

Теплонасосные системы теплохолодоснабжения – опыт проектирования

Ключевые слова: теплонасосные системы, энергоэффективность, удельное потребление энергии, гибридная теплонасосная система, грунтовый теплообменник

Анализ возможных областей применения технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии, показывает, что в России наиболее перспективной областью их применения являются системы жизнеобеспечения зданий. При этом одним из самых эффективных направлений внедрения рассматриваемых технологий в практику отечественного строительства представляется применение теплонасосных систем теплоснабжения, использующих в качестве источника теплоты потенциал грунта поверхностных слоев Земли.

Об опыте проектирования подобных систем редакции журнала рассказал В. Ф. Горнов, директор проектного отделения ОАО «Инсолар-Инвест».

Какие сегодня существуют предпосылки для применения тепловых насосов?

Начнем с того, что в 2009 году вышел федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...». Цель данного закона – создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В его развитие впоследствии вышло Постановление Правительства № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов». В результате мы получили требования к поэтапному снижению энергопотребления (табл. 1) в строительстве, и в жилых зданиях в частности. Так,

снижение на 15% было предусмотрено в период до 2015 года, с 2016 по 2020 год энергозатраты должны снизиться на 30%, а после 1 января 2020 года должно быть обеспечено 40%-ное снижение энергопотребления в зданиях. Таким образом, все объекты, которые будут вводиться в эксплуатацию уже в 2016 году (это относится и к объектам, прошедшим капитальный ремонт), должны потреблять энергии на 30% меньше по сравнению с показателями 2010 года.

Если проанализировать, как распределяются энергетические нагрузки в жилом здании (на текущий момент это соответствует нормативу 160 кВт·ч/м² год), сразу становится видно, что огромный сектор – это горячее водоснабжение. Традиционно, когда речь заходит об энергосбережении, все в первую очередь рассматривают мероприятия по увеличению тепловой защиты здания. Но на

Таблица 1

Нормативы удельного энергопотребления многоквартирных жилых домов в новом строительстве на территории Москвы

Наименование удельного показателя	Удельное потребление тепловой и электрической энергии существующим жилым фондом Москвы на 1 января 2008 года	Действующий норматив для нового строительства, капремонта и реконструкции на 1 июля 2010 года	Нормируемое значение, устанавливаемое с 1 октября 2010 года	Нормируемое значение, устанавливаемое с 1 января 2016 года	Нормируемое значение, устанавливаемое с 1 октября 2020 года
Удельное потребление энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование, горячее водоснабжение и освещение в многоквартирных жилых домах, кВт·ч/м ² в год	340	215	160	130	86

сегодняшний момент мы достигли такой степени теплоизоляции оболочки зданий, что теплотери через наружные ограждения составляют меньше четверти от всех энергетических нагрузок здания. И дальнейшее увеличение теплозащиты нецелесообразно.

Даже если предположить, что мы еще в два раза увеличим тепловую защиту здания – что, конечно, абсурдно, – то мы все равно не получим те желаемые 130 кВт·ч/м² год, которые должны получить с нового года; это снизит энергопотребление здания только на 12%, тогда как с 1 января 2016 года требуется снизить энергопотребление почти на 19%. И это при очевидной неоправданности такого решения с экономической точки зрения.

На наш взгляд, резерв энергосбережения находится в инженерных системах зданий. Если

рассматривать теплоизоляцию как пассивное мероприятие, то здесь мы можем говорить об активном энергосбережении, т.е. энергосбережении за счет эффективного использования традиционного инженерного оборудования и применения специального энергосберегающего оборудования, обеспечивающего регулирование и управление инженерными системами зданий, а также возврат тепловых потерь и использование возобновляемых источников энергии.

Одним из широко обсуждаемых сегодня энергосберегающих решений является применение тепловых насосов. Расскажите, пожалуйста, про реализованные проекты с использованием теплонасосного оборудования. Есть ли данные о полученном эффекте?



