будет крайне низкой (реальный коэффициент преобразования энергии окажется на уровне 1,2–1,3). Если же ещё учесть и затраты энергии на привод вентиляторов, на дефростацию испарителей и прочие вспомогательные нужды, эффективность может оказаться даже отрицательной по сравнению с электрическим отоплением.

Когда мы говорим о большей части территории РФ, мы говорим в том числе и о многих территориях, климат которых у нас традиционно принято считать «тёплым». Так, по данным СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01–99*» почти для всего Краснодарского края абсолютная минимальная температура наружного воздуха оказывается ниже указанного граничного значения в –25 °С. Исключение для этого региона составляет лишь район Сочи и Красной Поляны. Что это означает применительно к тепловым насосам, использующим атмосферный воздух? А это означает, что в отсутствие дублирующей системы объект теплоснабжения в период наибольшей необходимости в тепле может оказаться вовсе без какого-либо отопления. Несложно понять, что в случае, если период действия низких температур окажется продолжительнее, чем тепловая инерция здания, теплонасосная система отопления не сможет сохранять в нём положительный уровень температур, и здание попросту замёрзнет, что недопустимо.

Таким образом, в наших климатических условиях одновременно с устройством воздушной ТСТ необходимо позаботиться о дублировании этой системы традиционной системой отопления, обеспечивающей теплоснабжение объекта при расчётных (и более низких)

температурах наружного воздуха. В противном случае проект теплоснабжения объекта может быть не согласован государственной экспертизой, как не обеспечивающий выполнение требований Федерального закона №484-ФЗ «Технический регламент по безопасности зданий и сооружений». А устройство дублирующей «традиционной» системы отопления влечёт за собой все сопутствующие ей проблемы: получение разрешений и технических условий, необходимость подключения к сетям или организации автономного источника тепла со всеми соответствующими затратами. Очень важно, что ТСТ в этом случае из системы теплоснабжения превращается в дополнительное энергосберегающее устройство, а «традиционная» система теплоснабжения создаётся на полную расчётную мощность, поскольку, как уже было сказано, в расчётный период ТСТ эксплуатироваться не сможет.

Исследования в области повышения экономической эффективности применения воздушных ТСТ и расширения (в сторону понижения) рабочего диапазона температур используемых источников низкопотенциального тепла ведут специалисты многих компаний. Такие системы достаточно быстро стали популярными в странах Европы и США, но на российском рынке они широкого распространения не получили и вряд ли получат. Несмотря на то, что в рекламных материалах дилеры многих компаний позиционируют свои воздушные тепловые насосы как работающие при температуре наружного воздуха до –25…–20 °С, они всё равно не смогут в полном объёме отвечать требованиям, предъявляемым к системам отопления и теплоснабжения нашими нормативными документами. И здесь будет нелишним отметить, что речь идёт не о каком-то конкретном изделии или производителе, а о текущем уровне теплонасосных технологий, поэтому высказанное выше утверждение в полной мере справедливо даже для продукции производителей с самыми громкими и широко известными именами.

Принимая во внимание все рассмотренные выше соображения, можно констатировать, что сегодня на российском рынке практически отсутствуют теплонасосные системы теплоснабжения зданий, использующие в качестве источника тепла низкого потенциала только атмосферный воздух и при этом отвечающие в полном объёме требованиям российских нормативных документов в части обеспечения надёжности теплоснабжения зданий и, как следствие, их безопасной эксплуатации.

В непростых российских климатических условиях одновременно с устройством воздушной теплонасосной системы необходимо позаботиться о дублировании её традиционной системой отопления, обеспечивающей теплоснабжение объекта при расчётных (и более низких) температурах

Однако не хотелось бы завершать материал столь пессимистичным выводом. На самом деле всё не настолько плохо и тепловые насосы, работающие с атмосферным воздухом, несомненно, имеют свою нишу на рынке. При грамотном использовании они вполне способны стать серьёзным инструментом энергосбережения. Кроме того, они всё же могут быть использованы и в системах отопления, но лишь в том случае, если в дополнение к атмосферному воздуху будут использовать другие, более надёжные и постоянные с точки зрения температурного режима источники тепла, например, такие как грунт. При таком подходе появляется возможность найти правильный баланс между эффективностью, надёжностью и стоимостью теплонасосной системы.

А. В. ГУСАРОВ
экспорт-директор финского завода
Kaukora Oy (Jama, Jaspi) в России

Безусловно, всем специалистам по тепловым насосам ясно, что при расчётных наружных температурах ниже –25 °С тепловой насос «воздух-вода» или «воздух-воздух» не может быть единственным источником тепла, но при этом следует понимать, насколько эти системы могут быть эффективны (конечно, с учётом роста тарифов на энергоносители). Параллельно это, конечно, предполагает строительство домов и объектов с улучшенной изоляцией (а также окнами, дверями и т.д.), по возможности оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией с рекуперацией тепла и т.д. То есть речь идёт о комплексе мер, позволяющих улучшить энергоэффективность и уменьшить энергорасход. И здесь занижать роль тепловых насосов типа «воздух-вода» и «воздух-воздух» не следует. И если даже в этом плане мировой опыт по росту установок этого типа — не показатель для автора статьи, то опыт Финляндии (где нет расчётных температур выше –26 °С) — показатель точно. Годовой СОР в Финляндии для наших тепловых насосов «воздух-вода» составляет 2,5–3,0 (при наружной температуре –26 °С, внутренней около +21 °С и температуре контура отопления 70/40 °С или 55/45 °С). Особенно ощутимы годовые показатели энергосбережения при установке тепловых насосов «воздух-вода» в домах с дизельным или электроотоплением, а тепловых насосов «воздух-воздух» — в домах с электроотоплением. При этом всё же акцент в Финляндии, конечно, делается на геотермальные тепловые насосы.

С. Л. МИХАЙЛОВ
генеральный директор компании ООО «Домап»
и финской компании Domap Oy

После прочтения данной статьи, а также по более раннему опыту ознакомления со статьями компании «Инсолар-Инвест», у меня создаётся впечатление, что их авторы уводят читателей не в ту сторону из-за нехватки реального опыта эксплуатации тепловых насосов разного типа (в частности, «воздух-вода» и «воздух-воздух»). Предлагаемая статья, таким образом, является примером того, как потенциальному потребителю та или иная информация преподносится в некорректной и даже непрофессиональной трактовке, что вводит последнего в заблуждение и может сформировать негативное и неправильное отношение к тому или иному типу энергоэффективного оборудования.

А. И. ОСИПОВ
руководитель направления «Тепловые насосы»
компании ООО «Данфосс»

В этой статье автор концентрирует своё внимание на эффективности работы теплового насоса при минимальных расчётных температурах атмосферного воздуха. Действительно, при температурах атмосферного воздуха –20 °С и –25 °С коэффициент преобразования наших воздушно-водяных тепловых насосов немногим выше единицы, и для обеспечения необходимой тепловой мощности решения должны быть укомплектованы резервными источниками тепловой энергии. Однако для определения эффективности работы теплового насоса необходимо учитывать различные режимы на протяжении всего отопительного периода и продолжительность стояния температур. То есть, например, при температуре воздуха +7 °С воздушные тепловые насосы могут иметь коэффициент преобразования, равный 5 единицам, а продолжительность таких температурных периодов достаточно высокая в течение года.

Вспомогательные источники, например ТЭНы, являются неотъемлемой частью систем с воздушными тепловыми насосами и обычно уже встроены в подобные теплонасосные отопительные системы, при этом они не требуют дополнительных затрат при установке, а также полностью автоматизированы и управляются контроллером теплового насоса. При применении воздушно-водяных тепловых насосов со встроенными ТЭНами в Москве и Московской области среднегодовой коэффициент преобразования составляет 2,5 единиц. Это говорит о том, что применение таких решений экономит средства наших клиентов в 2,5 раза.

М. А. ЧУГУНОВ
специалист по инновационным продуктам
компании ООО «Вайлант Груп Рус»

Автор статьи совершенно справедливо считает, что в климатических условиях **большей части** территории Российской Федерации использование атмосферного воздуха в качестве **единственного** источника тепла низкого потенциала для теплонасосных систем теплоснабжения, обеспечивающих **гарантированное** теплоснабжение зданий, невозможно.

При этом выделенные слова являются здесь ключевыми. Действительно, для большей части РФ использование воздушных тепловых насосов (ВТН) в качестве единственного источника теплоснабжения возможно, но экономически нецелесообразно. Однако сегодня, когда тепловые насосы, в том числе и воздушные, являются новой, только входящей на рынок технологией, вопрос, по моему мнению, должен ставиться совсем по другому, а именно: *«Каким образом можно получить максимальный экономический эффект от применения воздушных тепловых насосов в системах теплоснабжения на территории РФ?»*

Ответ на этот вопрос особенно просто дать, учитывая совершенно верно расставленные автором акценты. Во-первых, не надо применять воздушные тепловые насосы в регионах с холодным климатом. Чем выше среднегодовые температуры, и чем более продолжительным является отопительный период, тем более эффективно покажет себя ВТН.

На первый взгляд, предыдущее предложение парадоксально. Как может продолжительный отопительный сезон сочетаться с высокими среднегодовыми температурами? Однако это действительно возможно. Дело в том, что максимальные и минимальные температуры не полностью характеризуют климат региона. Точно так же, как и среднегодовая температура. Так, например, среднегодовая температура в Москве составляет +9 °С, минимальная –27 °С, максимальная +35 °С. Если бы в Москве было 363 дня с температурой +9 °С, один день с температурой –27 °С и один с +35 °С, то отопительный сезон продолжался бы 364 дня, и воздушный тепловой насос обеспечивал бы 99,9 % потребностей теплоснабжения, работая в максимально эффективном режиме. Если бы, напротив, в Москве было 153 дня с температурой –27 °С и 212 дней с +35 °С, то средняя годовая температура была бы такой же, однако отопительный сезон продолжался бы 153 дня, и воздушный тепловой насос был бы неприменим.

