

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ

**Рашидов Карим Юсуфович**

<sup>1</sup>с.н.с., Физико-технический институт Академии наук  
Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан  
rashidovkarim78@gmail.com, +99890 984-65-99

**Облабердиев Сарвар Бахромжон ўгли**

<sup>2</sup>Ташкентский государственный технический университет,  
sarvaroblaberdiyev3@gmail.com +99890 979-36-46

**Эргашев Жавохир Юлдашович**

<sup>3</sup>Ташкентский государственный технический университет,  
Javohirergashev211002@gmail.com +99890 831-30-07

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены различные типы тепловых насосов, их достоинства и недостатки, а также применение их в энергетике. Приводится принцип работы теплового насоса, а также типичные зависимости идеального и реального коэффициентов преобразования теплового насоса от температуры конденсатора и испарителя. В зависимости от принципа работы тепловых насосов статье приводятся примеры горизонтальных и вертикальных геотермальных тепловых насосов.

### ABSTRACT

The article discusses various types of heat pumps, their advantages and disadvantages, as well as their application in the energy sector. The principle of operation of the heat pump is given, as well as typical dependences of the ideal and real conversion coefficients of the heat pump on the temperature of the condenser and evaporator. Depending on the principle of operation of heat pumps, the article provides examples of horizontal and vertical geothermal heat pumps.

### АННОТАЦИЯ

Maqolada har xil turdagi issiqlik nasoslari, ularning afzalliklari va kamchiliklari, shuningdek energetika sohasida qo'llanilishi ko'rib chiqilgan. Issiqlik nasosining ishlash prinsipi, shuningdek, issiqlik nasosining ideal va real transformatsiya koeffitsiyentlarining kondensator va bug'latgichning haroratiga bo'lgan bog'liqligi berilgan. Issiqlik nasoslarining ishlash prinsipiga qarab, maqolada gorizontal va vertikal geotermal bo'lgan issiqlik nasoslariga misollar keltirilgan.

**Ключевые слова:** источник тепла, тепловой насос, геотермальная энергия, коэффициент преобразования, низкопотенциальное тепло, испаритель, компрессор, конденсатор.

**Keywords:** heat source, heat pump, geothermal energy, conversion coefficient, low-potential heat, evaporator, compressor, condenser.

**Калит сўзлар:** иссиқлик манбаи, иссиқлик помпаси, геотермик энергия, конверсия коэффициенти, паст потенциалли иссиқлик, буғлатгич, компрессор, конденсатор.

Одним из эффективных путей экономии топливно-энергетических ресурсов является использование экологически чистых нетрадиционных возобновляемых источников энергии, и в первую очередь, солнечной энергии, аккумулированной в грунте, водоемах, воздухе. Однако периодичность действия и низкий температурный потенциал этих источников не позволяют использовать их энергию для отопления зданий непосредственно, без преобразования. В качестве

преобразователей тепловой энергии от энергоносителя с низкой температурой к энергоносителю с более высокой температурой используются тепловые насосы. Тепловой насос представляет собой обращенную холодильную машину и позволяет вырабатывать тепловую энергию, используя низкопотенциальное тепло вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Применение тепловых насосов позволяет экономить до 70% традиционных энергетических ресурсов [1]. В настоящее время отопление и горячее водоснабжение городских объектов осуществляется, как правило, от централизованных систем теплоснабжения. Источником тепловой энергии в таких системах являются городские ТЭЦ, на которых осуществляется комбинированная выработка электроэнергии и тепла, или районные котельные. Преимущества централизованного теплоснабжения широко признаны. С термодинамической точки зрения комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭЦ является гораздо более эффективным, чем раздельное производство электроэнергии на конденсационных тепловых электростанциях и тепла котельными. Вместе с тем применение централизованных систем теплоснабжения имеет свои недостатки и ограничения. Строительство протяженных теплотрасс к удаленным объектам, а также к объектам в районах с малой плотностью застройки, сопряжено со значительными капитальными вложениями и большими тепловыми потерями на трассе. Их эксплуатация впоследствии также требует больших затрат. Теплонасосные системы теплоснабжения представляются одним из наиболее эффективных альтернативных средств решения проблемы. С термодинамической точки зрения схемы теплоснабжения на базе тепловых насосов в большинстве случаев являются даже более эффективными, чем от ТЭЦ и индивидуальных котельных.

В настоящее время в мире работает более 30 млн. тепловых насосов различной мощности – от нескольких кВт до сотен МВт [2]. В США более 30 % жилых зданий оборудованы тепловыми насосами (совмещенные системы отопления и кондиционирования на базе тепловых насосов). В Швеции за последние годы введены в действие более 100 тепловых насосов (мощностью от 5 до 80 МВт). В Японии ежегодно продается 3 млн. тепловых насосов (для сравнения, в США – 1 млн.).