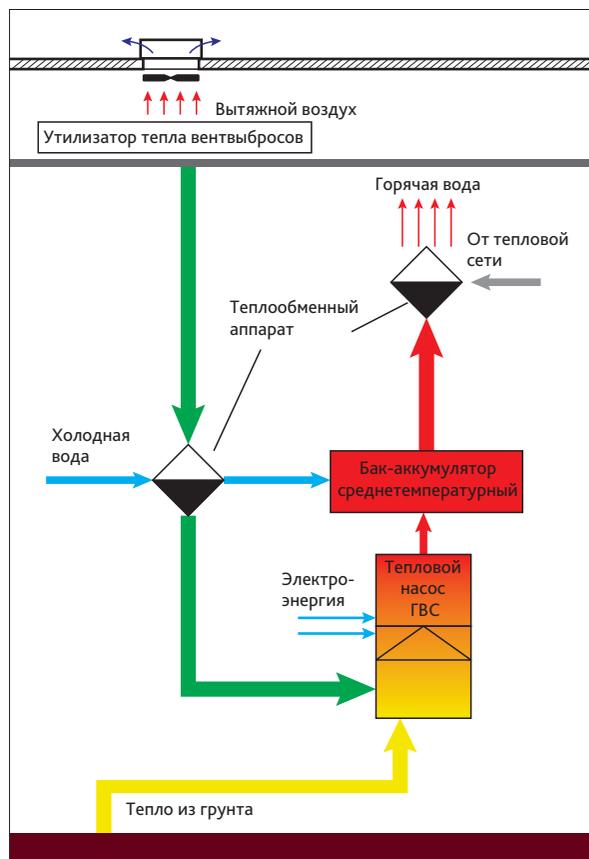
■ Рис. 1. Структура нагрузок многоквартирного жилого дома. Нормативы энергоэффективности на 2010–2015 годы

Некоторое время назад в Москве была практика экспериментального проектирования и строительства. Новые решения, которые для строительного комплекса представляли интерес, сначала отрабатывались на экспериментальных объектах. Выделялся объект, которому присваивался статус экспериментального, на нем и проводилась апробация нового оборудования и/или материалов. Один из таких объектов был сделан нами в 2002 году. Это жилой 17-этажный дом на юго-западе Москвы. В доме установлена теплонасосная система, которая обеспечивает горячее водоснабжение. Некоторое время назад была произведена реконструкция данной системы и несколько изменена ее идеология.

В здании есть центральное теплоснабжение, используемое главным образом на нужды отопления. Вентиляция организована следующим образом: централизованная механическая вытяжка, естественный приток в квартирах через клапаны, установленные в оконных рамах.

Вода для горячего водоснабжения готовится при помощи тепловых насосов, использующих теплоту вентиляционных выбросов здания в комбинации с теплом грунта, но, поскольку впоследствии поменялись нормы, мы совместно с компанией Danfoss в 2009 году разработали новый ИТП, который позволяет нам объединить тепловую сеть и теплонасосное оборудование таким образом, чтобы они дополняли друг друга. Цепочка приготовления горячей воды для ГВС следующая: сперва идет отбор теплоты от удаляемого воздуха – производится предварительный нагрев холодной воды. Затем мы подогреваем воду за счет использования теплонасосного оборудования, но на выходе она еще не имеет температуры, соответствующей требованиям СанПиН (вода должна быть не менее +60 °С на самом удаленном водоразборном приборе); после тепловых насосов вода нагрета до +50 °С. До необходимой по нормам температуры догрев осуществляется так же, как это происходит в традиционных ИТП, при этом схема нашего ИТП построена так, чтобы гарантированно не допустить превышения температуры обратной сетевой воды.

Про мониторинг. Через несколько месяцев после внедрения обновленной системы мы провели исследования. Сравнивая экономические параметры, которые давала наша система, с тем, что платят жители соседних домов, где горячее водоснабжение от централизованных тепловых сетей, мы обнаружили, что если не рассматривать стоимость самой воды, а рассматривать только теплоту, которая



■ Рис. 2. Принципиальная схема гибридной теплонасосной системы, использующей теплоту грунта и вентиляционных выбросов для покрытия нагрузок горячего водоснабжения

затрачивается на ее подогрев, наш вариант получается в 2,5 раза выгоднее. При этом наблюдается еще и существенная экономия энергии – 55%.

Похожая схема была применена нами на другом объекте в Москве. Это 17-этажный жилой дом с подземным гаражом и спортивно-оздоровительным комплексом. Но, в отличие от предыдущего проекта, в этом здании теплонасосная система работала не только на ГВС, но и на холодоснабжение. Экономия энергии на данном объекте получилась выше – 60%.

