



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Cooperation Office in the Kyrgyz Republic  
Кыргыз Республикасындагы Кызматташтык Бюро  
Швейцарское Бюро по сотрудничеству в Кыргызской Республике



European Bank  
for Reconstruction and Development



ЦРВИЭЭ



Empowered lives.  
Resilient nations

Проект ПРООН-ГЭФ «Развитие малых ГЭС»  
Проект ПРООН-ГЭФ «Повышение энергоэффективности в зданиях»  
Программа БАС ЕБРР

# Введение в тепловые насосы

ЦЕЛИ РАЗВИТИЯ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ ООН:

Цель 1: Искоренение крайней нищеты и голода

Цель 7: Обеспечение экологической устойчивости

УДК 621.51/54  
ББК 31.38  
К 43

Кириллов В.В.

К 43 Введение в тепловые насосы. — Б.: «Алтын Принт», 2012. — 40 с.

ISBN 978-9967-08-364-6

Данная вводная информационная брошюра подготовлена в рамках проекта ЦРВИЭЭ «Повышение потенциала местных консультантов по возобновляемым источникам энергии и энергоэффективности» при финансовой поддержке БАС ЕБРР (<http://www.basp.biz/>), проектов ПРООН «Развитие малых ГЭС» (<http://www.greenenergy.kg>) и «Повышение энергоэффективности в зданиях» (<http://kg.beeca.net>).

В брошюре приводятся минимальные сведения, необходимые для получения представления о принципе работы и принятия обоснованного решения о выгодности внедрения тепловых насосов в Кыргызской Республике.

Руководство адресовано широкому кругу читателей: руководителям, сотрудникам НИИ и государственных учреждений, студентам учебных заведений, предпринимателям в области сельского хозяйства и фермерам.

К 2210010000-12

УДК 621.51/54

ISBN 978-9967-08-364-6

ББК 31.38

© ЦРВИЭЭ 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
Технические подробности работы тепловых насосов .....	5
Обзор технологии.....	7
Выгоды применения технологии.....	12
Описание и схема производства энергии и побочных продуктов. ....	14
Типы установок, оборудования. ....	17
Производительность типов установок и оборудования.....	19
Внешний контур.....	20
Тепловые насосы типа «воздух-вода».....	25
Тепловые насосы в комбинированной системе отопления и ГВС.....	26
Сравнительные характеристики ТН с другими источниками тепла. ....	28
Цены на тепловые системы .....	30
Примеры тепловых систем в КР .....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Идея теплового насоса высказана полтора века назад британским физиком Уильямом Томсоном. Это придуманное им устройство он назвал «умножителем тепла». Тепловой насос — это «холодильник наоборот». Парадоксальная, на первый взгляд, связь между «производством тепла» и холодильной машиной состоит в том, что принцип работы тепловых насосов и обычных холодильников одинаков и основан на двух хорошо знакомых всем физических явлениях.

Первое: **когда вещество испаряется, оно поглощает тепло, а когда конденсируется, отдает его.** Этой закономерностью объясняется эффект охлаждения жидкости в бутылке, обернутой мокрой тряпкой (испаряющаяся вода отбирает часть тепла), а также более высокая поражающая способность ожога паром (температура кипящей жидкости и пара одинакова, но энергия пара больше, поэтому такой ожог опаснее).

Второе: **когда давление меняется, меняется температура испарения и конденсации вещества — чем выше давление, тем выше температура, и наоборот.** По этой причине в кастрюле-«скороварке» пища готовится быстрее, чем обычно (давление в ней повышается, а вслед за этим повышается и температура кипящей воды).

Зато в горах, где атмосферное давление ниже, чтобы сварить пищу, требуется больше времени (на высоте 3000 м вода кипит при 90°C, и сварить в этом кипятке, например, куриное яйцо вкрутую вообще невозможно, так как белок при температуре ниже 100°C не сворачивается).

