

К вопросу целесообразности использования тепловых насосов

05, май 2015

Школа В. В.^{1,*}

УДК: 536.7

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

*senior.shckola@yandex.ru

Из термодинамики известно, что тепловые машины, используемые человечеством, подразделяются на следующие типы.

1). Тепловые двигатели, задачей которых является преобразование теплоты какого либо источника в работу. Термодинамический цикл, реализуемый тепловым двигателем, называется прямым термодинамическим циклом. В координатах давление P – объем V такой цикл в самом общем виде представлен на рис. 1.

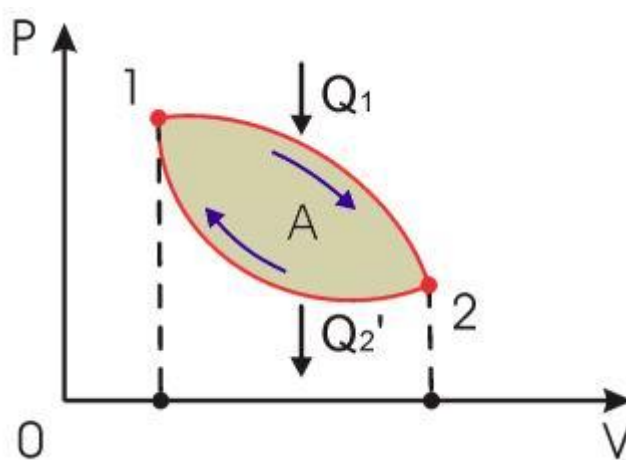


Рис. 1. Цикл теплового двигателя

Процессы, составляющие прямой термодинамический цикл, осуществляются по часовой стрелке, а площадь внутри кривой цикла представляет собой полезную работу цикла. Эффективность преобразования теплоты, подведенной в цикл, в работу оценивается термическим коэффициентом полезного действия – отношением полезной работы цикла к подведенной в цикл теплоте:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} ,$$

где A - полезная работа цикла; Q_1 - подведенное в цикл количество теплоты, Q_2 - отведенное из цикла количество теплоты.

Термический коэффициент полезного действия всегда меньше единицы, а его величина зависит от конкретных процессов, из которых состоит цикл.

2). Холодильные машины. Их задачей является передача теплоты от менее нагретого тела к более нагретому телу при затрате работы. Термодинамический цикл, реализуемый холодильной машиной, называется обратным термодинамическим циклом. В координатах давление P – объем V такой цикл в самом общем виде показан на рис. 2.

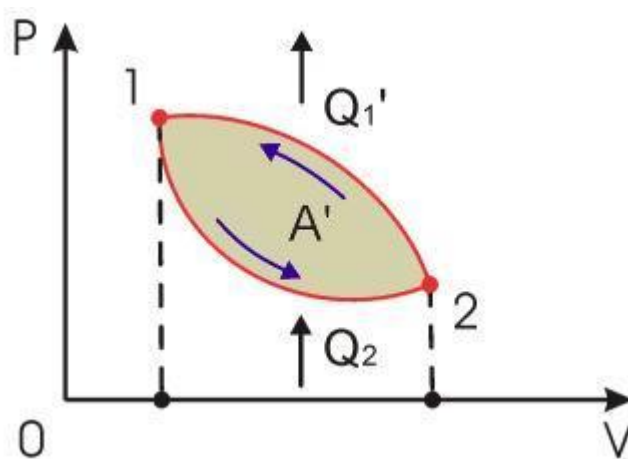


Рис. 2. Цикл холодильной машины

Процессы, составляющие обратный термодинамический цикл, осуществляются против часовой стрелки, а площадь внутри кривой цикла представляет собой затраченную работу цикла. Эффективность работы холодильной машины оценивается термическим холодильным коэффициентом – отношением подведенной в цикл от охлаждаемого объекта теплоты к работе цикла:

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{A},$$

где A - затраченная работа цикла; Q_1 - отведенное из цикла количество теплоты; Q_2 - подведенное в цикл количество теплоты.