Или, говоря техническим языком, выбор региона, подходящего для внедрения воздушных тепловых насосов, должен производиться с учётом не только расчётных минимальных температур, но и всех остальных климатических показателей, таких как средняя годовая температура, а также диапазон температурных колебаний и т.п.

Во-вторых, проектировать систему отопления с тепловым насосом как единственным генератором тепла рискованно даже для южных регионов. Обязательно должен быть резерв!

Дело в том, что так называемый «коэффициент преобразования» (КП) ВТН зависит от температуры окружающей среды t. Кроме того, стоимость воздушного теплового насоса растёт при увеличении его номинальной тепловой мощности H. Примем, что $КП = f_1(t)$, а стоимость $C = f_2(H)$. Тепловые потери здания (ТПЗ) зависят от температуры окружающей среды: $ТПЗ = f_3(t)$.

Если же номинальную тепловую мощность ВТН выбрать меньше, чем ТПЗ при минимальной расчётной температуре, то недостающую мощность придётся обеспечивать за счёт дополнительного теплогенератора. Воздушные тепловые насосы — это отличное решение для бивалентной системы «ВТН + электрический котёл» (электрокотёл может быть такой как, например, Protherm «Скат») или «ВТН + твердотопливный котёл» (пеллеты, пиролизная технология, в конце концов — дрова), которое позволяет экономить на протяжении того периода отопительного сезона, когда температуры воздуха выше –15…–10 °С.

Среднегодовой коэффициент преобразования ВТН для средней полосы РФ находится в диапазоне 3,2–3,4 без учёта оттайки (дефростации). С её учётом оно, по моим оценкам, будет ниже на 0,2–0,4. Потребляемой мощностью вентилятора наружного блока можно пренебречь. С учётом такого коэффициента преобразования и стоимости электроэнергии около 4 руб/кВт·ч окупаемость ВТН теплового насоса составит от трёх до пяти лет. Если же ВТН будет активно использоваться в период с апреля по сентябрь для интенсивного приготовления горячей воды, то его среднегодовая эффективность увеличится. То есть у использования ВТН, как основного источника отопления, есть экономический смысл. Для сравнения — геотермальный ТН окупается за четыре-семь лет. При этом на летний период для приготовления горячей воды лучше использовать уже солнечные коллекторы, чтобы дать регенерироваться скважинам.

Коэффициент преобразования электрокотла можно принять равным единице для любой температуры окружающей среды. Кроме того, он недорог (причём цена слабо зависит от его номинальной мощности) и не требует особых согласований, кроме мощности подводимой электросети. Для ВТН системы с резервным электрокотлом задача, с экономической точки зрения, формулируется таким образом: надо выбрать тепловую мощность ВТН так, чтобы минимизировать связку *«стоимость ВТН + стоимость электрокотла + стоимость потреблённой электроэнергии»* за весь срок службы системы теплоснабжения.

Практические расчёты с применением данной формулы весьма непросты, но, например, специалисты компании «Вайлант Груп Рус» разработали программу для нахождения оптимальной номинальной тепловой мощности ВТН для различных регионов Российской Федерации. Данная программа показывает, что для целого ряда регионов применение воздушных тепловых насосов в комбинации с резервным электрокотлом экономически очень привлекательно.

Таким образом, мы считаем, что разумное проектирование комбинированных систем теплоснабжения с использованием воздушных тепловых насосов и использование их в подходящих регионах РФ может дать существенный экономический эффект. В порядке целесообразности использования ВТН в качестве основного теплогенератора по российским регионам картина будет выглядеть так: ЮФО, ЦФО и ДВФО, ПФО. Так, например, воздушные тепловые насосы покажут свою эффективность в случае их использования на сезонных объектах летнего курортного отдыха. Там требуется большое количество энергии на нагрев воды летом и минимум энергии на «поддержание жизни» зимой.

М. В. СТАНКЕВИЧ
директор компании S-Tank

А. В. ГОВОРИН
эксперт подразделения «Сбережение тепла» компании S-Tank (Республика Беларусь)

Наш коллектив с автором статьи по использованию воздушных тепловых насосов согласен полностью. Как комбинированная схема — да, как основная — нет. Производители не говорят, сколько по времени может ТН проработать при –25 °С, а ведь есть основания полагать, что износ компрессора будет очень высокий, а эффективность на выходе — практически «один к одному».

Н. Н. ДИТИН
директор компании «Тепло-Heat» и представитель Усть-Каменогорского завода тепловых насосов (УКЗТН SunDue)

Исходные данные несколько устарели — ЭВИ-компрессоры в любых машинах любых производителей уже дают КП = 2–3 при –25…–20 °С. И, кстати, на II-й Отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры» уже звучали анонсы ещё более низкотемпературных разработок. Что касается необходимости бивалентных систем и дублирующих теплоисточников — уже лет шесть как по такой схеме и стараемся ставить. Что касается нормативной базы, то её применительно к теплонасосам пока нет, потому и их применение в РФ затруднено.

И. А. СУЛТАНГУЗИН
профессор НИУ «МЭИ»

Если бы статья вышла лет пять назад, то с ней сложно было бы спорить. Тогда воздушные тепловые насосы могли работать при температуре не ниже –15…–10 °С, что существенно сужало сферу их применения. В настоящее время аргументация автора о неэффективности исключительно воздушных тепловых насосов выглядит недостаточно убедительной. Приведём только некоторые доводы:

1. Воздушные тепловые насосы существенно дешевле грунтовых тепловых насосов, так как для них не требуется устанавливать дорогостоящие зонды в глубокие скважины. Это является веским аргументом в российских условиях, когда теплонасосные установки имеют и так высокую цену.

2. Многие тепловые насосы могут работать и имеют российские сертификаты на использование при температурах наружного воздуха –28…–25 °С и ниже.

Автор рассматривает вопрос применения воздушных тепловых насосов изолированно от решения проблем энергосбережения и энергоэффективности:

1. Для эффективного применения тепловых насосов необходимо существенно снизить потери тепла через ограждения здания за счёт утепления стен, кровли, пола первого этажа и т.д.

2. Тепловые насосы могут сочетаться с возобновляемыми источниками энергии и новыми технологиями, такими как солнечные коллектора, системы отопления тёплого пола, системы вентиляции с рекуперацией тепла и др.

Сошлёмся на работу канадских исследователей по сравнению эффективности воздушных и грунтовых тепловых насосов [1], так как Россия и Канада имеют схожие климатические условия. Результаты этой работы опираются на экспериментальные и расчётные исследования авторов. Приведём небольшую часть из их выводов: «*Воздушные тепловые насосы показали себя идеально в климатических условиях Ванкувера, как в режиме отопления зимой, так и в режиме кондиционирования летом. Система показала относительно слабую работу в течение отопительного сезона лишь в Эдмонтоне. Воздушный тепловой насос не смог обеспечить пиковую тепловую нагрузку и потребовал резервную тепловую мощность только при наружной температуре, достигшей –30 °C*».

Также непонятна фраза автора, в которой говорится о том, что воздушные тепловые насосы «могут быть использованы и в системах отопления, но лишь в том случае, если в дополнение к атмосферному воздуху будут использовать другие, более надёжные и постоянные с точки зрения температурного режима источники тепла, например, такие как грунт». Значит ли это, что, кроме воздушного теплового насоса, нужно ставить ещё и грунтовый тепловой насос? Но тогда стоимость двух тепловых насосов малой мощности будет существенно выше одного большей мощности, что может быть накладно для многих потенциальных покупателей тепловых насосов.

1. Safa A.A., Fung A.S., Kumar R. Comparative thermal performances of a ground source heat pump and a variable capacity air source heat pump systems for sustainable houses // Applied Thermal Engineering. Vol. 81. 2015.

С. А. ТИХОМИРОВ

заведующий кафедрой теплоснабжения Ростовского государственного строительного университета (РГСУ)

Известно, что производительность тепловых насосов, использующих для обогрева помещений низкопотенциальную теплоту наружного воздуха, уменьшается при снижении температуры на улице. И это снижение весьма значительно — при температуре –20 °C теплопроизводительность, по некоторым данным, уменьшается на 40 % по сравнению с номинальной, указанной в характеристике агрегата. Поэтому воздушные тепловые насосы не рассматриваются в настоящее время в России как полноценные обогревательные установки, а требуют дублирующих устройств.

Фото ОАО «Газпром», www.gazprom.ru

Применение тепловых насосов на газоперерабатывающих предприятиях*

Потенциал энергосбережения ТЭР в газоперерабатывающей отрасли составляет около миллиона тонн условного топлива. Внедрение тепловых насосов в технологические схемы переработки углеводородного сырья позволит сократить потребление энергетических ресурсов — главным образом, тепловой энергии в виде пара. Абсорбционные тепловые насосы могут быть использованы для утилизации сбросного тепла с целью получения холода.

Авторы: И.А. СУЛТАНГУЗИН; Т.П. ШОМОВА, НИУ «МЭИ»; П.А. ШОМОВ, НТЦ «Промышленная энергетика»

Газоперерабатывающие предприятия нашей страны отличаются высоким уровнем потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) при недостаточно высоком качестве переработки сырья. Это связано, в первую очередь, с моральным и физическим износом оборудования и самой технологии. Энергоёмкость отечественных технологий переработки существенно больше, чем в странах Западной Европы, Японии и США. Основными энергоресурсами, потребляемыми предприятиями переработки газа, являются электрическая и тепловая энергия (на её выработку используют топливный газ). Одними из самых затратных процессов на газоперерабатывающем предприятии являются процессы ректификации, потребляющие большое количество как тепловой энергии в виде пара, так и электроэнергии для процессов охлаждения.

Потенциал энергосбережения ТЭР в газоперерабатывающей отрасли составляет 1 млн т.у.т. [1]. Внедрение тепловых насосов в технологические схемы переработки углеводородного сырья позволит сократить потребление энергетических ресурсов — главным образом, тепловой энергии в виде пара. Абсорбционные тепловые насосы могут быть использованы для утилизации сбросного тепла с целью получения холода.

