Утилизация тепла канализационных стоков

Н.В.Шилкин, инженер

***О**бщие изменения в экономике России привели к пересмотру взглядов на использование нетрадиционных источников энергии. Учитывая, что территория нашего государства находится в широтах, где наружная температура воздуха опускается ниже 0°С в течение 6–8 месяцев в году, в России расход топлива на теплоснабжение превосходит расход топлива на электроснабжение в 1,5–2 раза. Следовательно, с ростом цен на топливо, тарифов на его доставку возникает необходимость решать задачи по уменьшению потребления топливных ресурсов. Существует также проблема изношенности тепловых сетей в системах централизованного теплоснабжения. Холодная зима 2002–2003 годов, оставив без тепла целые регионы России, наглядно это продемонстрировала. В связи с вышеуказанными проблемами решение вопросов энергосбережения и надежного теплоснабжения приобрело колоссальное значение. В странах Западной Европы, США и Японии уделяется большое внимание использованию альтернативных источников энергии. Одним из таких источников является низкопотенциальное тепло, передаваемое потребителю посредством теплового насоса. В данной статье рассматривается использование тепловых насосов, утилизирующих тепло канализационных стоков.*

Принцип действия тепловых насосов

Тепловой насос представляет собой термодинамическую установку, в которой благодаря затрате механической энергии теплота от низкопотенциального источника передается потребителю при более высокой температуре.

Парокомпрессионный тепловой насос (рис. 1) состоит из испарителя, компрессора, посредством которого происходит сжатие паров рабочей жидкости (холодильного агента), конденсатора, в котором происходит переход парообразного холодильного агента в жидкое состояние, и дроссельного вентиля, в котором происходит процесс дросселирования, т. е. необратимого расширения жидкости с понижением давления и температуры. В результате часть жидкости превращается в пар, при этом ее энтальпия остается неизменной. В испарителе поддерживаются более низкие, а в конденсаторе более высокие температура и давление холодильного агента. Холодильный агент в конденсаторе превращается в жидкость, затем в дроссельном вентиле его давление понижается и он частично превращается в пар. Теплота, отводимая от конденсатора, используется для нагревания теплоносителя.

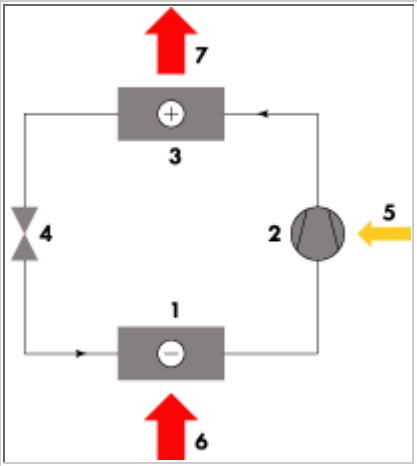

Рис. 1.

Схема теплового насоса:
1 – испаритель;
2 – компрессор;
3 – конденсатор;
4 – дроссельный вентиль;
5 – электрическая энергия;
6 – теплота от низкопотенциального источника тепловой энергии;
7 – теплота, отводимая от конденсатора

Тепло канализационных стоков

Холодная вода поступает зимой в здание с температурой 5–8°С. Затем она прогревается в трубопроводах, бачках, нагревается, смешиваясь с горячей водой, и покидает здание с температурой 20–30°С. Канализационные стоки уносят с собой очень большое количество тепла. Современные теплонасосные установки позволяют утилизировать тепло канализационных стоков и приблизить их температуру к температуре поступающей воды.

Первая система DHC в Японии, использующая необработанные сточные воды как источник нагрева и охлаждения воды

DHC (district heating and cooling) system – Первая система централизованного тепло- и холодоснабжения

Введение

Впервые в Японии, в районе Koraku 1-chome в Токио, для теплоснабжения района установлена система DHC, использующая тепло необработанных сточных вод. Как ожидается, использование тепла сточных вод уменьшит потребление энергии и выброс парниковых газов. Применение этой системы уменьшает потребление энергии на 20%, выброс CO_2 и NO_x на 40 и 37% соответственно.

Сточные воды уже использовались в других проектах как источник низкопотенциального тепла для тепловых насосов. Однако проект в Токийском районе Koraku 1-chome уникален тем, что впервые в Японии используются неочищенные, необработанные сточные воды; позволяет использовать тепловые насосы не только на очистных станциях, но и на станциях перекачки и канализационных сетях.

В дальнейшем ожидается значительное увеличение использования сточных вод в качестве источника низкопотенциального тепла.

Цель проекта

Объем канализационных стоков, производимых в огромных количествах большими городами, практически не изменяется в течение года. Температура сточных вод ниже температуры наружного воздуха в летнее время и выше в зимнее. Это делает их идеальным источником низкопотенциального тепла для использования в тепловых насосах. По некоторым оценкам, в городские коммуникации вместе со сточными водами сбрасывается около 40% использованного тепла. Цель проекта заключается в том, чтобы использовать этот огромный источник тепла для районной системы DHC, работающей на тепловых насосах, экономя значительное количество энергии и существенно сокращая выбросы NO_x и CO_2.

