

$$T_{\text{запр}} = \frac{V}{\varepsilon \cdot Q_{\text{мас}}} \quad (7)$$

Вывод: использование комплексонов способно продлить работу котельной и тепловых сетей, за счет снижения количества солей жесткости, что в свою очередь снижает процессы накипобразования. Отсутствие накипи повышает коэффициент теплопередачи отопительных приборов, что положительно сказывается на параметрах микроклимата снабжаемых теплом зданий.

Список литературы

1. Переяслова Г. А., Порубасв В. П., Кордаков И. А., Дрикер Б. Н. Способы борьбы с отложениями в технологическом оборудовании и трубопроводах предприятий цветной металлургии. Алма-Ата : Каз. НИИНТИ, 1980. 78 с.
2. Монахов А. С., Дик В. П., Рябова Л. В. Исследование возможности применения комплексонов на фосфоновой основе для отмывки отложений // Тр. Моск. энерг. института, 1991. № 646. С. 101–104.
3. Методические указания по применению комплексоновых препаратов для ведения водно-химического режима теплоэнергетических систем. Ижевск, 2003.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В. С. Полянский, О. Р. Муканова, Р. В. Муканов, Е. М. Дербасова
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет

Стратегия развития энергосистемы России предполагает внедрение и использования технологий, позволяющих экономить энергетические ресурсы, в том числе использование нетрадиционных технологий на основе альтернативных источников энергии. Кроме того, в настоящее время, изведенных запасов органического топлива по словам экспертов хватит не более чем на 200 лет, поэтому становится все более нерациональным сжигать органическое топливо в маломощных котельных агрегатах для получения тепловой энергии в системах теплоснабжения и ГВС. Сжигание топлива ведет также к существенному ухудшению экологической обстановки в населенных пунктах.

Одним из эффективных путей уменьшения потребления топлива для производства тепловой энергии является использование альтернативных источников энергии, в первую очередь, солнечной энергии, которая в летний период накапливается в воздухе, воде и грунте. Однако, достаточно низкий потенциал энергии, а также периодичность действия не позволяет напрямую использовать эту энергию без преобразования. В качестве устройства преобразования низкопотенциальной тепловой энергии в высокопотенциальную используют установки, которые получили название тепловой насос. Тепловой насос является обратной холодильной машиной, что позволяет преобразовывать низкопотенциальную энергию грунта в вы-

сокопотенциальную, которую можно использовать в системах отопления и ГВС. Экономия энергоресурсов при применении тепловых насосов может достигать величины 70 %.

Для оценки возможности использования тепловых насосов в Астраханском регионе, рассмотрим в качестве объекта внедрения общежитие Астраханского государственного архитектурно-строительного университета, расположенное по адресу: г. Астрахань, ул. Украинская 16.

Система теплоснабжения общежития введена в эксплуатацию в 1978 г. Система смонтирована надземно, на опорах. Трубопроводы имеют теплоизоляцию, выполненную из минеральной ваты с облицовкой стеклотканью. Состояние теплоизоляции неудовлетворительное, в некоторых местах она отсутствует или обветшала (рис. 1).



Рис. 1 Тепловая сеть от котельной до общежития

Источник теплоснабжения – отопительная котельная (рис. 2), принадлежащая ТТК «Лукойл». При реконструкции требуется перекладка труб, замена теплоизолирующего материала на более современный (пеноизоляция с герметизацией сварных швов).



Рис. 2 Отопительная котельная

Система отопления пятиэтажного здания общежития – водяная, вертикальная однетрубная с нижней разводящей магистралью, присоединенная к тепловой сети через элеваторный узел, расположенный на первом

этаже здания. Приборные узлы однотрубной системы отопления с П-образными стояками проточные, с односторонним присоединением отопительных приборов к стоякам, не имеющие регулирующей арматуры.

В настоящее время система горячего водоснабжения в общежитии не предусмотрена.

