



В АПРЕЛЕ 2011 Г. В КОМПАНИИ ООО «ЮГЭЛЕКТРОСВЯЗЬ» БЫЛО СФОРМИРОВАНО ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ПО ВНЕДРЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ, КОТОРЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДАЮТ БОЛЬШУЮ СОЦИАЛЬНУЮ, ЭКОНОМИЧЕСКУЮ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ.

А.Н. Ноздрачев, первый заместитель генерального директора ООО «ЮгЭлектроСвязь», г. Крымск, Краснодарский край

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ

Строительство геотермальных систем с использованием техники ГНБ, тепловой расчет и обзор рынка тепловых насосов

Компания ООО «ЮгЭлектроСвязь» базируется в Краснодарском крае в городе Крымск и основным видом нашей деятельности является строительство подземных инженерных коммуникаций, а также прокладка линий связи с использованием метода горизонтального направленного бурения. Но в 2010 г. Международная ассоциация специалистов горизонтального направленного бурения провела семинар, посвященный аспектам строительства геотермальных систем теплоснабжения и кондиционирования зданий по технологии ГНБ. На нем присутствовал исполнительный директор нашего предприятия А.Н. Таратухин. В связи с климатическими особенностями Краснодарского края, а также наличием в нем регионов, недоступных для газификации из-за сложного рельефа местности, технологии геотермальных систем теплоснабжения открыли перспективы для диверсификации имеющегося бизнеса. Было принято решение создать в компании новое направление деятельности по внедрению передовых энергосберегающих технологий в нашем регионе.

Конечно, в первую очередь специалисты выполнили все необходимые расчеты, определив себестоимость единицы тепловой энергии, вырабатываемой тепловым насосом с грунтовым контуром. Они пришли к выводу, что если тепловой насос приме-

нять в сочетании с солнечным коллектором по бивалентной схеме, то происходит увеличение экономической эффективности. Затем наш персонал прошел обучение на всероссийских курсах, организованных шведской компанией «Данфосс», им были вручены соответствующие сертификаты.

Тем временем появился и первый заказчик, им стал фермер, ведущий свое натуральное хозяйство на равнинных землях на правом берегу р. Кубань. Домостроение площадью 110 м² располагалось в «чистом поле», недалеко от него находился искусственный водоем объемом около 3000 м³, водоснабжение производилось из артезианской скважины. Подбирая тепловой насос, наш выбор мы остановили на продукции украинского производителя VDE. Совместно с их специалистами выполнили необходимые расчеты, выбрав оптимальную модель теплового насоса – ТН-9 производительностью 9 кВт по теплу, с внешней буферной емкостью системы отопления и внешним накопительным баком для горячего водоснабжения. При расчете грунтового коллектора приняли во внимание наличие в доступной близости от жилого дома искусственного непромерзающего водоема. Расчеты показали, что оптимальным вариантом является строительство грунтового коллектора из трех петель. Строительство грунтового коллектора вы-

полнялось следующими техническими средствами: установкой ГНБ Vermeer Navigator D6x6 Six Shooter, смесительной системой UNIMIX, локацией DigiTrak Eclipse. Привлечение описанных выше ресурсов позволило выполнить работы по строительству грунтового коллектора за три рабочих смены. Для создания наклонной скважины диаметром 110 мм нашими специалистами была разработана и изготовлена специальная техоснастка, позволявшая установке ГНБ выполнять бурение под углом 35°. Подробную информацию о строительстве этого объекта Вы можете прочитать в журнале «Технологии Мира» № 8*2011. Но вывод, по результатам первого опыта, таков – применение тепловых насосов реальное дело и выбор технологии ГНБ в качестве основы монтажа грунтовых коллекторов оправдан.

Сейчас я хочу рассказать о неизбежности технического развития мира, вследствие чего и появился тепловой насос. Затем мы рассмотрим его устройство, вопросы расчета и перспективы применения.

Начиная от сотворения мира мечтой человечества было использование возобновляемых источников энергии. Труд по отоплению жилищ в умеренных широтах всегда был значим. Стремление его оптимизировать развивало строительные технологии, создав энергосберегающие дома с малыми теплопотерями. Желание уменьшить количество сжигаемого топлива развивало конструкторскую мысль и материаловедение, применяя газ и уголь в качестве топлива с повышенной теплотворностью. Научно-техническая революция XX века привела к созданию гидроэлектростанций – первого мощного источника возобновляемой энергии.

Люди стремятся создавать для себя комфортные условия, это наблюдается на протяжении всей истории формирования европейской цивилизации. Там, где солнце дает достаточно тепла (экваториальные и субэкваториальные широты), технического прогресса у народов практически не происходит.