В работе [2] отмечено, что среди технологических объектов ОАО «Газпром» наиболее полно разработана методика проведения энергетического обследования для объектов транспорта газа. Однако аналогичные детальные методики энергообследования для объектов газопереработки практически отсутствуют.

Газоперерабатывающие заводы представляют собой сложные энерготехнологические системы, и для их исследования необходимо применять системный подход. Методология проведения энергетического обследования включает в себя основные этапы, представленные на рис. 1 [3].

Обычно при разработке программы энергосбережения применяют два этапа: проведение энергетического обследования (второй этап) и сразу же разработка программ энергосбережения (пятый этап). Особенность нашего подхода заключается в том, что мы обязательно выполняем ещё и первый этап — построение топливно-энергетического баланса предприятия, а также третий — математическое моделирование существующих установок, на котором результаты модели сверяются с результатами обследования. Кроме того, на четвёртом этапе на основе этих моделей мы решаем на компьютере задачи, проверяя, что будет, если поставить тепловой насос такого типа здесь, что будет, если его поставить в другом месте, и т.д. Итак, мы можем сравнивать разные варианты, выбирать наиболее эффективные и на основе них разрабатывать программу энергосбережения.

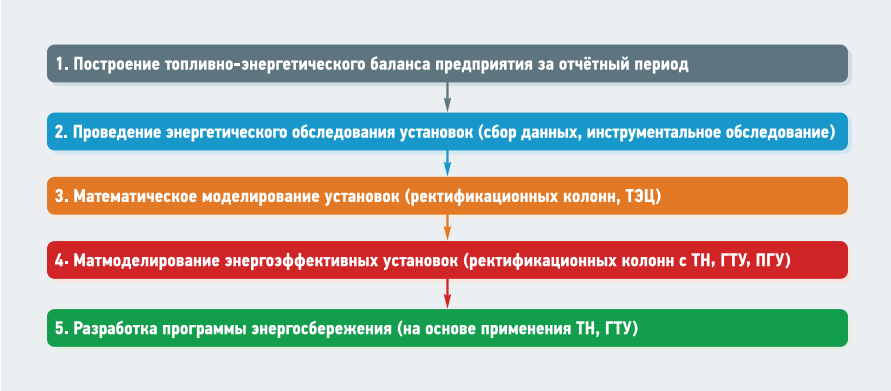


Рис. 1. Этапы разработки программы энергосбережения газоперерабатывающего комплекса

* По материалам Круглого стола «Геотермальные и воздушные тепловые насосы: текущая ситуация и перспективы использования в России» (организатор — журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе **www.c-o-k.ru** в разделе **«Видео/СОК-TV»**.

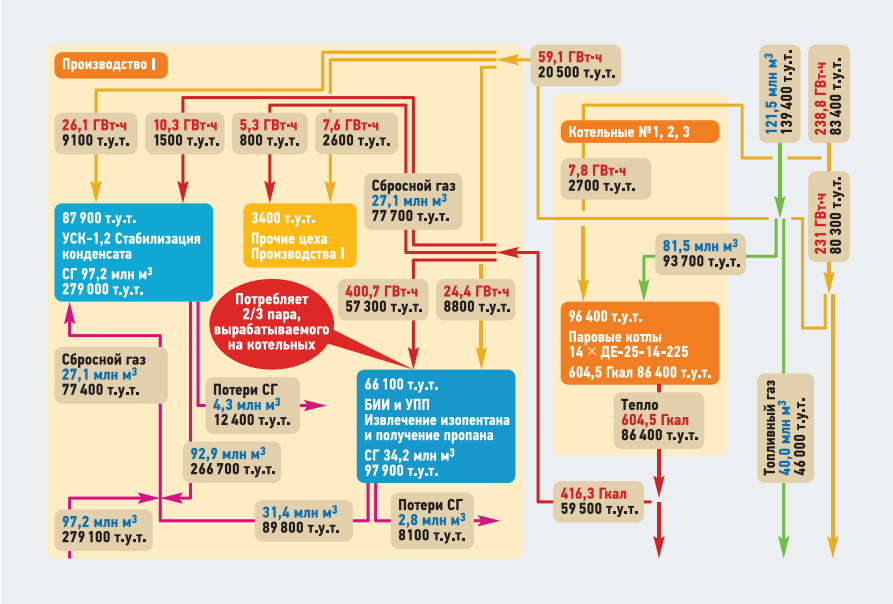


Рис. 2. Топливно-энергетический баланс завода стабилизации конденсата

Были проведены энергетические обследования завода стабилизации конденсата, одного из газоперерабатывающих заводов и гелиевого завода. Анализ показал, что основным потребителем тепловой энергии является установка разделения широкой фракции лёгких углеводородов

Как пример нашей программной технологии по энергосбережению, были проведены энергетические обследования завода стабилизации конденсата (ЗСК), одного из газоперерабатывающих заводов (ГПЗ) и гелиевого завода (ГЗ). Анализ топливно-энергетического баланса ЗСК (рис. 2) показал, что основным потребителем тепловой энергии является установка разделения широкой фракции лёгких углеводородов (включающая в себя блок извлечения изопентана и узел получения пропана) на процессы ректификации — 66 % всей потребляемой тепловой энергии. Данная тепловая энергия в виде пара вырабатывается на сторонней котельной, причём эта установка потребляет 11 % покупной электроэнергии, в основном, на аппараты воздушного охлаждения.

Установка разделения ШФЛУ (рис. 3) была выбрана в качестве одного из основных объектов для энергетического обследования, так как стоимость потребляемых ею энергоресурсов оказалась одной из самых больших на заводе. Суммарное потребление пара на установке разделения ШФЛУ составило 88 тонн в час, и задача энергообследования этой установки заключалась в поиске путей энергосбережения.

Инструментальное обследование установки на втором этапе позволило собрать дополнительные данные, а сравнение данных, полученных с мнемосхем и с помощью тепловизионного обследования, показало, что погрешность результатов измерения не превышает 5 %.

Полученные результаты инструментального обследования позволили на третьем этапе провести моделирование ректификационных колонн (РК) для определения расчётного энергопотребления. Погрешность результатов данной модели с результатами, полученными в ходе экспериментального обследования (не более 5 %), также показали высокую точность, что говорит об адекватности расчётной модели [3].

Следующим, четвёртым, этапом является моделирование различных вариантов энергоэффективной установки, в частности, ректификационной колонны К-2 с тепловым насосом. Три существующие колонны извлечения изопентана из пентан-гексановой фракции (ПГФ) потребляют 30 тонн пара в час. Предлагается использовать тепловой насос (ТН) с механической рекомпрессией пара (рис. 4). Принцип действия [4, 5] здесь заключается в следующем: верхний продукт (парообразный изопентан), проходя через рекуперативный теплообменник, направляется в компрессор, где повышает свою температуру до необходимых параметров, после чего пары изопентана направляются в конденсатор, где конденсируются и отдают своё тепло кубу колонны, а сконденсировавшийся продукт, проходя через рекуперативный теплообменник, направляется на аппараты воздушного охлаждения. Таким образом, данный тепловой насос позволяет полностью исключить тепловую нагрузку пара в колоннах К-2.

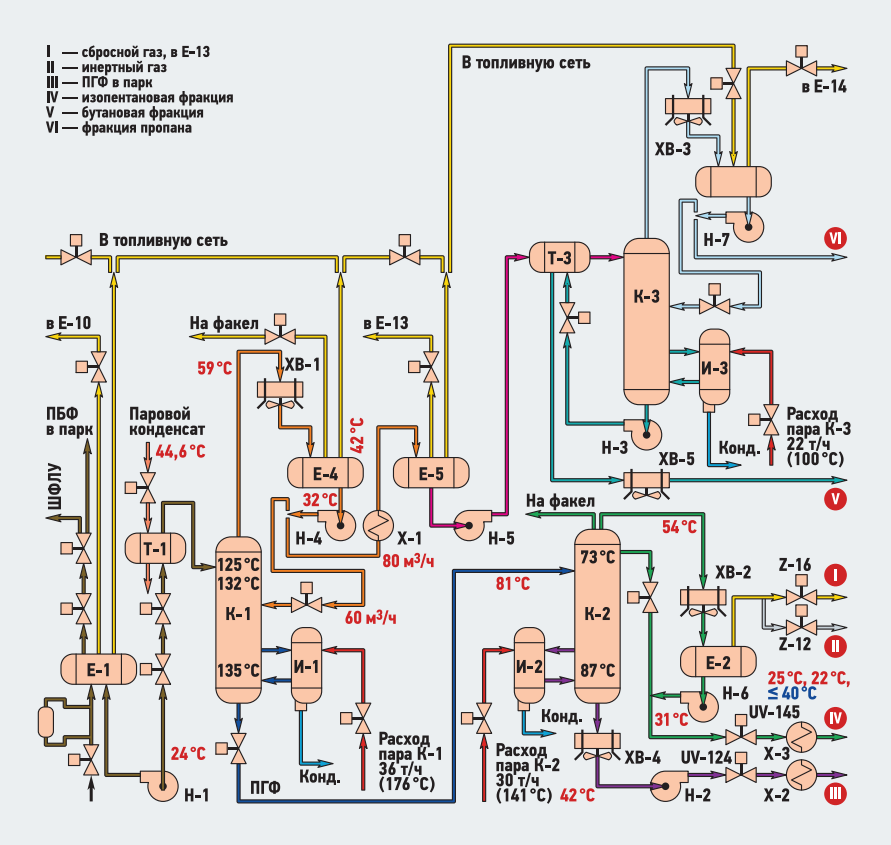


Рис. 3. Технологическая схема переработки широкой фракции лёгких углеводородов (**К-1** — колонна разделения широкой фракции лёгких углеводородов; **К-2** — колонна разделения пентан-гексановой фракции; **К-3** — колонна разделения пропан-бутановой фракции)

В этой колонне разность температур кипения верхнего и нижнего продуктов составляет 14 °С. При этом коэффициент трансформации теплоты теплового насоса μ равен 10:

$$\mu = \frac{Q_{\text{исп.конд.ТН}}}{N_{\text{компр}}} = \frac{6280}{617} = 10,$$

где $N_{\text{компр}}$ — мощность компрессора ТН, $N_{\text{компр}} = 617$ кВт; $Q_{\text{исп.конд.ТН}}$ — тепловая мощность испарителя-конденсатора теплового насоса, $Q_{\text{исп.конд.ТН}} = 6280$ кВт.