Для обеспечения нужд горячего водоснабжения общежития, было принято решение рассчитать и подобрать теплонасосную установку. Для этого, необходимо рассчитаться мощность системы ГВС. Расчет ведем по укрупненным показателям методики, утвержденной Госстроем России от 2004 г.

Качество холодной и горячей воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды должно соответствовать требованиям ГОСТ 2874-82* «Вода питьевая».

Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать в соответствии со СНиП 41-02-2003: не ниже 50 °С – для систем горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения.

Расчетный расход теплоты, Вт, на подогрев воды для нужд горячего водоснабжения определяется:

в отопительный (холодный) период

$$q_{\text{hm}}^3 = g_{\text{ит}}^{\text{h}} m c_p (t_{\text{h}} - t_{\text{c}}^3) (1 + K_{\text{тп}}) \cdot 10^{-6} / (24 \cdot 3600), \quad (1)$$

в неотопительный (теплый) период

$$q_{\text{hm}}^3 = g_{\text{ит}}^{\text{h}} m c_p (t_{\text{h}} - t_{\text{c}}^3) (1 + K_{\text{тп}}) \beta \cdot 10^{-6} / (24 \cdot 3600), \quad (2)$$

где, $g_{\text{ит}}^{\text{h}}$ - норма расхода нагретой воды в системе ГВС принимается по нормативам или по утвержденным органами местного управления нормами потребления, л/(сут.·чел);

$g_{\text{ит}}^{\text{h}} = 120$ л/(сут.·чел) для общежитий с общими душевыми;

m – число потребителей горячей воды

$m = 250$ чел

t_{h} – температура воды в системе горячего водоснабжения

c – удельная теплоемкость нагретой воды, принимаем 4,187 кДж/(кг·°С) [ккал/(кг·°С)];

ρ – физическая плотность воды в системе ГВС, принимаем равной 1 кг/л;

t_{c}^3 – температура водопроводной воды во время холодного периода года, принимаем 5 °С;

$t_{\text{c}}^{\text{л}}$ – температура водопроводной воды в теплый период года, принимаем 15 °С;

β – коэффициент, учитывающий неравномерное потребление горячей воды в отопительный и неотопительный период принимаем для жилых объектов равным 0,8

$K_{\text{тп}}$ – коэффициент учета тепловых потерь неизолированными участками системы ГВС.

В отопительный период

$$Q_{\text{ГВ}} = 250 \times 40 \times 4175 \times 1 \times (55 - 5) \times (1 + 0,35) / (24 \times 3600) = 32,6 \text{ [кВт]}$$

В неотапительный период

$$Q_{гв}=250 \times 40 \times 4175 \times 1 \times (55 - 15) \times (1 + 0,35) \cdot 0,8 / (24 \times 3600) = 20,88 \text{ [кВт]}$$

Применительно к рассматриваемому зданию общежития, предлагаем использовать тепловые насосы для полного замещения тепла необходимого на систему горячего водоснабжения. Система на базе тепловых насосов будет напрямую подключена к индивидуальному тепловому пункту, При простое (минимальной нагрузке на циркуляцию в ночное время) системы горячего водоснабжения, можно нагретую с помощью тепловых насосов воду, подавать в систему отопления для смешения с прямой водой, для уменьшения забора тепла из тепловой сети.

Нагрузка на систему горячего водоснабжения отопительный период

$$Q_{г.в}= 36,6 \text{ [кВт]}$$

Источниками низкопотенциального тепла могут быть наружный воздух с температурой от -15 до $+15$ °С, воздух, отводимый из помещения ($15-25$ °С), подпочвенные ($4-10$ °С) и грунтовые (более 10 °С) воды, озерная и речная вода ($0-10$ °С), поверхностный ($0-10$ °С) и глубинный (более 20 м) грунт (10 °С). В нашем случае, в связи с наличием больших площадей вблизи общежития, не занятых постройками, принимаем источником низкопотенциального тепла грунт.