Приводит ли к существенному удорожанию объекта применение таких систем?

Когда речь заходит об энергоэффективном или энергосберегающем оборудовании, обывателю сразу представляются фантастические цифры удорожания объекта, на 40–50%, а то и больше. Но и наш опыт, и опыт коллег показывает, что удорожание, в зависимости от набора применяемых решений, как правило, не превышает 10%. В данном

конкретном случае, с учетом тепловых насосов, грунтовой системы, системы утилизации тепла вентиляционных выбросов, ИТП, насосной станции ХВС и пожаротушения, а также системы кондиционирования, получилось всего 3% увеличения стоимости объекта (или + 1 700 руб. к стоимости 1 м² жилья). Страхи насчет фантастического удорожания необоснованны и преувеличены.

Есть ли среди ваших объектов такие, в которых теплонасосная система используется в зимний период на цели отопления, а в летний для холодоснабжения?

Да, конечно. Например, многофункциональное, преимущественно офисное здание, расположенное недалеко от Московской кольцевой автодороги. Несмотря на имеющуюся возможность подключения к газовым сетям, заказчик посчитал, что это ему экономически невыгодно. Было принято решение делать автономное теплоснабжение всего здания на тепловых насосах. В результате пришлось использовать много разных интересных с инженерной точки зрения решений. В частности, в здании практически отсутствуют отопительные приборы. Вместо этого используется система поверхностного отопления и охлаждения. В полу, стенах и потолке проложены змеевики, по которым движется теплоноситель. Температура теплоносителя в таких системах может быть снижена, и, как следствие, эффективность тепловых насосов увеличивается.

В теплонасосной системе использовались грунтовые теплообменники: двойные U-образные трубы диаметром 32 мм при толщине стенки 3 мм. Материал труб – полиэтилен низкого давления. Общая протяженность теплообменников 33 000 м.

Был произведен расчет поля скважин. Вследствие извлечения тепла из грунта происходит понижение его температуры. Если температура грунта к началу нового отопительного сезона не успевает восстановиться, то к следующей зиме грунт имеет температуру ниже естественной. Такая тенденция к понижению температуры грунта будет сохраняться в течение всего срока эксплуатации системы, хотя после 5 лет работы дальнейшее понижение температуры грунта становится практически незаметным: грунт выходит на новый температурный режим. Как известно, изменение температуры грунта сказывается на работе грунтовых теплообменников и теплонасосной системы в целом, и если система была спроектирована



неправильно, без учета описанного эффекта, то результатом такой ошибки может стать недостаток мощности теплонасосного оборудования по причине изменения режима его работы. Более того, поскольку скважин для грунтовых теплообменников требовалось большое количество (более 300) на довольно ограниченной площади, необходимо было выяснить их взаимное тепловое влияние. Этот фактор также очень важен. Грунтовые теплообменники, расположенные в центре поля, окружены другими теплообменниками, поэтому приток тепла из грунта к ним происходит только снизу, тогда как к расположенным по краям поля теплообменникам тепло поступает и в горизонтальном направлении. В результате эффективность центральных теплообменников оказывается ниже, чем тех, что расположены по периметру, а периметральных, в свою очередь, ниже, чем она могла бы быть, если бы теплообменник был только один. Игнорирование взаимного влияния ведет к тем же последствиям, о которых мы уже говорили.

Для восстановления температуры грунта, а также с целью снижения затрат энергии на кондиционирование в данном проекте было предложено использовать пассивное холодоснабжение в теплый период года. Поскольку в здании используется архитектурное решение, представляющее собой панорамное остекление, то даже в климатических условиях Московской области нагрузка на охлаждение превысила нагрузку на теплоснабжение (2 170 и 1 535 кВт соответственно). Поскольку у нас есть большое поле скважин, в которых за зимний период накапливается холод, возникает мысль использовать его в летний период для охлаждения помещений – причем в данном случае холод получается практически бесплатным. Таким образом, одна и та же система в зимний период отапливает помещения, а в летний период охлаждает. Более того, получается двойной положительный эффект:

одновременно обеспечивается охлаждение помещений здания и восстанавливается температурный потенциал грунта, чтобы к очередному отопительному сезону он пришел не остывшим, а даже, возможно, несколько подогретым относительно природного уровня.