Также для этой колонны проводилось моделирование с парокомпрессионным ТН. Результаты моделирования представлены в табл. 1, из которой видно, что в данном случае предпочтительнее тепловой насос механической рекомпрессии пара [6]. Проводилось моделирование другой ректификационной колонны К-3 разделения пропан-бутановой фракции (ПБФ) с парокомпрессионным тепловым насосом (рис. 5).

В данном случае предлагается использовать в качестве низкопотенциального тепла верхний продукт колонны для покрытия тепловой нагрузки в паре. Разность температур кипения разделяемых продуктов здесь значительно выше и составляет 48 °С. Коэффициент трансформации теплового насоса равен 3,2.

Результаты моделирования различных тепловых насосов (табл. 2) показало, что в данном случае предпочтительнее парокомпрессионный тепловой насос, поскольку он может полностью покрыть тепловую нагрузку колонны.

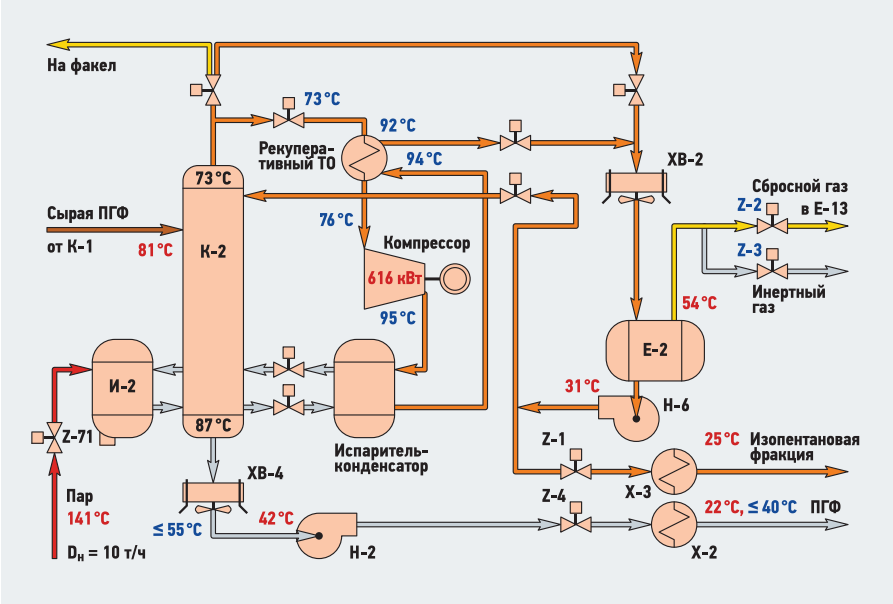


Рис. 4. Схема ректификации ПГФ с тепловым насосом с механической рекомпрессией пара

Расход энергетических ресурсов для колонны К-2 табл. 1

Параметры	Исходная РК	РК с ТН рекомпрессии пара	РК с парокомпрессионным ТН
Расход тепловой энергии пара в испаритель, Гкал/ч	5,4	0	0
Стоимость тепловой энергии пара, руб/ч	8100	0	0
Отвод тепловой энергии от воздушных холодильников, Гкал/ч	5,8	0,95	1,07
Расход электроэнергии на привод компрессора ТН, кВт·ч	0	617	761
Стоимость электроэнергии на привод компрессора, руб/ч	–	1850	2283
Экономия денежных средств, руб/ч	–	6251	5817

Расход энергетических ресурсов для колонны К-3 табл. 2

Параметры	Исходная РК	РК с ТН рекомпрессии пара	РК с парокомпрессионным ТН
Расход тепловой энергии, пара в испаритель, Гкал/ч	12,42	3,92	0
Стоимость тепловой энергии пара, руб/ч	18630	5880	0
Отвод тепловой энергии от воздушных холодильников, Гкал/ч	10,94	5,48	2,46
Расход электроэнергии на привод компрессора ТН, кВт·ч	0	2617	3375
Стоимость электроэнергии на привод компрессора, руб/ч	–	7851	10125
Экономия денежных средств, руб/ч	–	4899	8505

Разработка программы энергосбережения на основе применения тепловых насосов табл. 3

Тип теплового насоса	Коэфф. трансформации	Экономия тепловой энергии, Гкал/год	Капитал. затраты, млн руб.	Эконом. эффект, млн руб/год	Срок окупаемости, лет
Ректификационная колонна получения изопентана с тепловым насосом с механ. рекомпрессией пара	10,1	137 040	100	161,1	1,6
Ректификационная колонна разделения ПБФ с парокомпрессионным тепловым насосом	3,2	99 360	н.д.	54,2	н.д.
Двухцелевой тепловой насос на блоке осушки газов	5,6	1500	2,6	0,65	4
Применение двухцелевого теплового насоса для охлаждения горячих насосов и нагрева ШФЛУ	6,1	1700	2,2	0,84	2,6

Основным энергоресурсом для одного из ГПЗ является пар на установки очистки газов от серы — 76 % от всего количества тепловой энергии. 63 % тепловой нагрузки ГПЗ покрывается от ТЭЦ, а 37 % — от собственных ВЭР.

Для ГЗ основным энергоресурсом является электроэнергия, потребляемая на сжатие метановой фракции и этана в дожимных компрессорных цехах (63 %) и на пропановых холодильных установках (21 %). Процессы газопереработки осуществляются области относительно низких температур (–30…+150 °С) при большом количестве низкопотенциальных вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), которые практически не используются. При этом расходуется много электроэнергии на аппаратах воздушного охлаждения (АВО) и на перекачку оборотной воды.

С другой стороны, одним из основных потребляемых энергетических ресурсов на ГПЗ является пар низкого давления (до 0,5 МПа), например, в ребойлерах. При этом образующийся конденсат имеет температуру примерно 120 °С, тепловой потенциал которого обычно не используется. На его охлаждение приходится использовать те же самые АВО и оборотную воду.

Для осушки газа используется холод, получаемый в пропановых холодильных установках (ПХУ) при температурах –30 °С. Для получения гелия разделения метановой и этановой фракций используются температуры ниже –100 °С. Всё это является благоприятной средой для применения тепловых насосов [7].

Двухцелевые тепловые насосы могут забирать тепло у энергоносителей, которые нужно охладить, и передавать тепло другим энергоносителям, которые нужно нагреть.

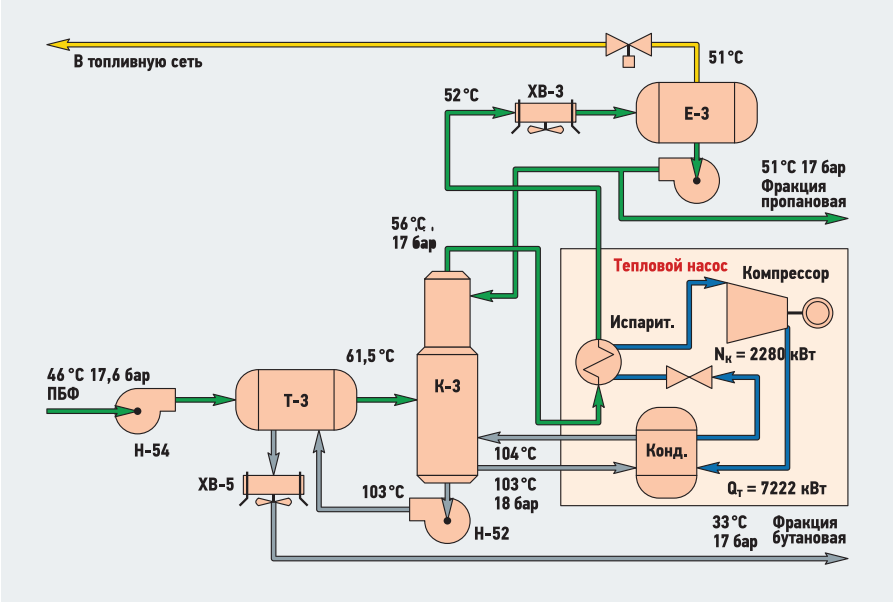


Рис. 5. Схема ректификации ПБФ с парокомпрессионным тепловым насосом

Несмотря на простоту этой идеи, как ни странно, область применения тепловых насосов парокомпрессионного и абсорбционного типа в газоперерабатывающей отрасли крайне узка.

Парокомпрессионные ТН с коэффициентом трансформации тепла, равным 5–8, могут применяться на установках очистки газа от сероводорода и диоксида серы, на установках осушки обессеренного газа. Перспективным может быть также применение парокомпрессионных ТН на установках переработки нестабильного газового конденсата и сырой нефти, на установках переработки широкой фракции лёгких углеводородов.

Применение тепловых насосов с механической рекомпрессией пара, парокомпрессионных тепловых насосов и абсорбционных холодильных машин может существенно снизить энергоёмкость процессов переработки газа на предприятиях газоперерабатывающего комплекса

Абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины (АБХМ) могут использовать отработанный паровой конденсат на установках аминовой очистки и осушки газа. Полученный холод с температурой +7 °C может использоваться для охлаждения обессеренного газа с экономией жидкого пропана в испарителе и электроэнергии на привод компрессора ПХУ (рис. 6).

Разработаны технико-экономические обоснования внедрения ТН производства отечественного и зарубежного производства и АБХМ ОАО «Теплосибмаш». Срок окупаемости этих проектов, рассчитанный на основе технико-коммерческих предложений, варьируется от полутора до трёх лет. Ещё несколько мероприятий с применением тепловых насосов находятся в разработке.