Возможны два варианта получения тепла из грунта: укладка металлопластиковых труб в траншее глубиной $1,2-1,5$ м, либо в вертикальные скважины глубиной $20-100$ м. Иногда, трубы укладывают в виде спиралей в траншее глубиной $2-4$ м. Это значительно уменьшает общую длину траншей. Максимальная теплоотдача поверхностного грунта составляет $50-70$ кВт·ч/м² в год. По данным зарубежных компаний, срок службы траншей и скважин составляет более 100 лет.

Теплопроизводительность теплового насоса зависит от многих факторов: параметров грунта, наличия или отсутствия грунтовых вод, глубины заложения контура трубопроводов. Для сухого песка величина теплосъема с 1 метра трубы составляет 10 Вт/м, глины – 20 Вт/м, влажной глины – 25 Вт/м, сильно увлажненной глины – 35 Вт/м. Примерные средние расчетные значения теплосъема с 1 метра трубы для горизонтальных коллекторов составляют 20 Вт/м. Разность температур теплоносителя в коллекторах при расчете принимают в пределах 33 °С. Также, важным требованием эффективной работы теплового насоса является отсутствие строений, или других коммуникаций в районе заложения контура, так как работа теплового насоса зависит от полученной землей тепловой энергии солнца.

Теплопотребность общежития в тепловой энергии составляет $32,6$ кВт на горячее водоснабжение; температура воды в системе отопления должна составлять 55 °С. Для системы теплоснабжения здания выбран тепловой насос марки **SART Technologies PWSRW200S 46 кВт (вода-вода)** (ближайший больший типоразмер), затрачивающий на нагрев фреона $12,1$ кВт. Теплосъем с поверхностного слоя грунта (сухая глина) q равен 35 Вт/м.

Требуемая тепловая мощность коллектора составляет:

$$Q_0 = Q_{wp} - P, \text{ кВт.} \quad (3)$$

где Q_0 – тепловая мощность, получаемая от низкопотенциального источника (грунт), кВт; Q_{wp} полная мощность теплового насоса, кВт; P – электрической мощности, затрачиваемой на нагрев фреона, кВт:

$$Q_0 = 46 - 12,1 = 33,9 \text{ кВт};$$

Суммарная длина труб контура составит:

$$L = Q_0 / q \quad (4)$$

где L – суммарная длина труб, м; q – теплосъем с каждого метра трубы, Вт/м; $L = Q_0/q = 33,9/0,035 = 968,6$ м.

Для организации такого коллектора потребуется 10 контуров длиной по 100 м. При шаге укладки 0,4 м необходимая площадь участка $A = 10 \times 100 \times 0,4 = 400 \text{ м}^2$. Для устройства коллектора выбираем металлопластиковую трубу типоразмера 32×3 (например, Ненсо). Потери давления в ней составят 45 Па/м; сопротивление одного контура – примерно 7 кПа; скорость потока теплоносителя – 0,3 м/с.

Поскольку температура антифриза может изменяться (от -5 до $+20$ °С) в первичном контуре теплонасосной установки необходим расширительный бак.

При использовании второго источника энергии (электрического, газового, жидкого- или твердотопливного котла) он подключается к схеме через смесительный клапан, привод которого управляется тепловым насосом или общей системой автоматики.

Вывод: На примере общежития АГАСУ показана возможность использования геотермального насоса в условиях г. Астрахани для обеспечения тепла на нужды горячего водоснабжения.

Список литературы

1. Акшель В. А. Альтернатива большой энергетике // Энергетика и промышленность России. 2006. № 2. С. 30–32.
2. Справочник по геотермальным тепловым насосам. URL: http://www.altalgroup.com/info_006.htm. (дата обращения: 18.02.2017).
3. Отопление дома с помощью теплового насоса. URL: <http://sibposelki.ru/articles/otoplenie/teplovyue-nasosy/> (дата обращения: 18.02.2017).

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

В. Г. Худавердян, О. Р. Муканова, И. М. Трещева, Р. В. Муканов
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет

В России, на современном этапе развития существуют две системы подачи тепловой энергии потребителя: централизованные и децентрализованные.