Разработка устройств, использующих нетрадиционные источники энергии такие как: энергию ветра, воды, солнца, геотермальную энергию, а также тепловую энергию, содержащуюся в воде, воздухе и земле, актуальна во всем мире. Одним из таких устройств являются тепловые насосы. Тепловой насос – это машина, которая реализует обратный термодинамический цикл, где в результате чего осуществляется перенос теплоты от менее нагретых тел к более нагретым. Тепловых насосов по принципу их работы можно разделить на:

- 1) сорбционные и
- 2) парокомпрессионные.

В сорбционных тепловых насосах сорбент при помощи термохимических процессов поглощает рабочий агент с выделением теплоты – процесс сорбции.

А затем, с поглощением теплоты из сорбента выделяется рабочий агент – процесс десорбции. Для работы такого теплового насоса необходимо располагать тремя внешними источниками теплоты: греющий источник, источник низкой температуры, для охлаждаемого элемента установки, и окружающая среда. Использование дополнительного источника теплоты делает такой вид насоса более затратным по сравнению с парокомпрессионным [3].

Парокомпрессионные тепловые насосы можно представить в виде системы из трех замкнутых контуров. В первом циркулирует антифриз, который собирает теплоту из окружающей среды, данный контур так же называется внешним. Второй представляет собой цикл теплового насоса, в котором циркулирует хладагент. Он отбирает теплоту внешнего теплоносителя, испаряясь при низкой температуре, и отдает теплоприемнику, конденсируясь при высокой температуре. Третий контур является внутренним контуром, по которому циркулирует теплоприемник, например вода систем теплоснабжения [4].

Принципиальная схема теплового насоса приведена на рис. 1. Суть его работы состоит в следующем. В испарителе теплового насоса тепло невысокого температурного потенциала отбирается от некоего источника низкопотенциального тепла (грунт, сбросное тепло, воздух и т.п.) и передается низкокипящему рабочему телу теплового насоса (фреону). Полученный пар сжимается компрессором. При этом температура пара повышается, и тепло на нужном температурном уровне в конденсаторе передается в систему отопления и горячего водоснабжения. Для того чтобы замкнуть цикл, совершаемый рабочим телом, после конденсатора оно дросселируется до начального давления, охлаждаясь до температуры ниже источника низкопотенциального тепла, и снова подается в испаритель. Таким образом, тепловой насос осуществляет трансформацию тепловой энергии с низкого температурного уровня на более высокий уровень, необходимый потребителю. При этом на привод компрессора затрачивается механическая (электрическая) энергия.

При наличии источника низкопотенциального тепла с более или менее высокой температурой, количество тепла, поставляемого потребителю, в несколько раз превышает затраты энергии на привод компрессора. Отношение полезного тепла к работе, затрачиваемой на привод компрессора, называют коэффициентом преобразования теплового насоса, и в наиболее распространенных теплонасосных системах он достигает 3 и более.

Типичные зависимости идеального и реального коэффициентов преобразования теплового насоса от температуры конденсатора и испарителя приведены на рис. 2. Например, при температуре испарителя на уровне 0 °С и температуре конденсатора на уровне 60 °С коэффициент преобразования реальной установки достигает 3. С увеличением температуры источника низкопотенциального тепла или с уменьшением температуры, необходимой потребителю, коэффициент преобразования возрастает и может достигать 4, 5 и больших значений. Применение тепловых насосов особенно эффективно в случае использования воздушных систем или напольных систем водяного отопления, для которых температура теплоносителя не превышает 35-40 °С. Все более широкое применение в последнее время находят системы отопления с

применением современных теплообменников с высокими коэффициентами теплопередачи и соответственно допускающих использование теплоносителя с пониженными температурами.

В качестве низкопотенциальных источников теплоты могут использоваться:

а) вторичные энергетические ресурсы: теплота вентиляционных выбросов; теплота серых канализационных стоков; сбросная теплота технологических процессов;

б) нетрадиционные возобновляемые источники энергии: теплота окружающего воздуха; теплота грунтовых вод; теплота водоемов и природных водных потоков; теплота солнечной энергии; теплота поверхностных слоев грунта.



**Рис.1. Принцип действия теплового насоса**

В зависимости от источника отбора тепла тепловые насосы подразделяются на: 1) геотермальные (используют тепло земли, наземных либо подземных грунтовых вод); 2) замкнутого типа: а) горизонтальные, где коллектор размещается кольцами или извилисто в горизонтальных траншеях ниже глубины промерзания земли (грунта, обычно от 1200 мм и более). Такой способ является наиболее экономически эффективным для жилых объектов при условии отсутствия дефицита земельной площади под контур (рис.3). В вертикальных коллектор размещается вертикально в скважины глубиной до 200 м. Этот способ применяется в случаях, когда площадь земельного участка не позволяет разместить контур горизонтально или существует угроза повреждения ландшафта (рис.4).



