

Министерство образования Республики Беларусь
УО «Полоцкий государственный университет»

Кафедра ХТТ и УМ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

По дисциплине «Основы энергосбережения»

Название вопроса: Расчет теплового насоса

Студента очного отделения инженерно-технологического факультета
Группы 10-ХТ
Курс 4

Рецензент доц. к.т.н. Васюков А.В.

Подпись рецензента _____

Отметка о зачете _____

Дата приема _____

Новополоцк 2014 г.

Содержание

1. Тепловой насос. Определение	3
2. История создания теплового насоса	4
3. Достоинства и недостатки теплового насоса.....	5
4. Принцип работы теплового насоса. Цикл Карно	7
5. Подбор теплового насоса.....	9
Список литературы.....	11

1. Тепловой насос. Определение

Тепловой насос — устройство для переноса тепловой энергии от источника с более низкой температурой к источнику с более высокой температурой.

Фактически это холодильник с источником более низкой температуры во внешней среде или кондиционер, работающий на нагрев.

Тепловой насос использует тепло, рассеянное в окружающей среде: в земле, воде, воздухе (низко-потенциальное тепло.) Затратив 1 кВт электроэнергии в приводе насоса, можно получить 3-4 и более кВт тепловой энергии.

Термодинамически тепловой насос аналогичен холодильной машине. Однако если в холодильной машине основной целью является производство холода путём отбора теплоты из какого-либо объёма 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.

2. История создания теплового насоса

Концепция тепловых насосов была разработана ещё в 1852 году выдающимся британским физиком и инженером Уильямом Томпсоном (Лордом Кельвином) и в дальнейшем усовершенствована и детализирована австрийским инженером Петером Риттер фон Риттингером. Петера Риттера фон Риттингера считают изобретателем теплового насоса, ведь именно он спроектировал и установил первый известный тепловой насос в 1855 году. Но практическое применение тепловой насос приобрел значительно позже, а точнее в 40-х годах XX столетия, когда изобретатель-энтузиаст Роберт Вебер (Robert C. Webber) экспериментировал с морозильной камерой. Однажды Вебер случайно прикоснулся к горячей трубе на выходе камеры и понял, что тепло просто выбрасывается наружу. Изобретатель задумался над тем, как использовать это тепло, и решил поместить трубу в бойлер для нагрева воды. В результате Вебер обеспечил свою семью таким количеством горячей воды, которое они физически не могли использовать, при этом часть тепла от нагретой воды попадала в воздух. Это подтолкнуло его к мысли, что от одного источника тепла можно нагревать и воду, и воздух одновременно, поэтому Вебер усовершенствовал своё изобретение и начал прогонять горячую воду по спирали (через змеевик) и с помощью небольшого вентилятора распространять тепло по дому с целью его отопления. Со временем именно у Вебера появилась идея «выкачивать» тепло из земли, где температура не слишком изменялась в течение года. Он поместил в грунт медные трубы, по которым циркулировал фреон, который «собирал» тепло земли. Газ конденсировался, отдавал своё тепло в доме, и снова проходил через змеевик, чтобы подобрать следующую порцию тепла. Воздух приводился в движение с помощью вентилятора и распространялся по дому. В следующем году Вебер продал свою старую угольную печь.

В 1940-х годах тепловой насос был известен благодаря своей чрезвычайной эффективности, но реальная потребность в нём возникла в период Арабского нефтяного эмбарго в 1970-х годах, когда, несмотря на низкие цены на энергоносители, появился интерес к энергосбережению.