Численное значение термического холодильного коэффициента зависит от термодинамических процессов, из которых состоит цикл. Оно может быть меньше единицы, больше единицы и равно единице. Осуществляя обратный термодинамический цикл, холодильная машина может работать и в режиме, когда полезной является теплота, отводимая из цикла и подводимая к нагреваемому телу. В таком случае тепловая машина называется тепловым насосом. Эффективность осуществления обратного термодинамического цикла в данных условиях оценивается отопительным коэффициентом - отношением теплоты, подведенной к нагреваемому объекту, к затраченной работе:

$$\varphi = \frac{Q_1}{A}$$

где A' - затраченная работа цикла; Q_1 - отведенное из цикла количество теплоты; Q_2 - подведенное в цикл количество теплоты.

Величина отопительного коэффициента всегда больше единицы, а его численное значение определяется процессами, составляющими данный цикл. Очевидно, что чем больше отопительный коэффициент, тем экономичнее эксплуатация теплового насоса. Особенно актуальным становится вопрос снижения расходов на отопление в последние годы в связи с быстрым ростом тарифов на газ и электроэнергию.

В различных странах мира отопительные системы с тепловыми насосами достаточно широко используются. Например, в Японии примерно 3 миллиона установок, а в Швеции более 500 тысяч.

Целью статьи является сравнение затрат на приобретение, монтаж и эксплуатацию газовой системы отопления и системы отопления с тепловым насосом и показать, что последние также следует широко внедрять в России.

Выпускаемые в настоящее время различными фирмами тепловые насосы по данным компании «Теплосоюз» имеют максимальное значение отопительного коэффициента примерно 5. При такой величине отопительного коэффициента ежемесячные платежи за потребленную электроэнергию тепловым насосом будут примерно в 5 раз меньше, чем платежи при использовании обычного электронагревателя аналогичной тепловой мощности, как и тепловой насос. Таким образом, при длительном использовании тепловой насос экономически существенно выгоднее обычного электронагревателя, хотя первоначальные затраты на приобретение и его монтаж достаточно большие. Кроме того, по данным компании «Гео-тепло» ежемесячные платежи при газовом отоплении и отоплении при помощи теплового насоса примерно равны, а подключение газа в случае, если труба с низким давлением расположена достаточно близко (порядка 30-50 метров), оценивается различными компаниями в Подмосковье в 750 -900 тысяч рублей. К этому следует прибавить расходы на сооружение специального дымохода, системы отопления, приобретение газового котла. Важным является также то, что к помещению, в котором устанавливается газовый котел, предъявляются особые требования из-за взрывоопасности и пожароопасности при использовании газа. Минимальные сроки выполнения всех работ вместе с разработкой проекта и его согласования со многими инстанциями занимают обычно не менее 2 – 3 месяцев.

Одна из возможных принципиальных схем системы отопления при помощи теплового насоса изображена на рис. 3.

