

ТЕХНИКА ЖАНА ТЕХНОЛОГИЯ

Алдашева Н.Т., Омурбекова Г.К.

Методика теплотехнического расчета термодинамических тепловых насосов

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов представляет собой одну из актуальных проблем. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является применение новых энергосберегающих технологий и оборудования, использующих нетрадиционные источники энергии. Использование тепловых насосов для тепло-хладоснабжения с использованием ВЭР и НВИЭ представляет собой новую современную технологию.

В качестве приоритетного направления более широкого использования нетрадиционных источников энергии наибольший интерес представляет область тепло-хладоснабжения, являющаяся сегодня одним из наиболее емких мировых потребителей топливно-энергетических ресурсов. Преимущества технологий тепло-хладоснабжения, использующих нетрадиционные источники энергии, в сравнении с их традиционными аналогами связаны не только со значительными сокращениями затрат энергии в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений, но и с их экологической чистотой, а также новыми возможностями в области повышения степени автономности систем теплоснабжения. Представляется, что именно эти качества будут иметь определяющее значение в формировании конкурентной ситуации на рынке тепло-хладогенерирующего оборудования как в нашей стране, так и за рубежом.

Тепло-хладоснабжение с помощью тепловых насосов, относится к области энергосберегающих экологически чистых технологий и получает все большее распространение в мире. Эта технология по заключению целого ряда авторитетных международных организаций, наряду с другими энергосберегающими технологиями (использование солнечной, ветровой энергии, энергии Океана и т.п.), относится к технологиям XXI века.

В общем случае тепловой насос - это устройство, используемое для обогрева и охлаждения. Он работает по принципу передачи тепловой энергии, от холодной среды к более теплой, в то время как естественным путем тепло перетекает из теплой области в холодную (см. Рис. 1). [3]

Таким образом, тепловой насос заставляет двигаться тепло в обратном направлении. Например, при обогреве дома тепло забирается из более холодного внешнего источника и передается в дом. Для охлаждения (кондиционирования) дома тепло забирается из более теплого воздуха в доме и передается наружу. Тепловой насос в чем-то подобен обычному гидравлическому насосу, который перекачивает жидкость с нижнего уровня на верхний, тогда как в естественных условиях жидкость перетекает с верхнего уровня на нижний.

В основу принципа действия, наиболее распространенных парокомпрессионных тепловых насосов положены два физических явления:

- поглощение и выделение тепла веществом при изменении агрегатного состояния - испарении и конденсации соответственно;
- изменение температуры испарения (и конденсации) при изменении давления.

Соответственно, основные элементы парокомпрессионного контура - теплообменник-испаритель, теплообменник-конденсатор, компрессор и дроссель. В испарителе рабочее тело, обычно хладон, находится под низким давлением и кипит при низкой температуре, поглощая теплоту низкопотенциального источника. Затем рабочее тело сжимается в компрессоре,

приводимом в действие электрическим или иным двигателем, и поступает в конденсатор, где при высоком давлении конденсируется при более высокой температуре, отдавая теплоту испарения приемнику тепла, например, теплоносителю системы отопления. Из конденсатора рабочее тело через дроссель вновь поступает в испаритель, где его давление снижается и снова начинается процесс кипения.