Таким образом, применение тепловых насосов с механической рекомпрессией пара, парокомпрессионных тепловых насосов и абсорбционных холодильных машин может существенно снизить энергоёмкость процессов переработки газа на предприятиях газоперерабатывающего комплекса. Кроме того, уменьшится температура возврата конденсата на теплоэлектроцентралях, в результате чего увеличится коэффициент использования тепла (КИТ) при производстве электрической и тепловой энергии [7]. Повысится надёжность работы оборудования. Помимо этого тепловые насосы являются экологически чистыми технологиями.

И, наконец, на последнем, пятом этапе была разработана программа энергосбережения с применением тепловых насосов и представленная в табл. 3. Она показывает эффективность применения тепловых насосов на газоперерабатывающих предприятиях.

1. Хворов Г.А., Юмашев М.В. Методология оценки потенциала энергосбережения технологических объектов ОАО «Газпром» // Газовая промышленность, №4/2014.
2. Хворов Г.А., Юмашев М.В., Кузнецов О.А., Житомирский Б.Л. Методология проведения энергетических обследований технологических объектов // Газовая промышленность, №5/2009.
3. Шомова Т.П. Повышение энергетической эффективности газоперерабатывающих предприятий на основе применения тепловых насосов: Дис. на соиск. учен. степ. к.т.н. — Иваново: ИГЭУ, 2014.
4. Diez E., Langston P., Ovejero G., Romero M.D. Economic feasibility of heat pumps in distillation to reduce energy use // Applied Thermal Engineering April 2009. Vol. 29. Issues 5–6.
5. Kiss A.A., Landaeta S.J.F., Ferreira C.A.I. Towards energy efficient distillation technologies. Making the right choice // Energy. Vol. 47. Nov 2012.
6. Султангузин И.А., Шомова Т.П., Курзанов С.Ю., Белов Р.Б. Совершенствование процессов ректификации углеводородов с применением тепловых насосов на основе моделирования в программе Aspen HYSYS // Надёжность и безопасность энергетики, 2014.
7. Султангузин И.А., Албул А.В., Шомова Т.П., Шомов П.А. Энергоснабжение газоперерабатывающих заводов на основе газовых турбин и тепловых насосов // Наука и техника в газовой промышленности, №3/2012.

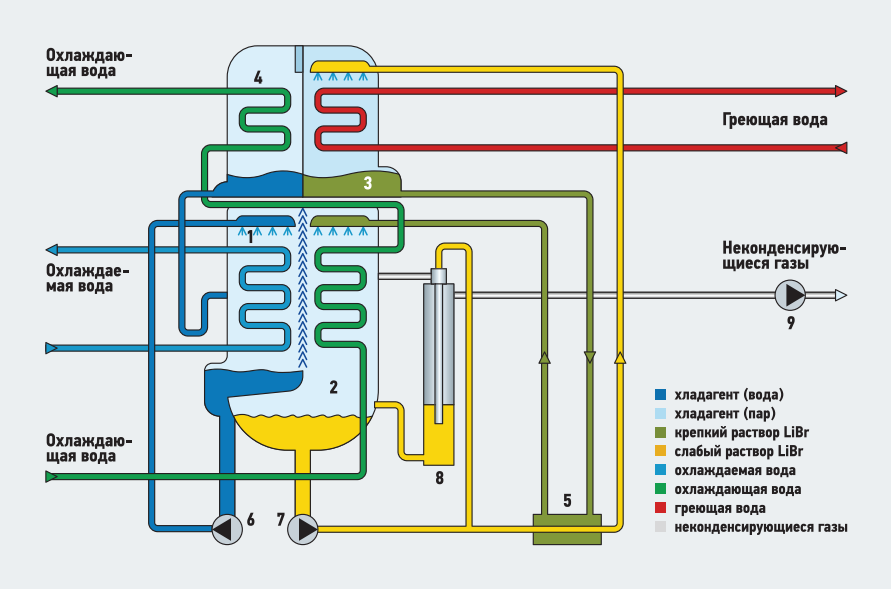


Рис. 6. Установка АБХМ для охлаждения природного газа после его очистки от серы перед осушкой с использованием тепла конденсата (экономия электроэнергии на ПХУ — 5000 МВт·ч/год; капзатраты — 23 млн рублей, экономический эффект — 13 млн рублей в год; срок окупаемости — 1,6 года; используется тепло конденсата с ребойлеров; охлаждение со 120 до 90 °C; экономия холода в испарителе пропана — 840 кВт; экономия электроэнергии на привод компрессора ПХУ — 800 кВт; **1** — испаритель; **2** — абсорбер; **3** — генератор; **4** — конденсатор; **5** — теплообменник; **6** — насос хладагента; **7** — насос растворный; **8** — газоотделитель; **9** — насос вакуумный)

Отель Ostrzyce Hotel & Spa с применением теплового насоса (посёлок Острыце, Польша)

Тепловой насос как перспективная технология для отопления и холодоснабжения*

В настоящее время за рубежом накоплен весьма внушительный опыт внедрения тепловых насосов, что, впрочем, не означает, что в России такого опыта нет. Практика показывает, что теплонасосные технологии, хотя и медленно, но всё же внедряются в системах отопления и ГВС на различных объектах.

Автор: А.И. ОСИПОВ, руководитель направления «Тепловые насосы» компании «Данфосс»

Одним из перспективных направлений энергосбережения является использование альтернативных источников энергии. В этом ряду надо отметить тепловой насос, который превращает геотермальную энергию в тепловую. Буквально ещё вчера это считалось чуть ли не космической технологией. Здания, которые не имеют централизованного отопления, котельных и просто элементарных печей, считались чудом техники.

Сегодня всё это стало реальностью. Опыт «Данфосс» демонстрирует, что тепловые насосы могут обогреть и обеспечить горячей водой школы и детские сады, коттеджи и спортивные учреждения, промышленные предприятия и торговые заведения. Сегодня тепловые насосы обслуживают небольшие производства и заправочные комплексы, рыбохозяйства и животноводческие комплексы в разных климатических условиях в регионах страны.

Особенно актуально применение данной технологии в местах, где нет централизованных источников энергии и газовых сетей. При массовом применении это способствует разгрузке электрических сетей, которые используются в этом случае для отопления, горячего водоснабжения и холодоснабжения. Практика компании показывает, что тепловые насосы реально использовать в российских условиях. Более того, для большинства объектов срок окупаемости внедрения инновационной технологии составляет от двух до шести лет.

Очень показателен опыт применения тепловых насосов в Томской области, где базируется наш партнёр ООО «Экоклимат». Как отмечает директор компании Георгий Гранин, сибирские морозы доходят в здешних краях до –40 °С. Поэтому особое внимание уделяется созданию надёжной и эффективной системы теплоснабжения. В регионе специалисты компании оборудовали уже несколько десятков различных объектов инновационными системами теплоснабжения. Так, в новой школе в селе Вершинино реализовано техническое решение на основе тепловых насосов «Данфосс» и тёплых водяных полов. Тепловые насосы на каждый затраченный киловатт питающей электроэнергии дают в среднем 3,5 кВт тепловой энергии, снабжая теплом системы отопления и горячего водоснабжения школы. А жарким сибирским летом они обеспечивают кондиционирование здания. Как и на всех объектах, оборудованных тепловыми насосами, классическая теплозащита уменьшает потери тепла в здании, а инновационная технология даёт реальную экономию средств по сравнению с аналогичными объектами, на которых используется традиционная схема теплоснабжения. Важны также абсолютная безопасность решения, простота эксплуатации и снижение затрат на сервисное обслуживание.

Площадь здания школы в Вершинино составляет около 1500 м^2. Здесь установлено два тепловых насоса типа Danfoss DHP-R 42. Геотермальное тепло собирается в 28-ми вертикальных скважинах, где проложены коллекторы. Эффективность по SPF — 3,8 единиц или 73 % экономии электрической энергии. Общие затраты составили около 6 млн рублей, стоимость эксплуатации составляет 244 тыс. рублей в год, срок окупаемости порядка шести лет.

Особенно актуально применение теплонасосной технологии в местах, где нет централизованных источников энергии и газовых сетей. Это способствует разгрузке электрических сетей, которые используются в этом случае для отопления, ГВС и холодоснабжения. Практика компании показывает, что тепловые насосы реально использовать в российских условиях

В Томской области многие потребители уже успели оценить все преимущества тепловых насосов. Они установлены в детских садах, магазинах, обогревают небольшие гостиницы и жилые дома.

В Московской области в городе Щёлково местный водоканал создал систему отопления своего офиса на основе тепловых насосов Danfoss DHP. Благодаря этому здание площадью 700 м^2 получило надёжное теплоснабжение. Экономия по отношению к предыдущей системе составила 75 %, срок окупаемости равен пяти годам.

* По материалам Второй отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры» (организаторы: РСПП и журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе **www.c-o-k.ru** в разделе **«Видео/СОК-TV»**.

Ледовый дворец Löfbergs Arena

Каток ледового дворца Löfbergs Arena

Тепловой насос обеспечивает обогрев и горячее водоснабжение коттеджа в Московской области. Специалисты компании «Велес-Грин-Хит», проанализировав расходы клиента на отопление и определив требуемую тепловую мощность, разработали техническое решение на основе теплового насоса DHP-H 10 типа «грунт-вода». Данная модель имеет высокие энергетические характеристики: коэффициент эффективности COP при температуре источника 0 °C и температуре подающей линии 35 °C составляет 4,84. Система отопления — радиаторы. Для здания площадью 140 м^2 стоимость проекта составила 960 тыс. рублей, экономия за сезон — 70,4 тыс. рублей. В итоге хозяева получили сокращение расходов на 72 %.

Данные проекты показательны для достижения максимальной экономичности на негазифицированных территориях. Они гарантируют высокий уровень комфорта в режимах охлаждения и отопления, безопасность при эксплуатации и сервисную независимость.