В Европе же непрестанная работа научной, конструкторской и технологической мысли привела в начале к бурному расцвету машиностроения, а затем к открытию способов энергосбережения на основе возобновляемых источников энергии, основным из которых является солнечное тепло.

Таким образом, понятно, что тепловой насос как инструмент доступа людей к неисчерпаемому и абсолютно возобновляемому источнику тепла – солнечному свету – не мог не появиться в современном мире.

История создания теплового насоса

К созданию теплового насоса причастны такие из-

Рис. 1. Тепловой насос мощностью до 600 кВт производства компании YataiGroup, Китай



Рис. 2. Тепловой насос мощностью до 2 МВт производства компании YataiGroup, Китай



Рис. 3. Тепловой насос мощностью 8 МВт производства компании YataiGroup, Китай



вестные фамилии, как французский военный инженер Сади Карно (идеальный термодинамический цикл) и британский лорд Кельвин (он же Уильям Томсон, концепция тепловых насосов). Однако

ВЫСТАВКИ И СЕМИНАРЫ: ДОКЛАДЫ

изобретателем теплового насоса считают австрийского инженера Петера фон Риттенгера, создавшего первую тепловую машину по переносу тепла с использованием цикла Карно в 1855 г. По сути дела, она осуществляет нормированный перенос тепловой энергии за счет циклического изменения агрегатного состояния вещества.

Первое практическое применение тепловые машины получили в 20-х годах XX века, когда были созданы первые серийные холодильники. Их заказчиком выступил британский рыболовецкий флот. Замораживание непосредственно в море трески – основного объекта ловли – позволило снизить продажную цену рыбы и сделать доступным столь популярный и поныне продукт «fish & chips».

Но практическое применение теплового насоса началось значительно позже, в 40-х годах XX столетия, когда изобретатель-энтузиаст Роберт Вебер (Robert C. Webber) проводил эксперименты с морозильной камерой. Однажды Вебер случайно прикоснулся к горячей трубе на выходе камеры и понял, что тепло просто выбрасывается наружу. Изобретатель задумался над тем, как использовать это тепло, и решил поместить трубу в бойлер для нагрева воды. В результате Вебер обеспечил свою семью таким количеством горячей воды, которое они физически не могли использовать, при этом часть тепла от нагретой воды попадала в воздух. Это подтолкнуло его к мысли, что от одного источника тепла можно нагревать и воду, и воздух одновременно, поэтому Вебер усовершенствовал свое изобретение и начал прогонять горячую воду по спирали через змеевик и с помощью небольшого вентилятора распространять тепло по дому с целью его отопления. Со временем именно у Вебера появилась идея «выкачивать» тепло из зем-

Рис. 4. Многофункциональная кухонная печь №512 производства фирмы «THERMIA», Швеция. Серийный выпуск осуществлялся 30-е годы XX века в г. Аврика



Рис. 5. Первый серийный тепловой насос производства фирмы «THERMIA», Швеция, выпущенный в 1974 г. После 34 лет эксплуатации он сохранил все свои технические характеристики и был помещен в заводской музей



ли, где температура не слишком изменяется в течение года. Он поместил в грунт медные трубы, по которым циркулировал фреон и «собирал» тепло земли. Газ конденсировался, отдавал свое тепло в доме, и снова проходил через змеевик, чтобы подобрать следующую порцию тепла. Воздух приводился в движение с помощью вентилятора и распределялся по дому. В следующем году Вебер продал свою старую угольную печь!

С этого момента до массового применения тепловых насосов оставался один шаг. Есть мнение, что их массовому производству положил начало арабский нефтяной кризис 70-х годов. Но мне симпатичнее версия, что эффективная работа этого оборудования была невозможна в докомпьютерную эру.

Хотя шведская корпорация «Данфосс» произвела первый коммерческий тепловой насос в 1972 г., но он имел весьма внушительные габариты, а также систему релейного управления без полупроводников. Простота конструкции обеспечила высокую надежность работы теплового насоса, однако его эффективность оставляла желать лучшего.

Применение математических методов моделирования инерционных тепловых процессов в системе отопления, приведших к созданию тепловых кривых стало возможно только с начала 80-х годов, когда широкое распространение получили системы управления на базе однокристальных микропроцессоров.

Переход на микропроцессорное управление позволил решить сразу несколько задач:

- уменьшение габаритов;
- упрощение конструкции;
- а самое главное, позволил довести коэффициент преобразования тепла до современных 4 и более единиц.

Так вот, и сейчас население России стоит всего лишь в шаге от начала массового применения тепловых насосов, ведь у теплового насоса нет экономической альтернативы!