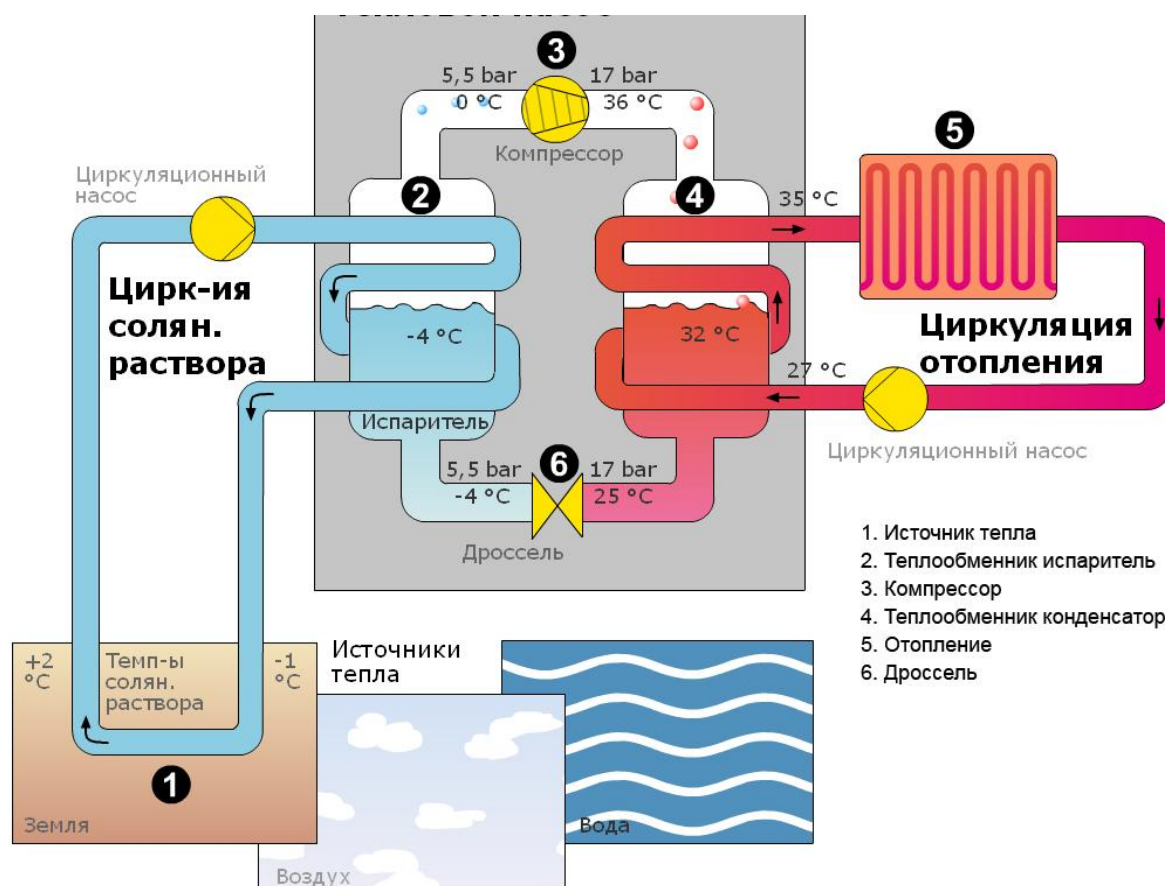


Рис. 3. Схема системы отопления при помощи теплового насоса

Анализ предложений различных фирм по покупке и установке «под ключ» тепловых насосов показывает, что расходы будут на 200-250 тысяч рублей меньше. Весьма важными являются и другие достоинства отопительной системы с тепловым насосом: короткие сроки монтажа (две-три недели), установить можно практически в любом помещении, практически не требует обслуживания, пожаробезопасен и экологичен.

Расходы на ежемесячные платежи при отоплении с помощью теплового насоса можно снизить путем применения в схеме отопления аккумулятора теплоты. Запасание теплоты при этом следует производить в ночное время с 23 часов до 7 часов утра, используя трехтарифный электросчетчик. В настоящее время тарифы на электроэнергию в Московской области следующие: а) одностарифный для городского населения 4,18 руб./кВт.час, для сельского 2,93 руб./кВт.час.; б) ночной тариф в указанное время для городского населения 1,63 руб./кВт.час, для сельского 1,14 руб./кВт.час.

Представляется также важным и другой аспект использования тепловых насосов. Они могут применяться не только в отопительных системах, но и системах для одновременной выработки теплоты и «холода». Примерами может служить применение тепловых насосов при одновременном использовании теплоты и «холода» в пищевой промышленности при пастеризации жидкостей с последующим их охлаждением, реализации процессов созревания сыров, приготовлении горячей воды и так далее.

Список литературы

1. Александров А.А., Архаров А.М., Архаров И.А., Афанасьев В.Н., Бондаренко В.Л., Борисов Б.П., Жердев А.А. Теплотехника: учебник для ВУЗов по направлению "Энергомашиностроение". / общ. ред. А.М. Архаров, В.Н. Афанасьев. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. 792 с.
2. Группа компаний «Теплосоюз». / Теплосоюз. Возобновляемые источники энергии. Режим доступа: <http://www.teplounion.com/> (дата обращения 18.09.2014).
3. Компания «Гео-тепло». Режим доступа: <http://drillwell.ru/> (дата обращения 18.09.2014).