3. Достоинства и недостатки теплового насоса

Достоинства тепловых насосов:

1. Энергоэффективность. Тепловой насос использует электрическую энергию на много эффективнее любых котлов, которые сжигают топливо. Коэффициент эффективности тепловых насосов намного больше единицы. Между собой тепловые насосы сравнивают по условной величине - коэффициенту преобразования тепла (КПТ), также это понятие называется коэффициентом трансформации тепла, мощности, преобразования температур. Он показывает отношение получаемого тепла к затраченной энергии. К примеру, КПТ = 4,5 означает, что номинальная (потребляемая) мощность теплового насоса составляет 1 кВт, на выходе мы получим 4,5 кВт тепловой мощности, то есть 3,5 кВт тепла мы получаем из природы;

2. Экономичность. Эксплуатационные затраты по получению тепловой энергии посредством тепловых насосов в 2 – 5 раз ниже, в сравнении с традиционными теплоэнергетическими системами, работающими на различных видах органического топлива;

3. Экологичность. Тепловой насос не только экономит деньги, но и бережет здоровье хозяевам дома и их детям. Прибор не сжигает топливо, значит, не образуются вредные окислы типа CO, CO₂, NO_x, SO₂, PbO₂. Да и для нашей планеты применение тепловых насосов несомненно благо. Ведь на ТЭЦ сокращается расход газа или угля на производство электричества.

4. Универсальность. Тепловые насосы, оборудованные реверсивным клапаном, работают как на отопление, так и на охлаждение. Тепловой насос может отбирать тепло из воздуха дома, охлаждая его. Летом избыточное тепло можно использовать для подогрева бытовой воды или для бассейна;

5. Длительный срок эксплуатации. Теплонасосная система исключительно долговечна. Срок службы – 20 -25 лет;

6. Безопасность. Нет процедуры сжигания топлива.

Недостатки теплового насоса:

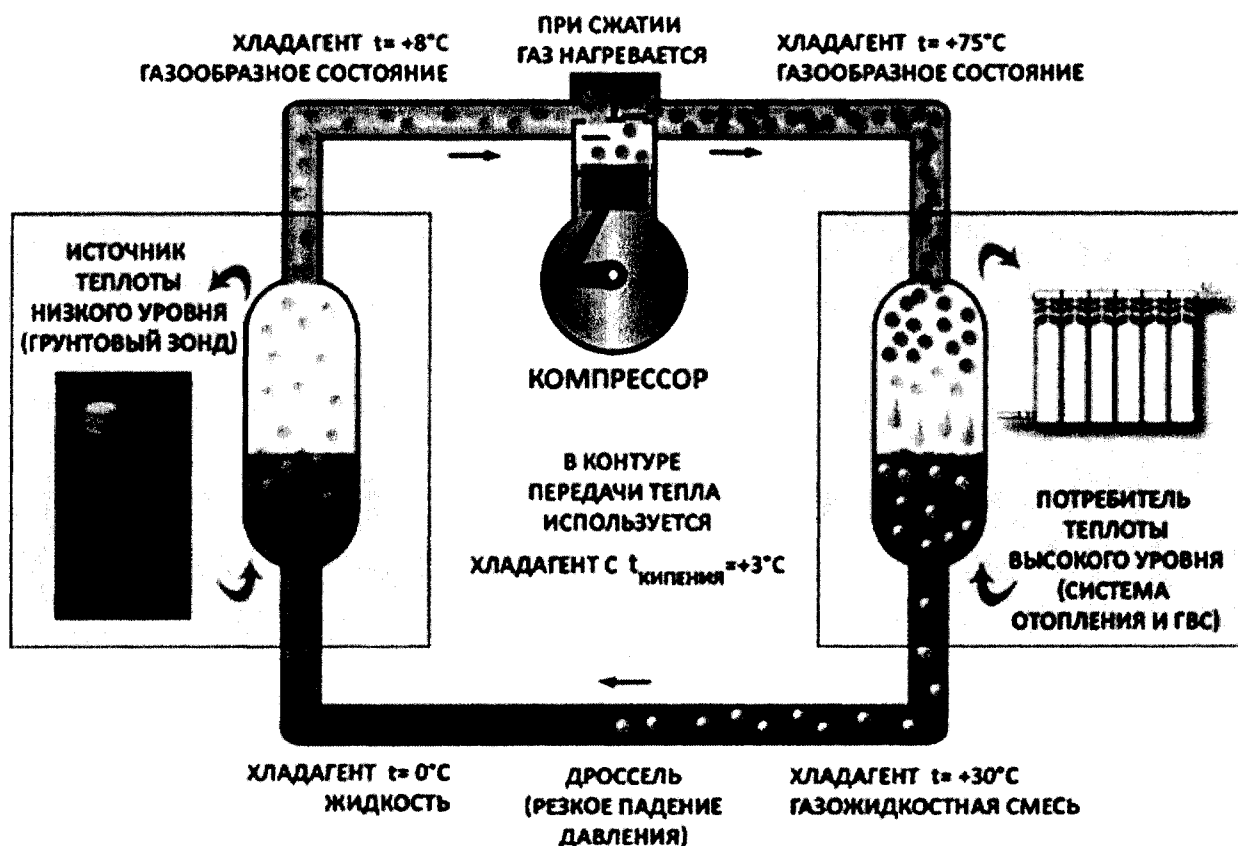
1. Основным недостатком теплового насоса является обратная зависимость его эффективности от перепада температур между источником теплоты и потребителем. Значения эффективности современных тепловых насосов составляют порядка COP=2.0 при температуре источника -20°C, и порядка COP=4.0 при температуре источника +7°C. Это приводит к тому, что для обеспечения заданного температурного режима потребителя при низких температурах воздуха необходимо использовать оборудование со значительной избыточной мощностью, что сопряжено с нерациональным использованием капиталовложений (впрочем, это касается и любых других источников тепловой энергии). Решением этой проблемы является применение так называемой бивалентной схемы отопления, при которой основную (базовую) нагрузку несет тепловой насос, а пиковые нагрузки покрываются вспомогательным источником (газовый или электродкотел). Оптимальная мощность теплонасосной установки составляет 60...70 % от необходимой установленной мощности, что также влияет на закупочную стоимость установки