Компания «Данфосс» имеет большой опыт создания систем тепло- и холодоснабжения различных спортивных и развлекательных сооружений. Среди них бассейны, футбольные стадионы, хоккейные арены, гольф клубы и теннисные корты. Эффективная и простая в эксплуатации система создана, например, в ледовом дворце Löfbergs Arena в Швеции. В здании площадью 10 тыс. м^2 работают всего шесть тепловых насосов DHP-R 42. Источником энергии является лёд! По сравнению с предыдущей системой стоимость эксплуатации снизилась практически в два раза.

Проект реконструкции инженерных систем этого спортивного сооружения показывает такие преимущества тепловых насосов, как решение одновременно нескольких задач, энергетическая независимость объекта, высокая энергоэффективность и отсутствие дополнительных затрат при внедрении на этапе реконструкции или строительства.

Эффективно применение технологии и на различных культурно-развлекательных объектах — выставочных центрах, музеях, галереях, концертных площадках. В Измайловском парке в Москве два тепловых насоса DHP-R 33 обогревают здание игрового комплекса площадью 1338 м^2. Система отопления — радиаторные отопительные приборы. Эффективность SPF — 3,6 единиц. Экономия электроэнергии составляет 72 %. Среди преимуществ системы — абсолютная экологичность и бесшумность, отсутствие необходимости прокладки коммуникаций, снижение энергопотребления и повышение энергоэффективности.

В портфеле компании немало примеров реализованных проектов с применением инновационной технологии. Потребители всё чаще отдают предпочтение новой технике, просчитывая экономический эффект и высокий уровень комфорта. Важно, что использование теплового насоса безопасно и просто. Его применение улучшает экологическую обстановку и качество жизни, экономия составляет до 75 % электроэнергии за счёт возобновляемой энергии.

Также комплексное применение тепловых насосов на негазифицированных территориях значительно снижает нагрузку на электрическую сеть.

Теплообменник (предназначен для охлаждения льда в ледовом дворце Löfbergs Arena)

Каскад тепловых насосов, установленный в ледовом дворце Löfbergs Arena

Каскад тепловых насосов на одном из объектов компании ООО «Экоклимат» в России

Тепловые насосы: кадры, стимулирование применения, теплоснабжение*

В этой статье пойдёт речь о системном подходе к подготовке кадров и стимулированию применения тепловых насосов в теплоснабжении индивидуальных домов, жилых районов и промпредприятий. Тепловые насосы находят широкое применение как для бытовых, так и промышленных потребителей. Принято выделять три основных направления внедрения данных агрегатов: теплоснабжение индивидуальных домов (коттеджей), теплоснабжение жилых районов [1, 2] и энерготехнологические нужды промышленных предприятий [2–4].

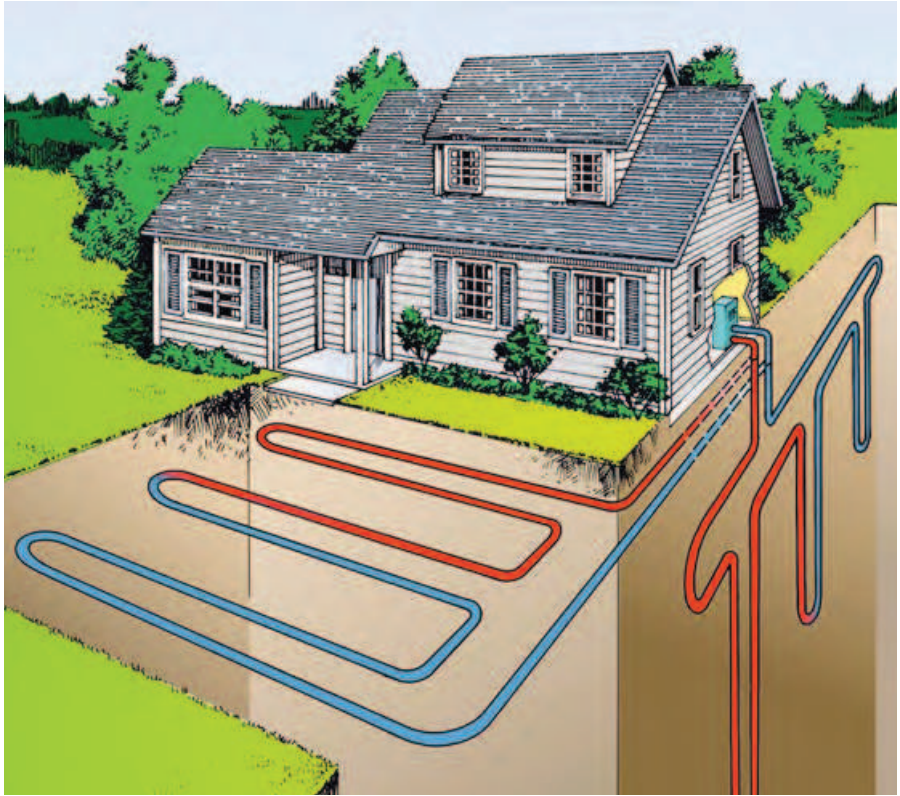
Автор: И.А. СУЛТАНГУЗИН; А.В. ФЕДЮХИН, НИУ «МЭИ»; П.А. ШОМОВ, НТЦ «Промышленная энергетика»

Теплонасосные установки малой мощности (до 100 кВт) получили широкое распространение в высокотехнологичных государствах мира. Они экологичны, надёжны, имеют небольшой размер, работают при пониженных температурах наружного воздуха в зимний период, кроме того, они могут кондиционировать помещений в тёплое время года. Однако, если активно развивается рынок тепловых насосов малой мощности, то следует оценить перспективы использования теплонасосов большой мощности (до 30 МВт и более) в целях модернизации и развития систем теплового снабжения [1]. Преимущества ТН большой мощности по сравнению с тепловыми насосами малой мощности заключаются в следующем:

- пониженные удельные вложения финансов (на 1 кВт тепловой мощности);
- меньшая занимаемая площадь (если сравнивать с большим числом теплонасосов малой мощности;
- более высокие технико-экономические параметры отдельных элементов (например, изоэнтропный КПД компрессора) и ТН в целом.

В последние годы наблюдается серьёзный прогресс в получении новых стройматериалов с повышенными теплозащитными свойствами, разработаны технологии утепления уже построенных и эксплуатирующихся зданий. Во многих государствах, включая наше, специалисты пересматривают нормы потерь теплоты от ограждений и оконных застеклённых проёмов в окружающую среду, и, как следствие, становится меньшей необходимая температура источника тепла,

Установка тепловых насосов большой мощности максимально эффективна в больших городах, где имеют место серьёзные тепловые и холодильные нагрузки в течение продолжительного периода, где остро стоит вопрос утилизации отходов, в том числе и тепловых, например, сточных вод. Климатические условия в Санкт-Петербурге, Калининграде являются наиболее близкими к скандинавским странам



* По материалам Второй отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры» (организаторы: РСПП и журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе **www.c-o-k.ru** в разделе **«Видео/СОК-TV»**.

Источниками энергии для тепловых насосов могут стать те или иные среды: речная и морская вода, грунтовые воды и сам грунт, «обратная» сетевая вода систем теплоснабжения, отработанные газы котлов, сточные воды и др. Следует разработать концепцию использования оптимальных систем с ТН для каждого из упомянутых регионов. Но тут резонно отметить, что высокая ценовая и фактическая доступность природного газа в российских условиях автоматически переводит тепловые насосы в сегмент малодоступной и дорогой техники вследствие относительно больших капитальных вложений, что ведёт к продолжительным срокам окупаемости. В ближайшей перспективе цены на газ будут увеличиваться и могут подняться до цифр, близких к мировым. Это сделает тепловые насосы гораздо более конкурентоспособными.

например, при отоплении системой «тёплый пол» достаточно подавать воду температурой 40–45 °С, что делает более выгодным использование тепловых насосов.

Установка тепловых насосов большой мощности максимально эффективна в больших городах, где имеют место серьёзные тепловые и холодильные нагрузки в течение продолжительного периода, где остро стоит вопрос утилизации отходов, в том числе и тепловых — например, сточных вод. Климатические условия в Санкт-Петербурге, Калининграде являются наиболее близкими к скандинавским странам. Также температурные условия атмосферного воздуха в зимний период в северных странах Европы близки к значительной части территории России. В связи с этим географические области применения тепловых насосов в России могут быть существенно расширены.

На первом этапе развития систем теплоснабжения на основе тепловых насосов необходимо выбрать наиболее перспективные направления:

- крупные мегаполисы, где остро стоят экологические проблемы (такие города, как Москва и Санкт-Петербург);
- населённые пункты, где нет природного газа, где относительно дешёвая электрическая энергия и применяются котлы, работающие на электричестве (например, в Красноярске);
- населённые пункты, расположенные в южных регионах, где круглый год есть потребность в тепловой энергии (горячее водоснабжение, отопление, вентиляция) и в холоде (в том числе для кондиционирования) — к подобным населённым пунктам относятся такие города, как, например, Краснодар и Сочи.

Для внедрения современных теплонасосов большой мощности следует обеспечить ряд сопутствующих факторов: госпрограмма целевого финансирования; законодательство, которое стимулирует применение экологически чистого и энергосберегающего оборудования; такой уровень цен на энергоресурсы, который вынуждает потребителей устанавливать и использовать энергосберегающие агрегаты.

Другой путь, но не альтернативный — это приобретение теплового насоса иностранного производства большой мощности для реализации демонстрационного проекта теплоснабжения. Такой проект может быть запущен в крупном российском городе, таком как Москва, Санкт-Петербург, Сочи, Красноярск. В условиях относительно невысоких цен на природный газ хороший эффект может дать проект по изготовлению ТН с утилизацией тепла в котле-утилизаторе и газотурбинным приводом.

Непростая регулировка тепловых нагрузок в течение суток и сезона предъявляет к системам управления тепловым насосом довольно высокие требования. Современные тепловые насосы позволяют регулировать тепловую нагрузку в диапазоне 10–100 % путём изменения расположения регулирующих элементов перед ступенями компрессора.