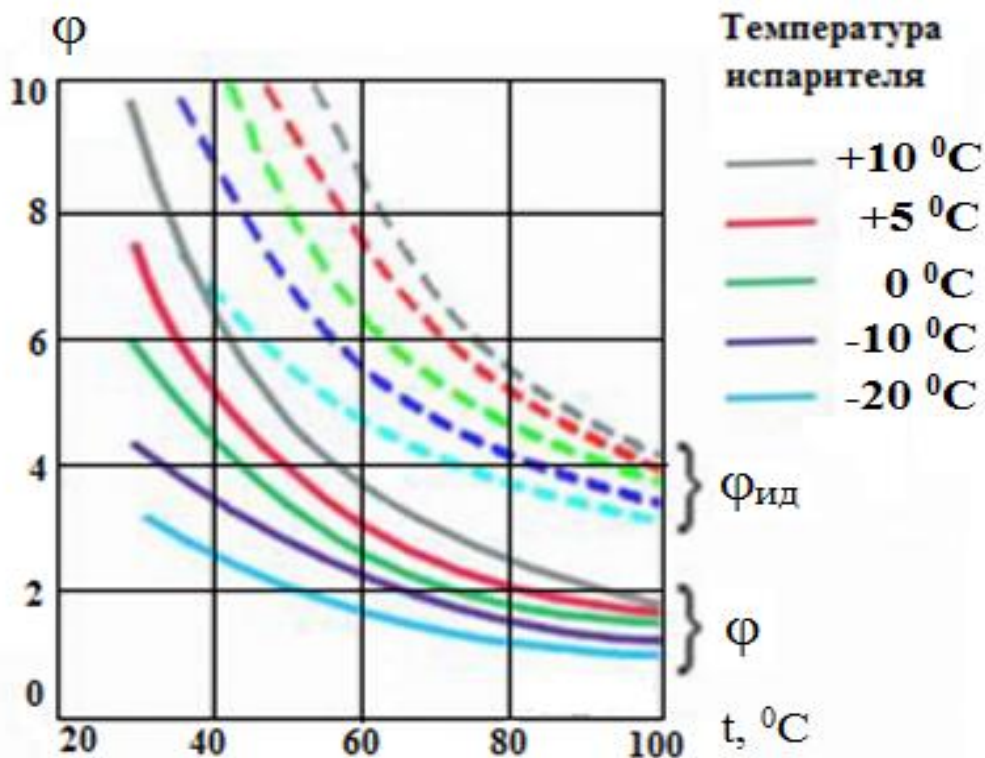


Рис. 2. Идеальный и действительный коэффициент преобразования тепловых насосов с поршневым компрессором



Рис. 3. Схема размещения коллектора для горизонтальных геотермальных тепловых насосов



Рис. 4. Схема размещения коллектора для вертикальных геотермальных тепловых насосов

Преимущества и недостатки тепловых насосов. Главным достоинством тепловых насосов являются их низкие эксплуатационные расходы, т.е. стоимость

произведенного тепла или охлаждения для конечного потребителя является самой низкой по сравнению с другими способами отопления или кондиционирования. Кроме этого, система с тепловым насосом практически безопасна для дома. Следовательно, упрощаются требования к системам вентиляции его помещений и повышается уровень пожарной безопасности. Что также положительно влияет на стоимость установки этих систем. Но есть у них и недостатки, главный из которых является оборотной стороной главного плюса — капитальные затраты на их установку весьма существенны. Также одним из основных недостатков тепловых насосов до недавнего времени была сравнительно низкая температура теплоносителя — не более 60 С°. Но последние разработки дали возможность устранить этот недостаток. Но и цена на такие модели выше, чем на стандартные.

### **ВЫВОДЫ**

1. С точки зрения экономичности сравнивая тепловых насосов между собой по коэффициенту преобразования тепла (коэффициент трансформации тепла, мощности, преобразования температур) мы имеем следующее: коэффициент трансформации тепла показывает отношение получаемого тепла к затраченной энергии, например  $\varphi=3,5$  означает то, что подведя к машине 1кВт, на выходе получают 3,5 кВт тепловой мощности, где в среднем 60-75% потребностей теплоснабжения тепловой насос обеспечивает бесплатно.

2. С точки зрения экологичности агрегат тепловых насосов не сжигает топливо, при этом и не образуются окислы типа CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PbO<sub>2</sub>. А применяемые в тепловых насосах фреоны не содержат хлоруглеродов и озонобезопасны.

3. С точки зрения универсальности тепловые насосы обладают свойством обратимости (реверсивности). Они могут брать тепло из воздуха дома, охлаждая его. Летнее время года избыточная энергия может отводиться на подогрев бассейна.

4. Агрегаты тепловых насосов практически взрыво- пожаробезопасны, так как нет топлива, нет открытого огня, опасных газов или смесей, и ни одна деталь не нагревается до температур способных вызвать воспламенения горючих материалов, а также остановки агрегата не приводят к поломкам или к замерзанию жидкостей.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Закиров Д.Г. «Энергосбережение». Пермь: Книга, 2000.
2. Закиров Д.Г., Будущее - за теплонасосными технологиями // Журнал «Новости теплоснабжения» №8, 2006 г.
3. Амерханов Р.А. Тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат 2005. — 160 с.
4. Шеремет Е.О. Применение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения в целях повышения экономичности энергоэффективности тепловых сетей / Е.О. Шеремет, А. С. Семиненко // Современные наукоемкие технологии. – 2013 г. № 8 – с. 54-57.