отопления тепловым насосом. В этом случае тепловой насос обеспечивает не менее 95 % потребности потребителя в тепловой энергии за весь отопительный сезон.

2. Высокая стоимость. Огромное «НО» заключено в конкретных тарифах на электричество и газ. В действительности приходится учитывать накладные расходы по передаче, преобразованию и распределению электроэнергии (то есть услуги электрических сетей). В результате отпускная цена электричества в 3—5 раз превышает его себестоимость, что приводит к финансовой неэффективности использования тепловых насосов по сравнению с газовыми котлами при доступном природном газе. Однако, недоступность углеводородных ресурсов во многих районах приводит к необходимости выбора между обычным преобразованием электрической энергии в тепловую и с помощью теплового насоса, который в данной ситуации имеет свои преимущества.

4. Принцип работы теплового насоса. Цикл Карно

Принцип действия теплового насоса основан на цикле Карно, хорошо известном из курса школьной физики:



Основными составляющими деталями внутреннего контура тепловых насосов являются:

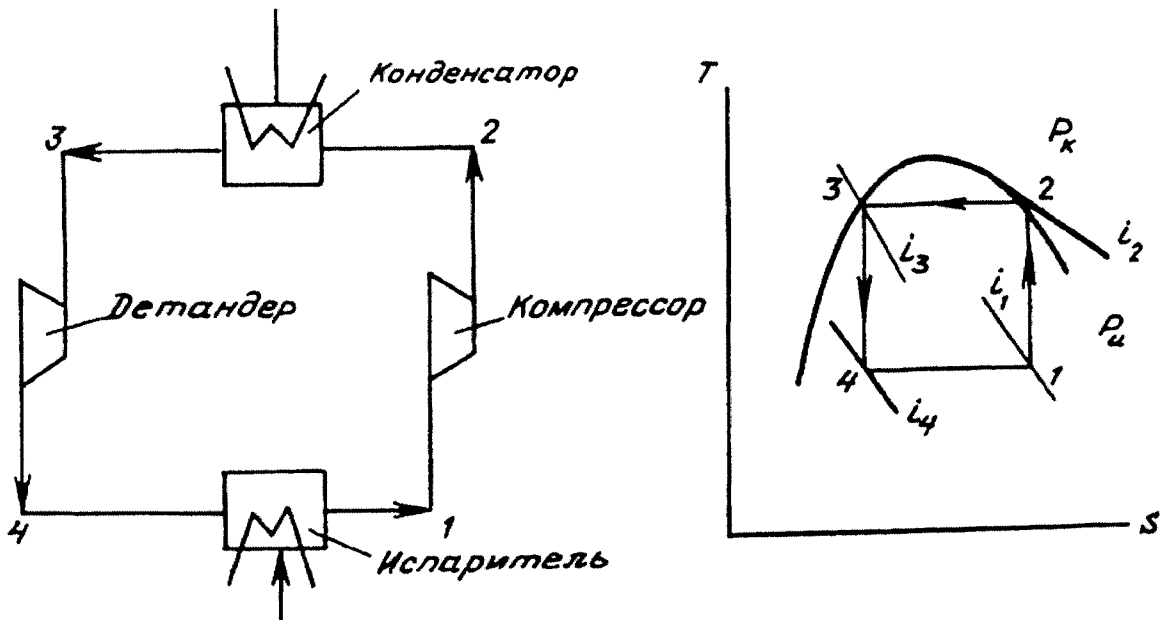
1. Конденсатор;
2. Капилляр;
3. Испаритель;
4. Компрессор, получающий энергию от электрической сети.

