

альное тепло воды водозабора (5 °С, расход не менее 500 м<sup>3</sup>/ч) с помощью ТН получается теплоноситель для систем отопления (65 °С) и горячего водоснабжения (55 °С). Оборудование теплонасосной станции позволяет регулировать как температуру прямой воды отопления, так и количество передаваемого ей тепла.

Оборудование теплонасосной станции достаточно энергоемкое: установленная мощность компрессора составляет 630 кВт при напряжении 10 кВ. Потребляемая мощность одной установки (по паспорту) в номинальном режиме при теплопроизводительности 2,8 Гкал/ч составляет 720 кВт, не считая сетевых насосов и другого вспомогательного оборудования.

Годовой экономический эффект составляет 154000 руб./год. При стоимости приобретенного оборудования теплонасосной станции 1,8 млн руб. (без стоимости строительных и монтажных работ) срок окупаемости составит 11,7 лет (по данным 1996 г.).

#### Выводы

Практически в каждом муниципальном образовании имеются те или иные проблемы с теплоснабжением потребителей. Довольно часто при строительстве новых домов встает вопрос об источниках теплоснабжения для постройки, т.к. подключение к теплоснабжающим организациям может быть невозможно из-за дефицита тепловой мощности, дорого из-за строительства протяженных тепловых сетей. Теплоснабжение удаленных населенных пунктов осуществляется посредством использования дорогого заводного дизельного топлива и мазута. В этом случае должны рассматриваться проекты установки теплового насоса в конкуренции с другими технологическими решениями и проектами по теплоснабжению.

В энергодефицитных регионах по электрической мощности, с одной стороны, внедрение тепловых насосов должно рассматриваться только как перспективное направление, т.к. при переходе с централизованного отопления на насос (даже при наличии в непосредственной близости источника низкотемпературного тепла) может вызвать рост нагрузки на энергосистему, в связи с потреблением насосом электроэнергии. С другой стороны, может снизить электрическую нагрузку, используемую потребителями на электроотопление. Поэтому к вопросу о внедрении тепловых насосов надо подходить очень серьезно.

#### Список литературы

1. Корягин М.В. О необходимости комплексной оценки энергоэффективности зданий / М.В. Корягин // 15-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки 2013»: Труды конгресса. Т.3. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2014. – С. 30-32.
2. Павлов Д.А., Семикова Е.Н. Экологическая оценка котельной с энергосберегающим оборудованием / Д.А. Павлов, Е.Н.Семикова // VI Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум», 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fae.ru/snt>.
3. Половинкина Е.О. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий и сооружений / Половинкина Е.О. // VI Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум», 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fae.ru/snt>.

#### ВОДОПОДГОТОВКА В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТАХ

Сундуков В.Н., Киселева К.С.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,  
Нижегород, Нижегород,  
e-mail: unirs@nngasu.ru, vitek\_152@mail.ru

Тепловой пункт (ТП) – комплекс устройств, расположенный в обособленном помещении, состоящий из элементов тепловых энергоустановок, обеспечивающих присоединение этих установок к тепловой сети, их работоспособность, управление режимами теплопотребления, преобразование, регулирование

параметров теплоносителя и распределение теплоносителя по видам потребителей.

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – используется для обслуживания одного потребителя (здания или его части). Как правило, располагается в подвальном или техническом помещении здания, однако, в силу особенностей обслуживаемого здания, может быть размещён в отдельностоящем сооружении.

Основными видами теплопотребления в индивидуальных тепловых пунктах являются: системы отопления; системы вентиляции; системы горячего водоснабжения.

Для защиты от коррозии и накипеобразования трубопроводов и оборудования систем горячего водоснабжения, присоединяемых к тепловым сетям по закрытой системе теплоснабжения (через водоподогреватели), в тепловых пунктах предусматривается обработка воды.

Качество воды, поступающей в систему горячего водоснабжения, должно удовлетворять требованиям ГОСТ 2874. Следовательно, вода, поступающая в систему ГВС здания должна всегда оставаться питьевого качества.

Интересным решением обработки воды являются магнитные преобразователи воды (рис. 1) устанавливаемые на вводе в здание хозяйственно питьевого водопровода для контура горячего водоснабжения. Они позволяют сохранить питьевое качество воды после обработки и не выпадение солей жесткости на теплообменном оборудовании и трубопроводах.



Рис. 1. Магнитный преобразователь воды

Основным элементом устройства является многополюсный магнитный элемент цилиндрической формы. Магнитный элемент установлен в корпусе, с которым составляют единую магнитную систему. За счет полученного в данной системе магнитного поля достигается максимальная эффективность воздействия на воду. Вода, проходя через такое определенным образом выровненное магнитное поле, претерпевает некоторые физические изменения: Примеси, находящиеся в воде, становятся центрами кристаллизации – поверхностью для осаждения молекул кальция, давая им возможность нарастать друг на друга в потоке воды, не соединяясь с окружающими и нагреваемыми поверхностями. Эти новые микрокристаллы теперь будут предотвращать выпадение накипи на поверхности труб – что является основной причиной известкового обрастания. Микрокристаллы теперь будут циркулировать по трубопроводам, давая возможность свободным частицам Кальция соединяться с ними, не позволяя им больше соединяться друг с другом. Они также будут способствовать тому, что существующий известковый налет станет рыхлым, будет разбиваться на отдельные фрагменты и вымываться вместе с водой в виде суспензии.