Описание установки

Теплообменники на DHC-станции сконструированы ниже насосной станции для перекачки сточных вод. Они используются для передачи тепловому насосу тепла сточных вод, текущих через насосную станцию. Тепловой насос позволяет получить охлажденную или подогретую воду (рис. 1). Эта система уменьшает потребление энергии (электроэнергии) на 20% по сравнению с тепловым насосом, использующем воздух в качестве низкопотенциального источника тепла.

Для удаления большинства взвешенных твердых частиц в стоках применяется автоматический фильтр (рис. 2). Для защиты от коррозии деталей насоса используется нержавеющая сталь, для труб теплообменника – титан.

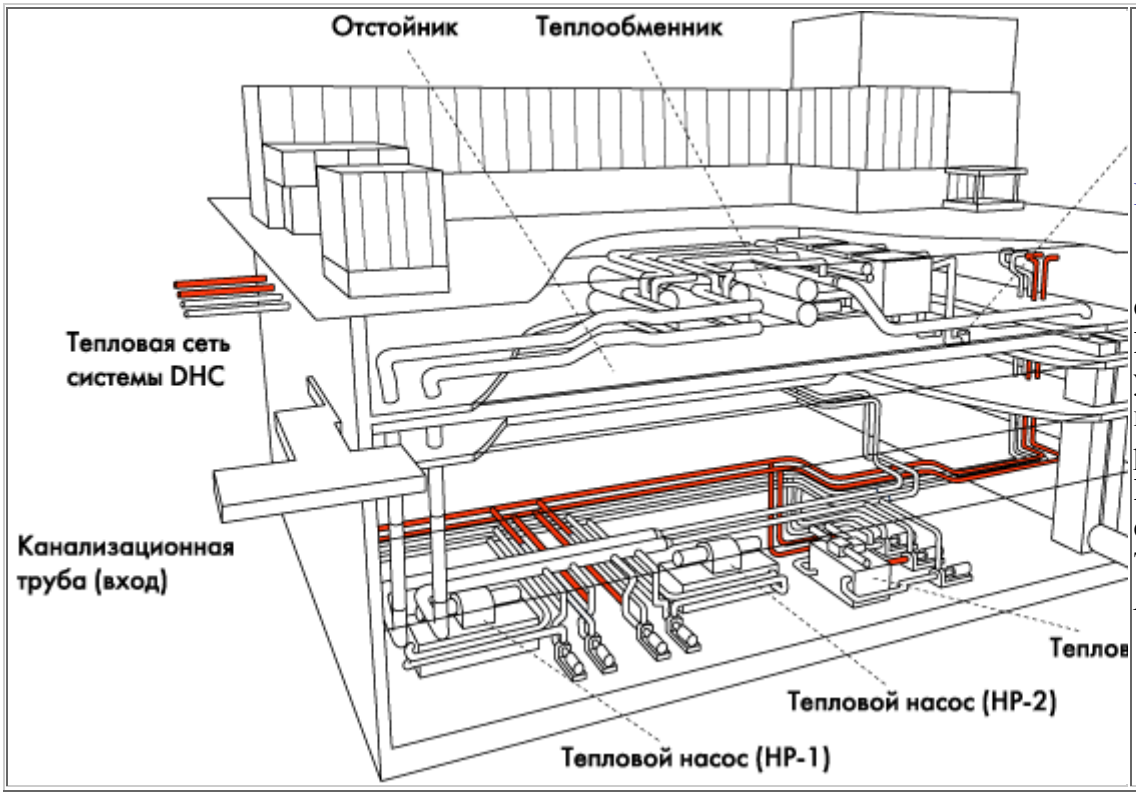

Рис. 2.

Схема системы DHC, установленной в районе Koraku 1-chome в Токио, Япония

Очищаются трубы теплообменника установленными внутри щетками

На DHC-станции смонтированы 3 тепловых насоса, 2 с охлаждающей способностью 10,5 МВт и нагревающей способностью 12,8 МВт каждый и 1 тепловой насос с охлаждающей способностью 3,9 МВт и нагревающей – 5 МВт. Этот насос используется периодически, когда возникает необходимость подачи горячей и холодной воды одновременно. Расход сточных вод, проходящих через DHC-станцию, составляет до 129 600 м^3 в день. Станция охлаждает воду до +7°С и нагревает до +47°С и обеспечивает этой водой здание общей площадью 126 400 м^2, подавая ее через тепловую сеть, выполненную по 4-трубной схеме, проложенную под землей на глубине 7–8 м.

Для выравнивания тепловой нагрузки и использования недорогого ночного электричества на станции установлены баки-аккумуляторы общим объемом 1 520 м^3.

С апреля 1995 по март 1996 года станция DHC обеспечила 37 741 ГДж тепловой энергии для охлаждения воды и 9 151 ГДж для получения горячей воды. В августе 1995 года коэффициент преобразования теплонасосной установки составил 4,3. В феврале 1996 года – 3,9.