Большинство населения пока не знакомо с понятием “тепловой насос”, но постоянно используют тепловые насосы в обычных холодильниках и кондиционерах.

Холодильники и кондиционеры стали настолько надежными, удобными и привычными, что мы перестали обращать внимание на их работу.

Таким же привычным является отопление зданий геотермальными тепловыми насосами, например для жителей Евросоюза. Геотермальный тепловой насос по принципу работы похож на обычный кондиционер реверсивного типа (отопление и охлаждение). В отличие от кондиционеров, геотермальный тепловой насос адапти-

рован для работы при любых погодных условиях и минусовых температурах.

Главная проблема кондиционеров - уменьшение производительности и остановка кондиционеров при минусовых температурах, когда отопление наиболее важно. Эта проблема решена в геотермальных тепловых насосах.

Тепловой насос следует рассматривать как любое другое отопительное устройство, которое используется для производства тепла, и в отношении которого действуют все законы, касающиеся энергии.

Как и у каждого способа отопления, у теплового насоса есть свои особенности, сильные и слабые стороны. Теплотехнические расчёты у всех способов получения тепла одинаковы. Правила термодинамики действуют как при дровяном печном отоплении, так и при управляемой через Интернет геотермальной климатической установке.

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ**

Принцип работы основного элемента теплового насоса – фреонового компрессора отображен в цикле Карно, опубликованном в 1824 г. Практическую теплонасосную систему предложил лорд Кельвин в 1852 г. под названием „умножитель тепла”.

В соответствии с изображенным принципом действия (рис.1.), тепловой насос берет тепловую энергию из одного места, «сжимает» ее, и отдает в другое место. Например, в обычном холодильнике тепло отбирается морозильной камерой из продуктов и выбрасывается в кухню, при этом задняя стенка холодильника нагревается. Принцип действия геотермального теплового насоса основан на сборе тепла из почвы или воды, и передаче в систему отопления здания. Для сбора тепла незамерзающая жидкость течет по трубе, расположенной в почве или водоеме возле здания, к теплому насосу.

## Принципиальная схема теплового насоса

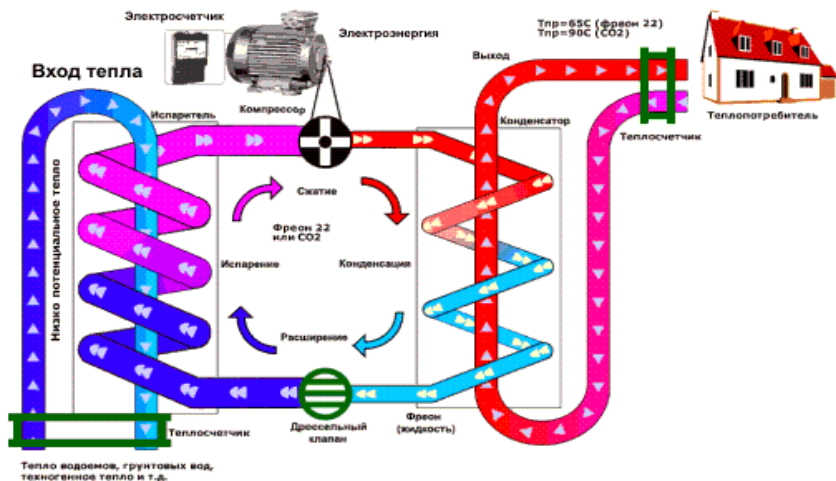


Рис.1. Схема работы теплового насоса.

В качестве рабочего вещества в холодильниках используется газ фреон. Использование газа (а не жидкости) обусловлено другим физическим принципом, используемым в работе холодильника: **при увеличении давления температура вещества повышается, а при снижении - понижается**. А жидкости, как известно, очень плохо поддаются сжатию.