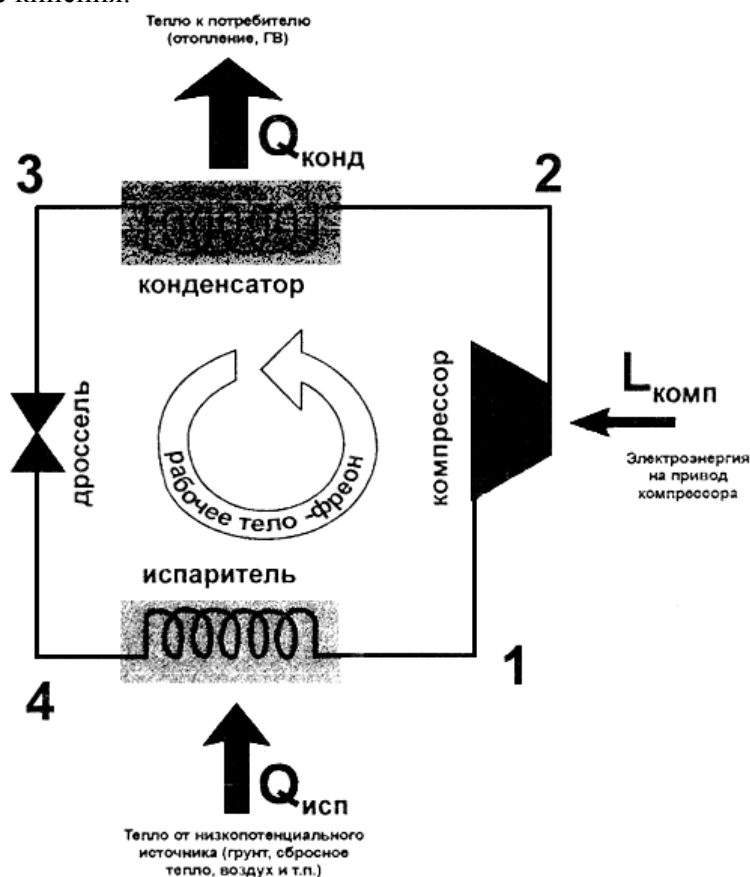


Рис. 1. Принципиальная схема работы компрессионного теплового насоса

Тепловой насос может забирать тепло из нескольких источников, например, воздуха, воды или земли. И таким же образом он может сбрасывать тепло в воздух, воду или землю. Более теплая среда, воспринимающая тепло, называется теплоприемником. В зависимости от типа источника и приемника тепла испаритель и конденсатор могут выполняться как теплообменники типа "воздух-жидкость", так и "жидкость-жидкость".

Регулирование работы систем теплоснабжения, с применением теплового насоса в большинстве случаев производится его включением и выключением по сигналам датчика температуры, установленного в приемнике (при нагреве) или источнике (при охлаждении) тепла. Настройка теплового насоса обычно производится изменением сечения дросселя (терморегулирующего вентиля - ТРВ).

В зависимости от сочетания вида источника низкопотенциальной теплоты и нагреваемой среды тепловые насосы делятся на следующие типы:

- воздух - воздух;
- воздух - вода;
- грунт - воздух;
- грунт - вода;
- вода - воздух;
- вода - вода.

Эти типы тепловых насосов отличаются конструктивным исполнением теплообменной части (испарителя и конденсатора) и температурными режимами реализуемых термодинамических циклов.

Основными требованиями к конструкциям тепловых насосов являются следующие:

1. обеспечивать полную внешнюю герметичность и отсутствие перетоков в местах уплотнительных стыков;
2. предусматривать свободное температурное расширение отдельных узлов и деталей без нарушения их взаимной центровки;
3. обеспечивать динамическую устойчивость во всем диапазоне работы насоса;
4. быть удобной в сборке, разборке и обслуживании;
5. обеспечивать длительную эксплуатацию (обычно не менее 10000ч) без замены основных деталей и заметного снижения параметров. [2]

Рассмотрим принцип работы термодинамического теплового насоса и уравнения теплового баланса:

1. Термодинамический тепловой насос - представляет собой обращенную холодильную машину и, по аналогии, содержит испаритель, конденсатор и контур, осуществляющий термодинамический цикл. Основные типы термодинамических циклов - абсорбционный и, наиболее распространенный, парокомпрессионный. Если в холодильной машине основной целью является, производство холода путем отбора теплоты из какого-либо объема испарителем, а конденсатор осуществляет сброс теплоты в окружающую среду, то в тепловом насосе картина обратная. Конденсатор является теплообменным аппаратом, выделяющим теплоту для потребителя, а испаритель-теплообменным аппаратом, утилизирующим низкопотенциальную теплоту: вторичные энергетические ресурсы и (или) нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Термодинамический цикл теплового насоса в T-S диаграмме представлен на рисунке 2. [1]

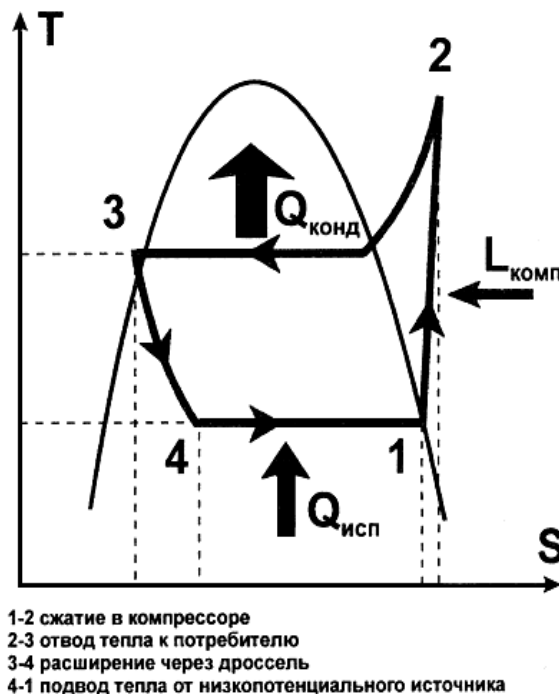


Рис. 2. Термодинамический цикл теплового насоса в T-S диаграмме

Как и холодильная машина, тепловой насос потребляет энергию на реализацию термодинамического цикла (привод компрессора). Коэффициент преобразования теплового насоса - отношение теплопроизводительности к электропотреблению - зависит от уровня

температур в испарителе, и конденсаторе и колеблется в различных системах в диапазоне от 3 до 6 т.е. на 1 кВт затраченной электрической энергии, тепловой насос производит от 3 до 6 кВт тепловой энергии. Температурный уровень теплоснабжения от тепловых насосов 35-55 °С. Экономия энергетических ресурсов достигает 75%.