Например, в Европе в 2009 г. установлено около 324000 тепловых насосов, 5 млн. тепловых насосов произведено в Китае в 2011 г., в Норвегии полностью отказались от сжигания природного газа, а она является третьей в мире газодобывающей страной.

По сути дела, сейчас вокруг границ России расположены государства, где массово применяются тепловые насосы в качестве высокоэффективного оборудования для отопления/кондиционирования зданий. Единственным фактором, сдерживающим интенсивное внедрение этой технологии на территории нашей страны, является диспаритет действующих цен на электроэнергию и природный газ.

Особенно выразительно такой процесс иллюстрируется на примере Украины. Из-за так называемых «газовых войн» в последние годы внимание населения обратилось на альтернативные газу источники тепловой энергии. Естественно, выбор пал на тепловые насосы, не имеющие экономической альтернативы среди источников тепла в отсутствие природного газа. Компания VDE из г. Бровары Киевской области за 2011 г. увеличила выпуск и монтаж тепловых насосов собственного производства в 7 раз! Отдельно следует отметить их собственное программное обеспечение, учитывающее такие особенности постсоветского периода, как нестабильность электроснабжения и низкое качество воды в системе холодного водоснабжения.

Современный тепловой насос

Тепловой насос – это высокотехнологичное устройство для отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования зданий. Сам по себе тепловой насос не вырабатывает тепла. Потребляя электроэнергию для, условно говоря, вращения шестере-

нок, он закачивает в здание тепло окружающей среды, которое принято называть низкопотенциальным. Современные модели тепловых насосов имеют коэффициент преобразования тепла до 4 и более, то есть на 1 кВт*час потребленной электроэнергии в здание закачивается от 4 кВт*час тепловой энергии.

Для обеспечения такого показателя в тепловых насосах используется математическое моделирование тепловой кривой, двуспиральные теплообменники, широтно-импульсное управление центробежными насосами и дополнительные теплообменники в контуре горячего водоснабжения.

Кроме того, воздушные тепловые насосы утилизируют собственное тепло, выделяемое при работе, что позволяет создавать ультранизкотемпературные модели, работающие до -20°C. А мощные тепловые насосы производства китайской компании Yatai оснащаются компрессорами на электромагнитных подшипниках! Использование таких конструктивных особенностей позволяет довести коэффициент преобразования тепла до 4,5 и более единиц!

Однако, может произойти и обратный результат: если пытаться ограничиться низкоквалифицированной агрегатной сборкой тепловых насосов, то создаваемая энергетическая система обречена на провал. Тепловой насос – высокотехнологичное устройство, требующее квалифицированного подхода при производстве и монтаже.

Много вопросов возникает в части применения тепловых насосов в российских климатических условиях. Понимая принцип работы тепловых насосов, и анализируя мировую практику их использования, можно однозначно сказать, что для тепловых насосов с грунтовым контуром практических ограничений нет, под землей на глубине 15 м и более даже в условиях Крайнего Севера России всегда имеется достаточно низкопотенциального тепла! Следует также отметить, что бурение скважин для грунтового контура с учетом зон выноса тепла мантии Земли, по методике генерального директора ООО «ПоземБурСтрой» Г.А. Селезнева самым существенным образом увеличивает эффективность работы тепловых насосов и делает их незаменимыми на неосвоенных территориях России!

Основные методики расчета тепловых насосов

Расчет теплового насоса следует начинать с расчета теплопотерь ограждающих конструкций здания, в котором планируется его установка. Для этого потенциальный клиент заполняет опросный лист, в котором он указывает особенности водоснабжения, планируемое место установки теплового насоса, желаемую температуру вну-

три каждого из помещений, а также прикладывает поэтажный план здания с указанием конструкции стен и перекрытий. Расчет теплопотерь выполняется по известной методике, одним из результатов расчета является тепловая мощность, необходимая для обогрева конкретного здания. К ней следует добавить 17-22% на горячее водоснабжение (в нестандартных ситуациях производится отдельный расчет), и мы получаем требуемую мощность теплового насоса в режиме нагрева здания. Мощность теплового насоса в режиме охлаждения отдельно не рассчитывается, так как в силу физических особенностей процессов она всегда больше мощности в режиме нагрева.

Для расчета срока окупаемости теплового насоса применяем любую из существующих методик, но с обязательным учетом экономического эффекта от применения режимов горячего водоснабжения и кондиционирования теплового насоса. В зависимости от конкретной задачи срок окупаемости обычно составляет от 18 месяцев до 7,5 лет.

При проектировании систем на основе теплового насоса всегда следует помнить следующую особенность: чем мощнее (а значит и дороже) сделан внешний контур для забора низкопотенциального тепла, тем эффективнее (а значит и дешевле) будет проходить эксплуатация теплового насоса.