Сам по себе, фреон ничего не охлаждает и не нагревает. Однако достаточно нагреть его до температуры кипения (а это около 3 °С, что значительно ниже комнатной температуры) и затем сжать, чтобы температура полученного газа возросла многократно. ❌

**Нагревание фреона как раз производится теплом продуктов, находящихся в морозильной камере.** Если же, затем, снизить давление, то его температура будет резко падать, а газ перейдет в жидкое состояние. Повторяя этот процесс, мы получаем возможность замораживать продукты.

А теперь представьте себе холодильник, морозильную камеру которого “закопали” в землю, а радиатор как **отопительный агрегат** внесли в дом. Включив подобное устройство, мы начнем **отбирать тепло не у продуктов, а у земли**.

Таким образом мы получим практически неограниченный источник, «охлаждая» т.е. отбирая тепло у которого, мы можем отапливать свой дом и пользоваться горячей водой.

Тепловой насос, подобно холодильнику, охлаждает жидкость (отбирает тепло), при этом жидкость охлаждается, приблизительно на  $5^{\circ}\text{C}$ . Жидкость снова течет по трубе в наружном грунте или воде, восстанавливает свою температуру, и снова поступает к тепловому насосу.

Отобранное тепловым насосом тепло передается системе отопления и/или на подогрев горячей воды. Возможно отбирать тепло у подземной воды - подземная вода с температурой около  $10^{\circ}\text{C}$  подается из скважины к тепловому насосу, который охлаждает воду до  $+1...+2^{\circ}\text{C}$ , и возвращает воду под землю. Тепловая энергия есть у любого предмета с температурой выше минус двести семьдесят три градуса Цельсия - так называемый "абсолютный нуль". То есть тепловой насос может отобрать тепло у любого предмета - земли, водоема, льда, скалы и т.д. Если же здание, например, летом, нужно охлаждать (кондиционировать), то происходит обратный процесс - тепло забирается из здания и сбрасывается в землю, водоем и т.д.

## ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ

Сам же тепловой насос представляет собой устройство, внутри которого происходит преобразование температуры от  $+8^{\circ}\text{C}$  до  $+75^{\circ}\text{C}$  (рис.2).

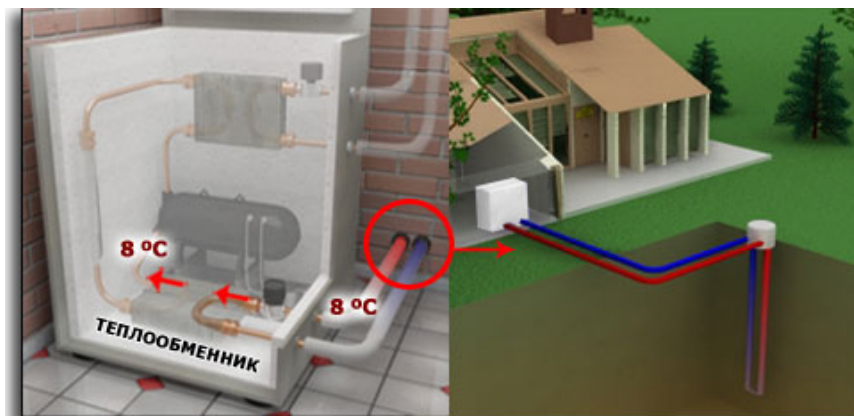


Рис.2. Общее устройство теплового насоса

### **Тепловой насос состоит из:**

- теплообменника передачи тепла земли внутреннему контуру (рис.2);
- компрессора (рис. 3);
- теплообменника передачи тепла внутреннего контура **системе отопления**(рис.4);
- дроссельного устройства для понижения давления (рис. 5 а);
- рассольного контура и **земляного зонда** (рис.5 б).

### **Контур отопления и ГВС.**

Первичный контур– полиэтиленовая труба U-образной формы, погруженная в скважину. По трубе циркулирует незамерзающая жидкость. В результате циркуляции ко второму контуру **теплого насоса** поступает жидкость с температурой  $+8^{\circ}\text{C}$  (температура земли) рис.2.

