

Энергоносители, поставляющие тепловую энергию с низкой температурой для осуществления теплонасосного цикла, называют источниками теплоты. Они отдают тепловую энергию путем теплопередачи, конвекции и излучения. Энергоносители, воспринимающие в теплонасосном цикле тепловую энергию повышенного потенциала, называют приемниками тепла. Они воспринимают тепловую энергию путем теплопередачи, конвекции и излучения. Энергоноситель, служащий источником теплоты, поступает в испаритель, где испаряется жидкий хладагент [2, 3].

В круговом цикле пары испарившегося хладагента всасываются компрессором и сжимаются до высокого давления. При сжатии их температура повышается, что создает возможность отдачи тепловой энергии теплоприемнику.

Пары хладагента при повышенном давлении поступают в конденсатор, через который протекает энергоноситель, служащий приемником тепла. Его температура ниже температуры паров хладагента при повышенном давлении. При конденсации пара выделяется тепловая энергия, воспринимаемая теплоприемником. Из конденсатора жидкий хладагент через регулирующий вентиль (дроссельный клапан) поступает обратно в испаритель, и круговой цикл замыкается. В регулирующем вентиле высокое давление, при котором находится хладагент на выходе из конденсатора, снижается до давления в испарителе. Одновременно снижается его температура [4, 5].

Таким образом, с помощью теплового насоса возможна передача тепловой энергии от источника теплоты с низкой температурой к приемнику теплоты с высокой температурой при подводе извне механической энергии для привода компрессора (приводной энергии). Как видно из рис. 1, схема холодильной машины и теплового насоса отличается только назначением [6].

#### **Список использованной литературы:**

1. Гафуров А.М. Потенциал для преобразования низкопотенциальной тепловой энергии в работу теплового двигателя. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. – №3 (23). – С. 19-24.
2. Гафуров А.М. Перспективные области применения энергетических установок на низкокипящих рабочих телах. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2015. – №1 (25). – С. 93-98.
3. Гафуров А.М. Возможности использования органического цикла Ренкина для утилизации низкопотенциальной теплоты. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. – №2 (21). – С. 20-25.
4. Гафуров А.М., Гафуров Н.М. Замещение воздушного охлаждения конденсаторов паровых турбин контуром циркуляции на CO<sub>2</sub>. // Инновационная наука. – 2016. – № 1-2 (13). – С. 27-29.
5. Гафуров А.М., Гафуров Н.М. Замещение воздушного охлаждения конденсаторов паровых турбин контуром циркуляции на C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. // Инновационная наука. – 2016. – № 1-2 (13). – С. 29-31.
6. Гафуров А.М. Зарубежный опыт эксплуатации установок на низкокипящих рабочих телах. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. Т. 24. – №4 (24). – С. 26-31.

© И.З. Багаутдинов, Н.Е. Кувшинов, 2016

**УДК 621.577**

**И.З. Багаутдинов**

младший научный сотрудник научно-исслед. лаборатории госбюджетных НИР

**Н.Е. Кувшинов**

магистрант 1 курса института теплоэнергетики, кафедры «КУПГ»

Казанский государственный энергетический университет

Г. Казань, Российская Федерация

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛООВОГО НАСОСА**

### **Аннотация**

В статье рассматривается энергетическая эффективность теплового насоса и традиционной системы

отопления.

### Ключевые слова

Тепловой насос, энергетическая эффективность, коэффициент преобразования

Энергетическую эффективность компрессионного теплового насоса оценивают с помощью коэффициента преобразования  $\mu$ , который представляет собой отношение теплопроизводительности  $Q_H$  к потребляемой мощности  $N_e$ :  $\mu = Q_H / N_e$ . Эффективность абсорбционного теплового насоса также оценивается с помощью коэффициента преобразования, но в этом случае коэффициент преобразования (коэффициент теплоиспользования) выражается частным от деления теплопроизводительности на термическую приводную мощность  $Q_G$ , причем теплопроизводительность складывается из тепловой мощности конденсатора  $Q_K$  и теплового потока  $Q_A$ , выделяющегося при абсорбции:  $\xi_A = (Q_K + Q_A) / Q_G$  [1, 2].

Компрессионные и абсорбционные тепловые насосы работают на различных источниках энергии, поэтому энергетическое сравнение коэффициента преобразования с коэффициентом теплоиспользования возможно только с учетом коэффициента полезного действия устройства для получения энергии. Базой для сравнения служит первичная энергия, необходимая для осуществления рассматриваемых процессов. К первичным энергоносителям относят энергоносители, получаемые в установках, работающих на твердом или ядерном топливе, и не подверженные никаким энергетическим преобразованиям [3].

Под первичной энергией понимается энергия первичных энергоносителей. Коэффициент использования первичной энергии находят как отношение полезной энергии к подведенной первичной энергии. Полезной является энергия, которая поступает в распоряжение потребителя после последнего технического преобразования и используется для технологических нужд. С учетом приведенных определений коэффициент использования первичной энергии может быть найден следующим образом [4, 5].