Также на данном объекте мы проводили натурные испытания (мониторинг) грунтовых теплообменников, анализировали, сколько они фактически дают нам холода или тепла, с целью подтверждения наших расчетных параметров. Расчетные параметры были получены за счет применения специальных средств. Был разработан программный комплекс HeatPump, который осуществляет моделирование эксплуатационных режимов геотермальных систем и определяет оптимальные параметры их основных элементов; позволяет производить расчеты, связанные с теплообменом в грунте, с учетом различных факторов, таких, например, как фазовый переход влаги (замерзание, конденсация), содержащейся в грунте. Это позволяет исключить ошибки, возникающие при использовании упрощенных расчетов по укрупненным и усредненным данным, приведенным в зарубежных стандартах. Такие ошибки могут привести к неработоспособности всей системы! При проведении расчетов по нашей программе мы прогнозируем поведение грунта на срок не менее пяти лет.

Как, на Ваш взгляд, обстоят дела с нормативно-техническим регулированием?

Совсем недавно стали появляться документы, которые регламентируют использование тепловых насосов. До этого был только СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» (теперь СП 60.13330.2012), в котором тепловые насосы лишь упомянуты, а других документов по этой теме не было вовсе.

В результате складывалась достаточно неприятная ситуация, когда проектировщики и заказчики проявляли интерес к данным системам, хотели их применить, но не обладали достаточной нормативной поддержкой.

С тех пор произошли некоторые изменения. Вышел ГОСТ Р 54865-2011 «Теплоснабжение зданий. Методика расчета энергопотребности и эффективности системы теплогенерации с тепловыми насосами». Данный ГОСТ Р непосредственно посвящен теплонасосным системам. Представленная в нем методика позволяет рассчитать затраты энергии

теплонасосной системой с учетом режимов ее работы, состава и характеристик основного и вспомогательного оборудования и прочих факторов. Методика базируется на использовании приведенных в технической документации эксплуатационных параметров оборудования, а также на характеристиках оборудования, полученных в результате испытаний по российским или европейским методикам. В данный ГОСТ частично вошла наша разработка: мы проводили исследования, делали районирование территорий РФ по эффективности применения тепловых насосов, использующих низкопотенциальную теплоту грунта.

И уже совсем недавно нами был разработан для объединения НОСТРОЙ стандарт, посвященный монтажу, вводу в эксплуатацию и пусконаладке теплонасосных систем – СТО НОСТРОЙ 149 «Устройство теплонасосных систем теплоснабжения зданий. Правила, контроль выполнения, требования к результатам работ». Данный стандарт разработан в развитие положений СП 60.13330.2012 (раздел 11), а также с целью конкретизации положений документа «Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии». Аналогичный стандарт планировался к выпуску еще и в НОП, но пока так и остался в планах. В связи с этим нам пришлось в стандарт СТО НОСТРОЙ 149 включить приложение, посвященное проектированию; не очень детальное, больше описательного свойства.

Помимо этого, мы выпускали несколько документов чисто технического характера, которые связаны с проектированием теплонасосных систем и их отдельных элементов. Это документы, посвященные и технологическим схемам – Технические рекомендации ТР 209-09 «Альбом типовых технологических схемных и технических решений гибридных теплонасосных систем теплоснабжения (ГТСТ) многоэтажных жилых зданий в условиях плотной городской застройки», и отдельным устройствам, например «Альбом типовых технических решений термоскважин систем сбора низкопотенциального тепла грунта и блоков-утилизаторов низкопотенциального тепла ветвыбросов для гибридных теплонасосных систем теплоснабжения многоэтажных жилых зданий» и пр. В общем, мы стараемся компенсировать недостаток документов в нормативно-правовом регулировании. Опыт прохождения экспертизы у нас есть, так что, в принципе, все эти документы можно применять.