Жидкость передает свою температуру ( $+8^{\circ}\text{C}$ ) второму контуру. Во втором контуре циркулирует фреон. Отличительная особенность фреона состоит в том, что при температуре выше  $3^{\circ}\text{C}$  он из жидкого состояния переходит в газообразное (рис.2).

Жидкий фреон, получая от первичного контура температуру  $+8^{\circ}\text{C}$  переходит в газообразное состояние.

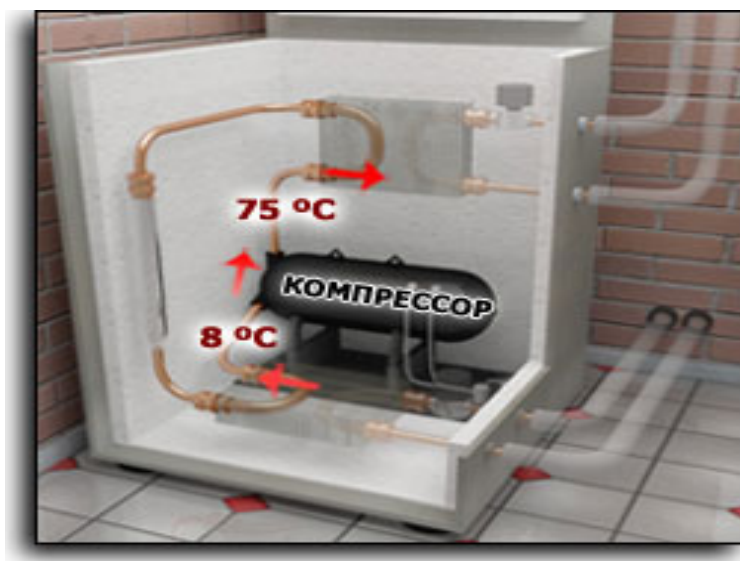


Рис.3. Схема работы контура циркуляции фреона.



Далее, газообразный фреон поступает в компрессор, где газ сжимается от 4 до 26 атмосфер. При таком сжатии он нагревается от  $+8^{\circ}\text{C}$  до  $+75^{\circ}\text{C}$  (рис. 3). Это самый важный этап работы теплового насоса. Именно на этом этапе происходит преобразование энергии большого объема газа с температурой  $+8^{\circ}\text{C}$  в малый объем газа с температурой  $+75^{\circ}\text{C}$ . При этом общая энергия газа до и после компрессора остается неизменной. Просто он сконцентрировался в сгусток энергии, которой некуда деваться. Поэтому и происходит нагревание газа до  $+75^{\circ}\text{C}$ ).

Энергия газа - фреона, разогретого до  $+75^{\circ}\text{C}$ , передается в третий контур – **систему отопления** и горячего водоснабжения дома (рис.4). В процессе передачи энергии газа третьему контуру после потерь ( $10\div 15^{\circ}\text{C}$ ), **отопительный контур нагревается до температуры  $60\div 65^{\circ}\text{C}$**  (рис.4).



Рис.4. Схема работы системы отопления с теплым полом.

Газ фреон, отдав свою энергию отопительному контуру, остывает до  $30\div 40^{\circ}\text{C}$ . При этом он по-прежнему находится под давлением в 26 атмосфер (рис.5а). Затем происходит снижение давления до 4 атмосфер (так называемый **эффект дросселирования**) (рис.5 а).

В результате падения давления происходит значительное охлаждение газа (**эффект, обратный повышению температуры при увеличении давления**). Он охлаждается до  $0\text{--}3^{\circ}\text{C}$  и становится жидкостью (рис.5 б).