Кроме того, могут быть созданы различные, имеющие высокую эффективность схемы теплоснабжения с тепловыми насосами и при этом учитывающие погодные условия региона, где устанавливается техника. В отопительный период тепловому насосу выгодно обеспечивать удовлетворение потребности в базовой части тепловой нагрузки, а кратковременную пиковую можно оставить на откуп водогрейному котлу, работающему на электричестве или газе. Эффективность ТН возрастёт, если в летние месяцы он будет покрывать одновременно тепловую нагрузку, обеспечивающую горячее водоснабжение, и холодильную, предназначенную, например, для нужд кондиционирования.

С ростом темпа внедрения тепловых насосов в энергетический сектор России становится актуальной задача подготовки квалифицированных кадров как для эксплуатации и сервиса оборудования, так и для его расчёта, моделирования и проектирования. На рис. 1 представлена возможная схема подготовки кадров в высшей школе.

В подготовке квалифицированных специалистов на сегодняшний день задействованы ведущие российские технические вузы: НИУ «МЭИ», МГТУ имени Н.Э. Баумана, СПбГУНиПТ, ИГЭУ и др. При отсутствии отдельной кафедры или направления подготовки по тепловым насосам обучение может проводиться (и проводится) в рамках базовых энергетических специальностей бакалавров и магистров: промышленная теплоэнергетика; холодильная и криогенная техника; энергетическое машиностроение; теплофизика; техническая термодинамика. После прохождения курса обучения специалист по тепловым насосам должен владеть следующими знаниями и навыками:

1. По снижению тепловых потерь зданий за счёт применения современных строительных материалов и видов изоляции (тепловые насосы не смогут эффективно снабжать теплом «дырявые» дома).

2. По расчёту систем теплоснабжения при совместной работе тепловых насосов с солнечными коллекторами, котлами на древесном и газовом топливе.

3. По расчёту систем отопления в оптимальном сочетании с системами ГВС, вентиляции и кондиционирования на основе применения тепловых насосов.

4. По применению тепловых насосов в системах с рекуперацией тепла (вентиляция, кондиционирование, водяные и канализационное стоки).

5. По применению тепловых насосов в системе отопления с тёплыми полами в сочетании с керамической плиткой и деревянными полами (например, паркетной доской).

6. По современным приборам автоматического управления систем теплоснабжения с тепловыми насосами при изменении сезонных и суточных режимов.

Учебные программы подготовки специалистов по тепловым насосам должны давать знания по современным концепциям и технологиям энергоэффективных домов: пассивный, активный, с нулевым энергопотреблением, экологичный «зелёный дом» [5, 6].

Рис. 1. Подготовка кадров по тепловым насосам в ВУЗах

Студентам необходимо владеть навыками работы с программами расчёта тепловых насосов и систем теплоснабжения зданий и сооружений при различных режимах. Отдельно должны быть затронуты экологические аспекты подготовка кадров по тепловым насосам

При проведении лабораторных занятий необходимо опираться на современные программные комплексы, позволяющие моделировать систему энергоснабжения с тепловым насосом: Aspen One Engineering [4], Thermoflex (рис. 2), Coolpack, REFPROP, TRNSYS и др. На рис. 2 рассчитывается тепловой насос, использующий теплоту низкопотенциальных ВЭР с температурой 50 °С для подогрева обратной сетевой воды с 57,2 до 63,2 °С в системе теплоснабжения промышленного предприятия и жилых районов города. Тепловая мощность такого насоса, работающего на хладагенте R134a, составляет 7225 кВт при коэффициенте трансформации теплоты, равном 7,1.

Студентам совершенно необходимо владеть навыками работы с программами расчёта тепловых насосов и систем теплоснабжения зданий и сооружений при различных режимах.

Отдельно должны быть затронуты экологические аспекты [7] подготовка кадров по тепловым насосам в вузах. Студенты должны уметь оценивать экологический и энергосберегающий эффект от применения тепловых насосов и экологичных хладагентов. Учебные программы подготовки специалистов по тепловым насосам должны давать знания по следующим вопросам:

- хладагенты, влияющие на озоновый слой и глобальное потепление;
- хладагенты 4-го поколения с минимальным воздействием на глобальное потепление;
- экологический эффект от применения тепловых насосов во взаимосвязи с эффектом энергосбережения.

В настоящее время происходит интенсивный процесс появления новых энергосберегающих и экологичных материалов и энергоносителей, появляются новые компьютерные программы и принципиально новые типы энергетического оборудования, разрабатываются новые концепции интегрированных систем энергоснабжения и т.д. В этих условиях традиционные методы обучения в технических университетах несколько отстают от темпов развития современных систем горячего водоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования, холодоснабжения индивидуальных и многоэтажных жилых домов, общественных зданий и промышленных предприятий.

Разработка учебных программ и введение специальности (или подспециальности) по тепловым насосам может стать своего рода катализатором и интегратором для подготовки высококвалифицированных специалистов, не только владеющих знаниями о современном энергоэффективном оборудовании, но и способными на основе системного подхода самостоятельно анализировать рынок нового энергооборудования и строить на его основе интегрированные системы энергоснабжения, в которых ТН будут занимать ключевое место.

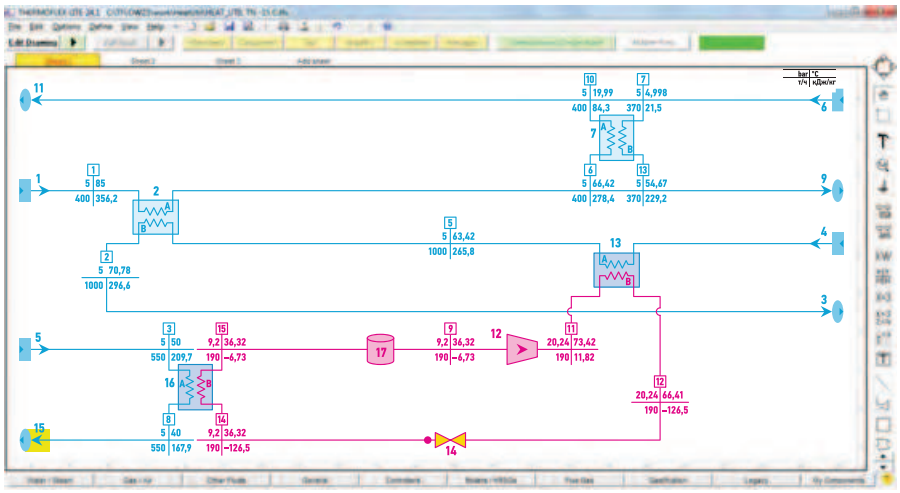


Рис. 2. Схема теплового насоса в компьютерной среде Thermoflex

1. Султангузин И.А., Потапова А.А. Высокотемпературные тепловые насосы большой мощности для теплоснабжения // Новости теплоснабжения, №10/2010.
2. Потапова А.А., Султангузин И.А. Применение тепловых насосов в системе теплоснабжения промышленного предприятия и города // Металлург, №9/2010.
3. Султангузин И.А., Албул А.В., Шомова Т.П., Шомов П.А. Энергоснабжение газоперерабатывающих заводов на основе газовых турбин и тепловых насосов // Наука и техника в газовой промышленности, №3/2012.
4. Султангузин И.А., Шомова Т.П., Курзанов С.Ю., Белов Р.Б. Совершенствование процессов ректификации углеводородов с применением тепловых насосов на основе моделирования в программе Aspen HYSYS // Надёжность и безопасность энергетики, №2/2014.
5. Елохов А.Е. Пассивные здания. Сравнительный анализ методик расчёта // Здания высоких технологий, лето 2013.
6. Казанци О., Скрупскелис М., Олесен Б., Павлов Г. Здание с нулевым балансом энергопотребления // Здания высоких технологий, лето 2013.
7. Султангузин И.А. Экологическая безопасность и энергетическая эффективность промышленных теплоэнергетических систем. — М.: Изд-во МЭИ, 2013.

Подготовка специалистов по энерго-сберегающему оборудованию*

С каждым годом теплотехническое оборудование становится всё сложнее. Для работы с ним — будь это продажи, монтаж или обслуживание — требуются специальные знания. Однако вузы готовят инженеров широкого профиля, а в учреждениях среднего специального образования современным технологиям уделяют недостаточно внимания.

Автор: Алексей КУЗЬМИН, руководитель отдела энергосберегающих технологий (компания «Эван», Нижний Новгород)

Предприятия из ситуации недостатка специалистов выходят по-разному. Крупные компании могут позволить себе и корпоративные университеты, и целевой набор, и специальные программы для выпускников вузов. Например, Danfoss приглашает молодых специалистов на двухгодичную послевузовскую стажировку, включающую в себя участие в четырёх крупных проектах. Однако что же делать среднему и малому бизнесу, не располагающему такими ресурсами, как гиганты рынка? Где искать специалистов и каким образом поддерживать актуальность их квалификации? В сегменте современного высокотехнологичного и, кстати, недешёвого оборудования, эти тенденции проявляются наиболее ярко. Например, где взять специалистов по подбору и установке тепловых насосов, если далеко не каждый инженер-теплотехник вообще знает, что это за агрегат? Ответ здесь простой: вырастить таковых самостоятельно.

Проектирование и монтаж систем отопления, кондиционирования и ГВС на базе тепловых насосов и солнечных коллекторов требует не только глубоких знаний в области теплотехники, но и детального знакомства с современным высокотехнологичным оборудованием. По нашему опыту обучение лучше всего строить по модульной схеме. Вначале слушатели должны ознакомиться с базовыми знаниями, получить возможность познакомится с принципом действия тепловых насосов, изучить его типы основные характеристики. Эти вводные

Что делать среднему и малому бизнесу, не располагающему ресурсами гигантов рынка, для решения кадрового вопроса? Где искать специалистов и каким образом поддерживать актуальность их квалификации? В сегменте современного высокотехнологичного (и недешёвого) оборудования, эти тенденции проявляются наиболее ярко

* По материалам Второй отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры» (организаторы: РСПП и журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе **www.c-o-k.ru** в разделе **«Видео/СОК-TV»**.