Для компрессионных тепловых насосов с электрическим приводом:  $\xi_{P,K} = \mu \cdot \eta_K$ . Для абсорбционных тепловых насосов:  $\xi_{P,A} = \mu \cdot \eta_{HK}$ .

Коэффициенты использования первичной энергии компрессионного теплового насоса  $\xi_{P,K}$  и абсорбционного теплового насоса  $\xi_{P,A}$  примерно равны  $\xi_A \approx 0,9$ , если коэффициент преобразования  $\mu$ , коэффициент полезного действия электростанции  $\eta_K = 0,3$ , коэффициент теплоиспользования  $\xi_A = 1,4$  и коэффициент полезного действия отопительного котла  $\eta_{HK} = 0,65$ .

Представляет интерес рассмотреть требуемое значение коэффициента преобразования для достижения общей экономии первичной энергии. Оно зависит от того, какой тип обычной системы отопления сравнивается с тепловым насосом (табл. 1).

В целом на основе энергетической оценки тепловых насосов с помощью коэффициентов преобразования и теплоиспользования можно рассчитать степень использования первичной энергии и, следовательно, дать энергетическую оценку с народнохозяйственных позиций, определить срок окупаемости первичной энергии и получить коэффициенты преобразования, безусловно превышающие минимальные значения [6].

Таблица 1

Традиционный тип отопления	Степень использования первичной энергии $\xi_{P1}$	Минимальный коэффициент преобразования $\xi_{min}$
Электрическое отопление	$\xi_P = \eta_K \cdot \eta_{HK} = 0,3 \cdot 1 = 0,3$	$\xi_P / \eta_K = 0,3 / 0,3 = 1$
Котлоагрегат с нагревом газа	$\xi_P = \eta_G \cdot \eta_{HK} = 0,44 \cdot 0,8 = 0,35$	$\xi_P / \eta_K = 0,35 / 0,3 = 1,16$
Котлоагрегат с угольной топкой	$\xi_P = \eta_{HK} = 0,56$	$\xi_P / \eta_K = 0,56 / 0,3 = 1,86$

Современный котлоагрегат до 10МВт	$\xi_P = \eta_{HK} = 0,65$	$\xi_P/\eta_K = 0,65/0,3 = 2,16$
То же, более 10 МВт	$\xi_P = \eta_{HK} = 0,7$	$\xi_P/\eta_K = 0,7/0,3 = 2,33$

**Список использованной литературы:**

1. Гафуров А.М., Калимуллина Д.Д. Математическая модель низкотемпературного теплового двигателя в составе конденсационной ТЭС. // Инновационная наука. – 2015. – № 12-2 (12). – С. 33-34.
2. Гафуров А.М., Гафуров Н.М. Технико-экономическое обоснование установки по утилизации тепловых отходов для ТЭС. // Инновационная наука. – 2015. – № 11-1 (11). – С. 52-54.
3. Гафуров А.М. Перспективные области применения энергетических установок на низкокипящих рабочих телах. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2015. – №1 (25). – С. 93-98.
4. Гафуров А.М. Потенциал для преобразования низкопотенциальной тепловой энергии в работу теплового двигателя. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. – №3 (23). – С. 19-24.
5. Гафуров А.М. Возможности использования органического цикла Ренкина для утилизации низкопотенциальной теплоты. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. – №2 (21). – С. 20-25.
6. Гафуров А.М. Зарубежный опыт эксплуатации установок на низкокипящих рабочих телах. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. Т. 24. – №4 (24). – С. 26-31.

© Багаутдинов И.З., Кувшинов Н.Е., 2016

УДК 621.577

**И.З. Багаутдинов**

младший научный сотрудник научно-исслед. лаборатории госбюджетных НИР

**Н.Е. Кувшинов**

магистрант 1 курса института теплоэнергетики, кафедры «КУПГ»

Казанский государственный энергетический университет

Г. Казань, Российская Федерация

**ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ****Аннотация**

В статье рассматриваются основные источники теплоты для тепловых насосов.

**Ключевые слова**

Источники теплоты, тепловой насос, окружающая среда

Применение тепловых насосов всегда требует не только затрат энергии на привод, но и дополнительных источников теплоты. Особый интерес представляют источники теплоты для тепловых насосов в тех случаях, когда рассматриваемые источники не могут использоваться обычными способами, т.е. температура которых ниже 45°C. К таким источникам теплоты относятся отработанная теплота и энергия окружающего пространства [1].

Окружающая среда представляет интерес как источник энергии тогда, когда его температурный уровень незначительно отличается от температуры, нужной потребителю, что, например, характерно для воздушного отопления помещений. Здесь в зависимости от времени года требуемая температура воздуха в помещении и источника энергии из окружающей среды обычно отличаются не более чем на 10 – 15°C, а в