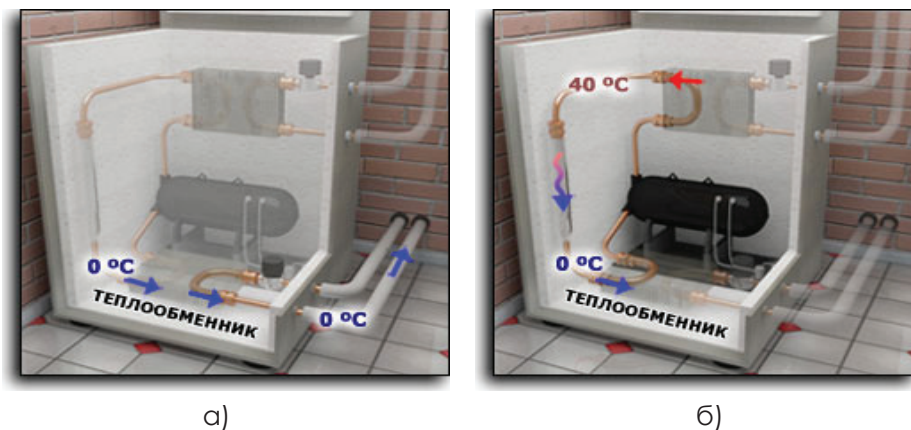


Рис.5. Схема движения фреона в контурах теплового насоса.

Температура фреона  $0-3^{\circ}\text{C}$  передается теплоносителю первичного контура, который уносит ее вглубь земли (рис.5 б). Проходя по скважине, теплоноситель нагревается и выходит на поверхность земли с температурой  $+8^{\circ}\text{C}$ , которая опять подается на второй контур (рис.2).

А в это время происходит процесс завершения цикла во втором контуре. Жидкий фреон с температурой  $0-3^{\circ}\text{C}$  опять соприкасается с первичным контуром, приносящим из земли  $+8^{\circ}\text{C}$ . Процесс повторяется

Схема получения и развития тектонических процессов геотермального нагрева

Земли приведена на рис.6.

Солнце - самый мощный источник энергии на Земле. Оно нагревает воздух, воду, земную поверхность и глубины океанов и морей. До 60% отопительной энергии можно получить бесплатно от природы, используя геотермальную энергию, дарованную Солнцем.

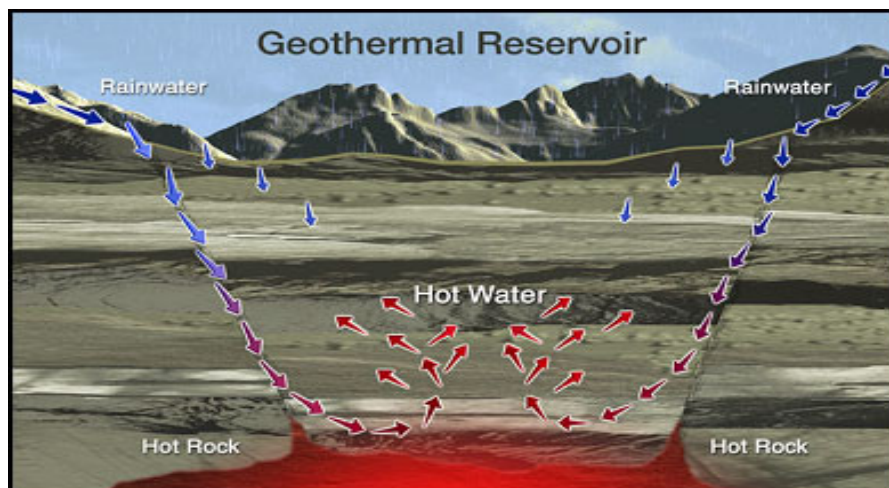


Схема баланса тепловой энергии при работе теплового насоса приведена на рис.7.

Иллюстрацию баланса тепловой энергии при работе тепловой насосной установки можно отобразить на рисунке 7. При этом очевидно, что 25% энергии для работы компрессора и КИПиА необходимо взять от стороннего источника электроэнергии.