Россия — это огромная страна, и специалистам, например, из Забайкалья или с Сахалина трудно выбраться в учебные центры, расположенные в Москве или Санкт-Петербурге. Для таких случаев хорошо подходит выездной формат обучения. Авторский опыт обучения на базе партнёрских компаний говорит о высокой эффективности таких встреч

Оборудованный учебный класс

занятия необходимы и тем, кто собирается продвигать энергосберегающие технологии на рынок, и специалистам по монтажу, желающим освоить новое современное направление. При серьёзном отношении к учёбе после базового курса «продавец» уже будет готов к успешной работе с клиентами и сможет грамотно объяснить преимущества теплового насоса, помочь рассчитать технические параметры, согласовать этапы работ по установке оборудования. Для того чтобы убедиться в глубине полученных знаний, обучающий курс должен быть завершён подробным тестированием. И только по его результатам слушателям допустимо выдавать сертификаты, подтверждающий их компетентность и дающий право работать с оборудованием, которое лежало в основе курса.

Каждый проект на базе энергосберегающих технологий уникален. Начав развивать новое направление, и «продажники», и специалисты по монтажу, как правило, сталкиваются с незнакомыми задачами, выходят на качественно новый уровень работы. Тех, кто достиг определённых высот в работе с энергосберегающим оборудованием и задался более глубокими вопросами, имеет смысл пригласить на второй модуль обучения, представляющий собой углублённый курс по энергосберегающему оборудованию. На этом этапе уже можно отдельно разбирать особенности монтажа и эксплуатации грунтовых тепловых насосов и аппаратов «воздух/вода». Слушатели должны освоить огромный объём информации — материал в данном случае объективно очень сложный, поэтому в рамках углублённого курса имеет смысл проводить несколько семинаров по разным направлениям. Независимо от тематики, на «продвинутом» курсе лучше всего делать основной акцент на практику и обязательно давать обучающимся возможность самостоятельной работы с оборудованием. Для того чтобы достойно стимулировать «отличников», можно организовывать для них туры по ознакомлению с оборудованием непосредственно на заводе-производителе. Например, наша компания особо отличившимся «студентам» предоставляет возможность съездить в Швецию на завод-изготовитель энергосберегающего оборудования Nibe.

Предела совершенству нет, и квалификация специалистов должна непрерывно расти. Для крутых профи, обладателей сертификатов обоих этапов, прошедших спецкурсы и сдавших в эксплуатацию не один объект, логично проводить интенсивный тренинг по стыковке различных интерфейсов нескольких приборов, определению и устранению ошибок и использованию всех возможностей дистанционного управления подобной системой.

Россия — огромная страна, и специалистам, например, из Забайкалья или с Сахалина трудно выбраться в учебные центры, расположенные в Москве или Санкт-Петербурге. Для таких случаев хорошо подходит выездной формат обучения. Наш опыт обучения на базе партнёрских компаний говорит о высокой эффективности таких встреч. Кроме того, именно в отдалённых регионах, где слабо развита инфраструктура, где ощущается дефицит энергомощностей, реализуются нестандартные проекты. Это бесценный материал для обучения, для понимания особенностей монтажа и эксплуатации оборудования, а реализация сложных проектов вдохновляет специалистов на внедрение энергосберегающих технологий в России.

Опыт внедрения геотермальных и воздушных тепловых насосов в Республике Беларусь*

За последние годы в Республике Беларусь отрасль геотермальных и воздушных тепловых насосов росла высокими темпами. Пройден путь от внедрения в частных домах до крупных объектов мощностью в сотни киловатт, есть комплекс зданий, в котором пройден мегаваттный рубеж. Сомнения относительно работоспособности технологии развеяны десятками успешных проектов и высокими показателями экономической эффективности.

Авторы: М.В. СТАНКЕВИЧ, директор компании S-Tank; А.В. ГОВОРИН, специалист по геотермальным и воздушным тепловым насосам компании S-Tank

Система резервуаров для аккумулирования и очистки дождевой воды

Нефтесборный пункт компании «Беларусьнефть»

Из проектов, реализованных в Республике Беларусь, некоторые решения по установки были нетиповыми. Например, на нефтесборном пункте «Беларусьнефть» подогрев нефтеловушек в холодное время года осуществляется тепловыми насосами мощностью 240 кВт. Новшество в том, что низкопотенциальное тепло забирается из системы сбора и очистки дождевых стоков, которые собираются и хранятся в четырёх подземных резервуарах объёмом по 2500 м^3 каждый. После очистки дождевая вода поступает на теплообменники, через которые производится её охлаждение и отдача тепла тепловым насосам. После чего вода закачивается через несколько водоприёмных скважин в грунт.

База отдыха «Красный Бор»

В Республике Беларусь активно развивается агротуризм, базы отдыха и охотничьи хозяйства. Как правило, эти объекты значительно удалены от сетей магистрального газоснабжения, подключение которого может стоить очень дорого. Часто в таких случаях установка тепловых насосов требует меньших капитальных затрат, чем прокладка газопровода и занимает меньше времени.

Один из интересных примеров установки геотермальных тепловых насосов — на базе отдыха «Красный Бор». На территории расположено шесть тепловых пунктов, в которых установлены геотермальные тепловые насосы общей мощности 1020 кВт, теплоаккумуляторы и бойлеры. Общая длина пробурённых скважин составляет 5200 м. В скважины установлены геотермальные зонды. Для части системы используется теплота грунтовых вод — восемь водозаборных и восемь сбросных скважин глубиной 50 м каждая. Автоматика регулирует количество работающих скважин в зависимости от требуемой нагрузки. Электроэнергия вырабатывается фотогальванической установки мощностью 260 кВт, излишки продаются в общую электросеть по более высокому тарифу.

Базы отдыха и охотничьи хозяйства значительно удалены от сетей магистрального газоснабжения, подключение которого может стоить очень дорого. В таких случаях установка тепловых насосов требует меньших капитальных затрат

База отдыха «Красный Бор» — установлено 1020 кВт геотермальных тепловых насосов и фотогальванических установок мощностью 260 кВт. В текущем году в связи с расширением комплекса запланировано дополнительно поставить отдельный тепловой пункт мощностью 120 кВт

* По материалам Второй отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры» (организаторы: РСПП и журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе **www.c-o-k.ru** в разделе **«Видео/СОК-TV»**.

Здание очистных сооружений города Особино

Город Горки

Есть примеры успешного применения тепловых насосов на объектах коммунальной инфраструктуры, водоканалах и в цехах канализации. Например, в городе Горки на станции второго подъёма были установлены четыре тепловых насоса по 60 кВт (при графике 0 °С от источника тепла, 35 °С в систему отопления), при работе в режиме «вода-вода» мощность составила 320 кВт в двух тепловых пунктах. Забор низкопотенциального тепла через пластинчатый теплообменник происходит от воды, которая перекачивается потребителям.

Результаты работы оборудования полностью устроили заказчика, о чём свидетельствует официальный отзыв о прошедших отопительных периодах. Автором отзыва стал заместитель директора унитарного коммунального производственного предприятия «Коммунальник» (Министерство ЖКХ Республики Беларусь, Управление ЖКХ Могилёвского облисполкома).

В отзыве сказано: *«Настоящим выражаем благодарность за своевременную поставку требуемого оборудования и материалов и содействие в выполнении энергосберегающего мероприятия: „Установка тепловых насосов", позволившие существенно сократить затраты на теплоснабжение производственных и административного здания центрального водозабора в городе Горки Могилёвской области. Ранее подача тепла осуществлялась централизованно по наружным теплосетям от местной котельной. За прошедшие отопительные сезоны 2012–2013 и 2013–2014 годов установленные непосредственно в отапливаемых зданиях четыре геотермальных тепловых насоса тепловой мощностью по 60 кВт каждый, оснащённые погодозависимой автоматикой, отработали безупречно»*. Аналогичная система установлена на очистных города Особино мощность 160 кВт.

Коллективом компании, к которому принадлежат авторы настоящего материала, за последние годы установлены десятки различных геотермальных и воздушных систем. Смонтировано 26560 м геотермальных зондов и 800 м водозаборных и водоприёмных скважин. Суммарная мощность геотермальных и воздушных тепловых насосов, находящихся в эксплуатации на 1 июня 2015 года, составляет 3511 кВт. В процессе установки ещё 420 кВт.

Чтобы добиться снижения стоимости установки мы применяем геотермальные зонды, произведённые в республике Беларусь. Существенную долю стоимости системы составляет цена теплоаккумуляторов и бойлеров. Организовав производство этого оборудования, мы смогли предложить более низкую в сравнении с импортными образцами цену. Кроме того, это понизило зависимость от колебаний валютных курсов. Сроки производства намного меньше сроков поставок из-за рубежа, что также позволило улучшить качество обслуживания клиентов. Приятно осознавать, что технология зарекомендовала себя, и на государственном уровне идёт проработка вопроса о массовом использовании геотермальных и воздушных тепловых насосов, как базовой нагрузки строящейся Беларусской атомной электростанции.

Широкое внедрение теплонасосной техники позволит существенно снизить использование органического топлива, создать рабочие места на производстве и монтаже тепловых насосов, теплоаккумуляторов, бойлеров. Тепловые насосы могут стать потребителями электроэнергии от ветро- и малых гидроэлектростанций и, таким образом, вырабатывать полностью «зелёное» тепло.

Все возможности, которые дают теплонасосные технологии, изучаются Институтом энергетики НАН Беларуси, кафедрой ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» Беларусского национального технического университета, Институтом тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова и другими организациями. Также эти организации готовят высококвалифицированные кадры.

Подводя итоги прошедших лет, мы прониклись уверенностью в реальной перспективе широкого внедрения тепловых насосов в Республике Беларусь и расширения производства теплонасосного оборудования.

Каскад тепловых насосов 4 × 60 кВт для подогрева нефти

Тепловые насосы и теплообменники забора тепла от водовода