Кроме того, во внутреннем контуре имеются:

- Терморегулятор, являющийся управляющим устройством;
- Хладагент-циркулирующий в системе газ с определенными физическими характеристиками.

Хладагент под давлением через капиллярное отверстие поступает в испаритель, где за счет резкого уменьшения давления происходит испарение. При этом хладагент отнимает тепло у внутренних стенок испарителя, а испаритель в свою очередь отнимает тепло у земляного контура, за счет чего происходит его постоянное охлаждение. Компрессор засасывает из испарителя хладагент, сжимает его, за счет чего температура хладагента повышается и выталкивает в конденсатор. Кроме того, в конденсаторе, нагретый в результате сжатия хладагент отдает полученное тепло в отопительный контур

и окончательно переходит в жидкое состояние. Процесс повторяется вновь. При достижении необходимой температуры терморегулятор размыкает электрическую цепь и компрессор останавливается. При понижении температуры в отопительном контуре терморегулятор вновь включает компрессор. Хладагент в тепловых насосах совершает обратный цикл Карно.



Обратный цикл Карно состоит из следующих стадий:

- *Адиабатическое (изоэнтропическое) сжатие(1-2).* Рабочее тело сжимается без теплообмена с окружающей средой. При этом его температура увеличивается.
- *Изотермическое сжатие (2-3).* Рабочее тело, имеющее к тому времени температуру T_x , приводится в контакт с холодильником (конденсатором) и начинает изотермически сжиматься, отдавая холодильнику количество теплоты Q_x .
- *Адиабатическое (изоэнтропическое) расширение(3-4)* . Рабочее тело расширяться без теплообмена с окружающей средой. При этом его температура уменьшается.
- *Изотермическое расширение.* (4-1) Тело приводится в контакт с нагревателем, который изотермически (при постоянной температуре) передает ему количество теплоты Q_n . При этом объём рабочего тела увеличивается.

Таким образом, работа теплового насоса схожа с работой холодильника. Тепловой насос перекачивает низкопотенциальную энергию грунта, воды или даже воздуха в относительно высокопотенциальное тепло для отопления объекта. Примерно 2/3 отопительной энергии можно получить бесплатно из природы, и только 1/3 энергии необходимо затратить для работы самого насоса. Иными словами, владелец теплового насоса экономит 70% средств, которые, при отоплении своего дома, магазина, цеха и т.п. традиционным способом, он бы тратил на дизтопливо или электроэнергию.

5. Подбор теплового насоса

Для подбора теплового насоса необходимо знать теплотребность здания и на основе этих данных выбирается тепловой насос по принципу «ближайший больший».

Необходимая теплопроизводительность определяется по формуле:

$$Q_0 = Q_{\text{потери}} \cdot S_{\text{здания}}$$

Решение.

Необходимая теплопроизводительность для средне изолированной квартиры площадью 56 м² составляет:

$$Q_0 = 80 \cdot 56 = 4,480 \text{ кВт.}$$

Расчет горизонтального коллектора теплового насоса:

Длина трубопровода рассчитывается по формуле:

$$L = Q_0/q,$$

,где q – теплосъем с 1 м трубы диаметр 25 мм (Влажная глина).