Таким образом, видно, что тепловой насос требует существенных капиталовложений на этапе его приобретения и монтажа, но обеспечивает крайне дешевую тепловую энергию на протяжении всего срока своей службы (25 и более лет).

Обзор рынка тепловых насосов

На рынке всегда присутствуют две стороны – продавец и покупатель. С точки зрения покупателя дело обстоит неважно, его почти нет. По сути, мы имеем дело с тремя группами клиентов:

- 1 тип – образованный человек авантюрных наклонностей, имеющий деньги;
 - 2 тип – гражданин, проживающий на необустроенных территориях (газовики, геологи, объекты РЖД и др.);
 - 3 тип – рассудительный гражданин, предполагающий, что завтра стоимость природного газа существенно вырастет, достигнув мирового уровня.
- Численность таких клиентов невелика и сконцентрирована в наиболее финансово обеспеченных районах России – Москве и Санкт-Петербурге.

Анализируя российский рынок тепловых насосов по их производителям, надо отметить, что из-за скудности спроса как таковой рынок отсутствует. Многие торговые компании имеют тепловые насосы в ассортименте, но не имеют опыта их продаж

и зачастую не представляют методику их подбора для конкретного здания.

При выполнении первых заказов специалистами ООО «ЮгЭлектроСвязь» была проведена большая работа по подбору оптимального модельного ряда тепловых насосов различных производителей. Условно полученную информацию можно разделить на 3 сегмента (см. таблицу).

Страна-производитель	Цена-производителя	Качество тепловых насосов	Логистика-доставки	Таможенные издержки
Украина	Средняя	Хорошее	Простая	Низкие
Европа + США	Высокая	Высокое	Сложная	Высокие
Китай	Низкая	Широкий диапазон	Сложная	Высокие

У каждого из сегментов есть свои клиенты, но по моему мнению, надо работать с китайским производителем – с китайцами бесполезно соревноваться в снижении себестоимости!

Также стоит отметить и необходимость выполнения просветительской функции при работе с клиентами, это позволит отсекаать неквалифицированных горе-специалистов, а то и попросту банальных авантюристов, которые под шумок вводят в заблуждение клиентов, создавая тем самым негативное мнение о технологии тепловых насосов.

В заключение хочу остановиться на перспективах развития и становления технологии тепловых насосов в России. Вступление в ВТО, опережающие темпы роста потребительских цен на природный газ, огромная емкость российского рынка – все это создает объективные предпосылки для стремительного вхождения тепловых насосов в российскую повседневность. Наличие рынка буровых технологий позволяет применять тепловые насосы с грунтовым контуром практически повсеместно, а деятельность МАС ГНБ обеспечивает технологическую поддержку этому процессу на всей территории России.

Большие перспективы применения тепловых насосов кроются в секторе ЖКХ. Применение тепловых насосов для утилизации тепла на очистных сооружениях широко распространено на Украине, создание теплоснабжающих сервисных предприятий с установкой мощных тепловых насосов развивается в Казахстане, там же ведутся работы по созданию недорогих индивидуальных аналогов сплит-систем в многоквартирных домах.

С учетом большой изношенности отопительных систем в целом по России представляются целесообразными попытки решения конструкторской задачи по увеличению температуры теплоносителя на выходе теплового насоса с одновременным ис-

пользованием геологического тепла по методике генерального директора ООО «ПодземБурСтрой» Г.А. Селезнева. Сдвиг вверх на 20°C по температурной шкале адиабатического процесса в тепловом насосе позволит беспрепятственно заменять отопительное оборудование имеющихся котельных.

Крайне интересен немецкий опыт использования тепловых насосов совместно с гелиоколлекторами и с аккумуляторами тепла на базе парафинов. При правильном расчете и подборе всех узлов этой многовалентной системы удастся еще в 2-3 раза снизить энергопотребление систем отопления/кондиционирования зданий!

Внимания заслуживает и опыт строительства отдельных скважин для пассивного кондиционирования домов с применением фанкойлов прямого действия. Такие системы применяются не только в

дальнем зарубежье, но и в братской Украине.

Свое выступление я начал с тезиса о неизбежности прихода на российский рынок тепловых насосов. Такую уверенность мне дает собственный жизненный опыт. Уже дважды на моей жизни случались технологические проникновения, существенно изменявшие бытие россиян. В первую очередь, это начало использования видеомагнитофонов на рубеже 90-х годов прошлого столетия. Спустя десяток с небольшим лет история повторилась со сплит-системами. Можно найти аналогии в части компьютерных технологий и систем мобильной связи.

Как бы то ни было, но я уверен в доминировании тепловых насосов на рынке отопительных систем в XXI веке!