Для системы отопления, вентиляции и воздушно-тепловых завес используемая вода может быть и не питьевого качества. Как правило, для этих контуров индивидуального теплого пункта часто применяют автоматизированные водоподготовительные установки, обеспечивающие глубокую подготовку воды. Примером такой установки является ВПУ-5М-01 (рис. 2).

Это установка с двумя натрий катионитными фильтрами предназначена для умягчения подпиточной воды, забираемой из артезианских скважин, из водопроводной сети и открытых водоемов в передвижных и стационарных водогрейных и паровых отопительных котельных, теплообменном оборудовании, и других объектах, где требуется умягчение воды. Установка ВПУ-5М-01 производит деаэрацию подпиточной воды и обработку ее комплексом – оксизетилдифосфоновой кислотой (ОЭДФ), что позволяет предотвратить коррозию металла и отложение накипи на поверхностях нагрева котла и в системе теплоснабжения.

Установка полностью автоматизирована. Ручной режим используется при пуско-наладочных работах и аварийных ситуациях.

В состав установки ВПУ-5М-01 входят: два параллельных фильтра; бак-мерник раствора соли; бак отбора проб; агрегат электронасосный ВК2/26; водоподогреватель эжектор; контрольно-измерительные приборы; запорная арматура.

Оборудование установки смонтировано на раме. Исходная вода через поплавковые клапаны поступает в приемный бак, который снабжен датчиками уровня воды. Уровень воды в приемном баке поддерживается автоматически. Деаэрация воды происходит в результате «холодного» кипения воды на керамических насадках за счет разряжения, создаваемого в деаэрационной колонке эжектором. Вода к соплу эжектора подается циркуляционным насосом. Водовоздушная смесь из эжектора поступает в приемный бак, где выделившийся из воды кислород улетучивается в атмосферу, а вода вновь поступает к циркуляционному насосу. Циркуляционный насос включается и выключается автоматически в зависимости от уровня воды в приемном баке и деаэрационной колонке.



Рис. 2. Автоматизированная водоподготовительная установка ВПУ-5М-01

При достижении в деаэрационной колонке необходимого разряжения автоматика ВПУ открывает электромагнитный клапан, который разрешает подачу

воды от циркуляционного насоса через водоподогреватель в деаэрационную колонку.

Подача раствора ОЭДФ из бака для раствора ОЭДФ с дозатором в приемный бак осуществляется автоматически через электромагнитный клапан.

#### Список литературы

1. Беликов С.Е., Хохлаева Е.А., Резник Я.Е. Справочник для профессионалов – водоподготовка – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
2. Алексеев М.И., Иавнов В.Г., Курганов А.М. и др. Технический справочник по обработке воды – СПб.: Новый журнал, 2007. – 878 с.
3. Кочева М.А., Косатова Т.А. Анализ различных методов обработки воды // Современные наукоемкие технологии. – №6. – 2015.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Федотов А.А., Грималовская И.П.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, e-mail: a.fedotov.mail@yandex.ru

Согласно закону сохранения энергии, энергетический баланс для теплового насоса, пренебрегая всеми потерями, происходящими в нем, можно записать как:

$$Q_{ни} + Q_{эл} = Q_{пол} \quad (1)$$

где  $Q_{ни}$  – количество энергии, полученной от низкотемпературного (низкопотенциального) источника, кВт·ч;  $Q_{эл}$  – количество энергии, необходимое для питания компрессора, кВт·ч;  $Q_{пол}$  – полезная энергия, отданная потребителю, кВт·ч.

Мерой эффективности любого устройства является коэффициент полезного действия (КПД). Коэффициент полезного действия – это отношение полезной энергии к затраченной, которое всегда меньше единицы. Однако, для оценки теплового насоса используют понятие коэффициент преобразования (КОП).

Коэффициент преобразования теплового насоса – это отношение мощности полезной энергии к мощности затраченной энергии, необходимой для работы теплового насоса. В качестве затраченной энергии для работы теплового насоса понимается энергия, необходимая для привода компрессора. Расчет КОП (без учета потерь преобразования, т.е. при КПД=100%) осуществляется по формуле

$$КОП = \frac{N_{пол.}}{N_{эл.}} = \frac{N_{эл.} + N_{ни.}}{N_{эл.}} = 1 + \frac{N_{ни.}}{N_{эл.}} \quad (2)$$

где  $N_{пол.}$ ,  $N_{ни.}$ ,  $N_{эл.}$  – соответственно – мощность полезной энергии, низкопотенциального источника и электрического привода теплового насоса, Вт. Как видно, КОП теплового насоса всегда больше единицы. На практике применяются тепловые насосы с КОП=3...4. КПД теплового насоса – это отношение мощности полезной энергии к затраченной:

$$КПД = \frac{N_{пол.}}{N_{зат.}} = \frac{N_{пол.}}{N_{эл.} + N_{ни.}} \quad (3)$$

Сильное влияние на КОП оказывают: разница температур между низкопотенциальным тепловым источником и температурой отвода потребителю; применяемый хладагент; конструкция теплового насоса.

Для его расчета КОП теплового насоса за определенный промежуток времени берется то же отношение, что и в формуле (2), однако энергии, затраченной в качестве низкопотенциального источника, и электроэнергии, затраченной на привод, полученной энергии. Обычно оценивают коэффициент преобразования теплового насоса за один год.