Тогда для отопления квартиры длина трубопровода, расположенного в глинистой почве, составит:

$$L = 4480/25 = 179,2 \text{ м.}$$

Площадь участка (м²) рассчитывается по формуле:

$$A = L \cdot da,$$

,где da – расстояние между трубами, м (минимум 0,7–0,8 м)

Тогда необходимая площадь участка для размещения теплового насоса составит:

$$A = 179,2 \cdot 0,8 = 143,4 \text{ м}^2.$$

Технические данные	Ед.	TM 60-1	TM 75-1	TM 90-1	TM 110-1
Мощность отопления 0/35 ¹⁾	кВт	5,9 (14,9)	7,3 (16,3)	9,1 (18,1)	10,9 (19,9)
Мощность отопления 0/50 ¹⁾		5,5 (14,5)	7,0 (16,0)	8,4 (17,4)	10,1 (19,1)
Коэффициент мощности (COP) ^{2)/3)}		4,5/4,0	4,6/4,1	4,6/4,1	5,0/4,6
Коэффициент мощности (COP) ^{2)/3)}		3,2/2,9	3,3/3,0	3,2/3,0	3,5/3,2
Рассол (холодоноситель)					
Номинальный проток	л/сек	0,33	0,41	0,50	0,62
Макс. давление	бар	4,0			
Объем рассола (в тепловом насосе)	л	6,0			
Подключение (Cu)	мм	28			
Отопление					
Номинальный проток (Δt = 7K)	л/сек	0,20	0,25	0,31	0,37
Мин./макс. температура подачи	°C	20/65			
Макс. рабочее давление	бар	3,0			
Резервуар воды отопления бака горячей воды	л	40			
Подключение (Cu)	мм	22			
Горячая вода					
Макс. температура без/с электронагревателем	°C	58/65			
Макс. проток горячей воды ⁴⁾	л/мин	12,0			
Мин./макс. рабочее давление	бар	2/10			
Полезная емкость бака	л	185			
Подключение (нержавеющая сталь)	мм	22			
Компрессор					

Тип	Mitsubishi Scroll				
Хладагент	R407c				
Мощность компрессора 0/35	кВт	1,3	1,6	2,0	2,3
Дополнительный электронагреватель					
Мощность (3 степени регулировки)	кВт	3/6/9			
Электроподключение					
Номинальное напряжение	В	400 (3 x 230)			
Частота	Гц	50			
Рекомендуемый предохранитель, с допол. электронагревателем 6/9 кВт	А	16/20	16/20	20/25	20/25
Прочие параметры					
Уровень шума ⁵⁾	дБ(А)	31	34	36	35
Температура эксплуатации	°С	0... +45			
Размеры (высота x ширина x глубина)	мм	600 x 640 x 1800			
Вес	кг	213	217	229	263

1) в скобках указана макс. мощность отопления с дополнительным электронагревателем 9 кВт

Выбираем тепловой насос фирмы BOSCH модель TM 60-1 мощностью 5,9 кВт.

Список литературы

1. Васильев Г.П. теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев земли (монография). Издательский дом “Граница” . М., “Красная Звезда”– 2006. – 220с.
2. Васильев Г.П., Хрустачев Л.В., Розин А.Г., Абуев И.М., и др. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии // Москомархитектура, ГУП “НИАЦ” , 2001 – 66с.
3. Тепловые насосы земля-вода [Урбитерм]. – Режим доступа:<http://www.urbiterm.by/?id=teplovyе-nasosy-junkers-tm>
4. Тепловой насос [Википедия]. – Режим доступа:
http://ru.wikipedia.org/wiki/Тепловой_Насос
5. Расчет теплового насоса [Рада]. – Режим доступа:
http://radaspb.ru/articles/kak_pravil_no_vybrat_teplovoj_nasos/
6. Выбор теплового насоса [TopClimat]. – Режим доступа:
<http://www.topclimat.ru/publications/33.html>