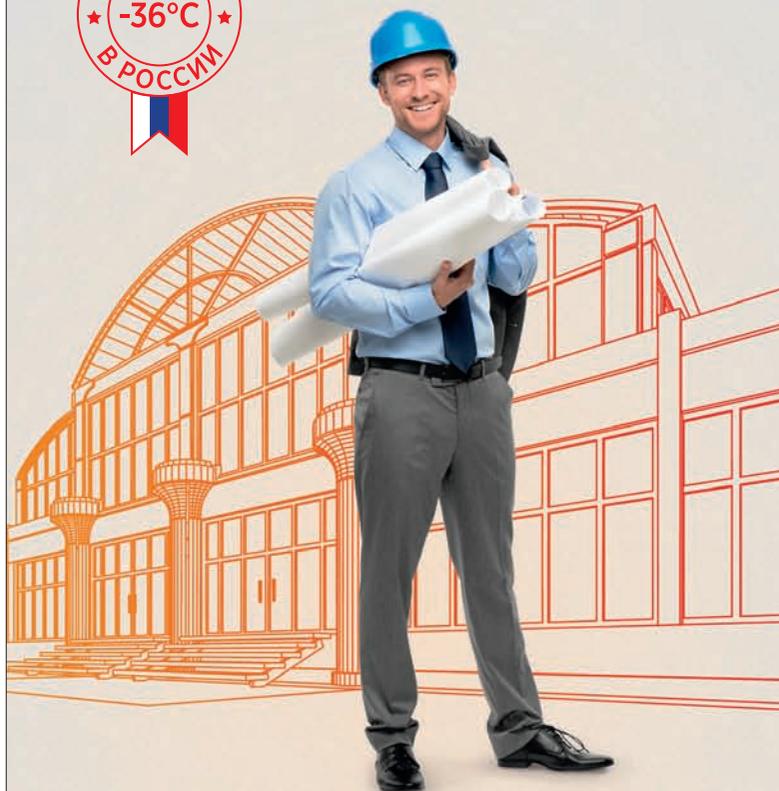
В дополнение к этим документам мы, по инициативе Фонда содействия реформированию ЖКХ, разработали «Практическое пособие по повышению энергетической эффективности многоквартирных домов (МКД) при капитальном ремонте». Как известно, новое строительство составляет сравнительно небольшую величину от всего жилого фонда. И многие из давно построенных зданий требуют капитального ремонта. В идеологии этого пособия, при его разработке мы заложили такие подходы, которые и законом нам предписаны, и из обычной логики вытекают.

В данном пособии мы оценивали экономическую эффективность разного рода решений и пакетов решений. Причем когда мы собирали решения в некий пакет, учитывали еще и взаимовлияние разных мероприятий внутри пакета (комплекса) решений. К примеру, если вы сделали утилизацию тепла вентиляционных выбросов при помощи квартирного устройства (стенового клапана), то следует учесть тот факт, что не весь вытяжной воздух пойдет на общедомовую теплоутилизатор (при его наличии, конечно). Если вы установили энергоэффективные окна, то вследствие этого уменьшилась нагрузка на систему отопления, и оставлять существующий ИТП в том виде, в каком он был до ремонта, нельзя. Не секрет, что есть отрицательная статистика, которая показывает, что некоторые дома после проведения капремонта с мероприятиями по утеплению здания стали потреблять не меньше тепловой энергии (ожидалось снижение на 30–40%), а, напротив, больше, за счет перетопов и постоянного вынужденного проветривания. А ведь то, что мы закладываем при строительстве и капитальном ремонте сегодня, формирует энергетическую и экологическую эффективность городского хозяйства завтра. Новые материалы, технологические и технические решения, применяемые сегодня в новом строительстве, при капитальном ремонте и реконструкции зданий, будут на протяжении как минимум ближайших 30 лет, а может и всего срока службы зданий, определять уровень энергопотребления жилого фонда. Надеюсь, предложенный нами подход расчета энергетической и экономической эффективности мероприятий за жизненный цикл здания поможет более разумно и обоснованно осуществлять выбор при планировании и проведении капитального ремонта жилых домов. ■

Интервью провел М.Н. Ефремов

ZUBADAN

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ



ZUBADAN ИННОВАЦИИ В ЭФФЕКТИВНОСТИ

Резюми

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Тепловые насосы для коммерческого и промышленного использования.

- Не является поднадзорным оборудованием;
- Отсутствие капитальных затрат на коммуникации и теплотрассы;
- Высокая энергоэффективность — 1кВт затраченной электроэнергии дают от 3 до 5 кВт тепла;
- Быстрый монтаж;
- Поэтапный ввод в эксплуатацию;
- Дистанционная диагностика;
- Гарантийный срок эксплуатации — 20 лет.

www.zubadan.ru

 **MITSUBISHI
ELECTRIC**
Changes for the Better