Промышленность технически развитых стран выпускает широкий ассортимент парокомпрессионных тепловых насосов, тепловой мощностью от 5 до 1000 кВт.

На рисунке 3 представлены зависимости идеального и действительного (реального) коэффициента преобразования ТН от температур испарения и конденсации хладагента.

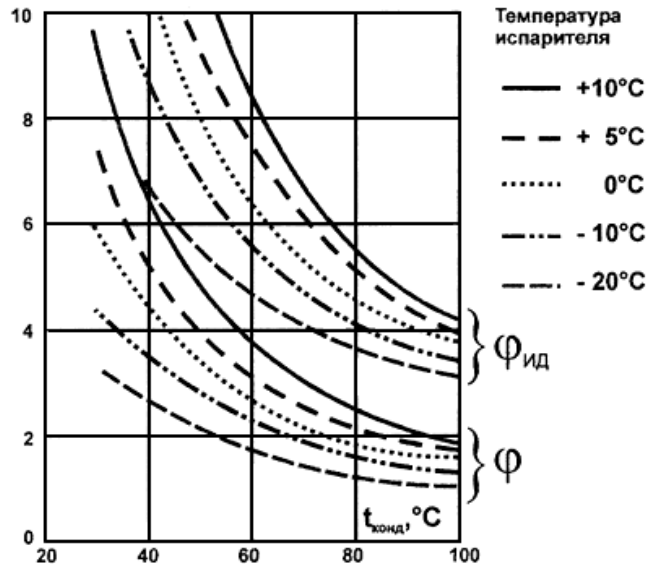


Рис. 3. Зависимость идеального и действительного (реального) коэффициента преобразования ТН от температур испарения и конденсации хладагента

2. Энергетический баланс ТН записывается следующим образом:

$$Q_{\text{конд}} = Q_{\text{исп}} + L_{\text{комп}}, \text{ где}$$

$Q_{\text{конд}}$ - теплота, отводимая от конденсатора;

$Q_{\text{исп}}$ - теплота, подводимая к испарителю;

$L_{\text{комп}}$ - работа компрессора.

Коэффициент преобразования ТН определяется по формуле:

$$j = Q_{\text{конд}} / L_{\text{комп}} = a \cdot T_{\text{конд}} / (T_{\text{конд}} - T_{\text{исп}}), \text{ где}$$

$T_{\text{конд}}$ - температура конденсации рабочего тела;

$T_{\text{исп}}$ - температура испарения рабочего тела;

a - суммарный коэффициент потерь ТН (потери цикла, потери в компрессоре, потери от необратимости при теплопередаче и т.п.).

Идеальный коэффициент преобразования ТН:

$$j = T_{\text{конд}} / (T_{\text{конд}} - T_{\text{исп}}).$$

Системы теплоснабжения с использованием тепловых насосов - теплонасосные системы теплоснабжения - могут быть применены для отопления, подогрева вентиляционного воздуха, нагрева воды для горячего водоснабжения и т.п.

В качестве низкопотенциальных (низкотемпературных) источников теплоты могут использоваться:

а) вторичные энергетические ресурсы:

- теплота вентиляционных выбросов;

- теплота серых канализационных стоков;

- сбросная теплота технологических процессов и т.п.

б) нетрадиционные возобновляемые источники энергии:

- теплота окружающего воздуха;
- теплота грунтовых и геотермальных вод;
- теплота водоемов и природных водных потоков;
- теплота солнечной энергии и т.п.;
- теплота поверхностных и более глубоких слоев грунта.[4]

Следует учесть, что использование тепловых насосов для тепло-хладоснабжения с использованием ВЭР и НВИЭ представляет собой новую современную технологию и требует современных архитектурно-планировочных, конструктивных и инженерно-технологических решений по всему объекту в целом.

Литература

1. *Быстрицкий Г.Ф.* Энергосиловое оборудование промышленных предприятий. М.: Академия, 2003.
2. *Быстрицкий Г.Ф.* Основы энергетики. М.: Инфра-М, 2007.
3. *Васильев Г.П.* Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. М.: Академия, 2001.
4. *Черкасский В.М.* Насосы, вентиляторы, компрессоры. М.: Энергоатом-издат, 1984. Контактные телефоны: (0772) 116789 – (зав.каф. «ЭиЭМ» Ош ТУ Алдашева Н.Т.) (0772) 178461 – (зав.каф. «КИС» Ош КУУОмурбекова Г.К.)

* * *