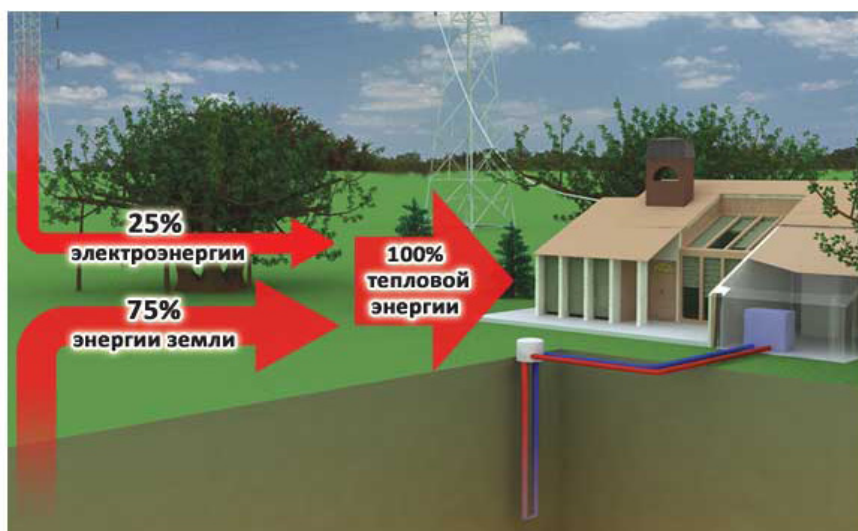


Рис.7. Схема баланса тепловой энергии при работе теплового насоса.

## ВЫГОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ.

Выгоды, получаемые от использования тепловых насосов, очевидны. Вы платите при использовании тепловой энергии от теплового насоса только за электрическую энергию (работа компрессора, циркуляционных насосов и электрической автоматики, контролирующей весь технологический процесс). А это только четверть (25%) от того, что требуется потребителю тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение. Остальную тепловую энергию на указанные нужды (75%) потребитель получает бесплатно.

Экономически выгодным становится также и то обстоятельство, что тепловой насос является обратимым техническим устройством и это обеспечивает потребителю возможность использования теплового насоса летом в качестве кондиционера для охлаждения воздуха без дополнительных затрат на приобретение нового оборудования.

Используемые сегодня современные технологии изготовления комплектующих изделий, применяемых при создании и вводе в эксплуатацию систем отопления и ГВС, позволяют увеличить гарантийные сроки эксплуатации тепловых насосов до 50...75 лет.

Следует отметить весьма важное свойство тепловых насосов – экологически безопасную работу всех его систем и длительный срок эксплуатации, сопоставимый с бытовым холодильником и выше. Крупные незамерзающие водоемы, либо вода подземных источников, близких к поверхности Земли, представляют ценность в качестве источников теплоты для тепловых насосных установок (ТНУ). Особенно эффективно круглогодичное использование теплоты морской или озерной воды (с температурой летом 20÷25°C) для ТНУ горячего водоснабжения, составляющего значительные нагрузки в городах и курортах нашей республики. В переходный и зимний периоды года в ТНУ могут быть использованы холодная вода из водоёмов, наружный воздух с температурой свыше 0°C, а также горные породы (грунт).

Источником низкопотенциальной теплоты могут служить слабоминерализованные геотермальные воды, солнечная энергия, запасаемая с помощью гелиоустановок и аккумуляторов теплоты.

Однако основными источниками теплоты для крупных ТНУ следует считать искусственные источники – тепловые отходы или как их

еще называют – вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Например, сбрасываемые в канализацию сточные воды.

Вторичными энергетическими ресурсами называются тепловые отходы технологических производств промышленных предприятий, коммунальных, бытовых, жилых и других объектов. К категории ВЭР можно также отнести самоизливающиеся геотермальные воды; горячие минеральные источники, теплота которых не используется в бальнеологии; сжигаемый попутный газ при нефтедобыче; добываемая горячая нефть и т.п.. Достигнутая фактическая экономия топлива за счет теплоты ВЭР по отношению к возможной составляет 30 – 32%.

Многие миллионы кубических метров воды сбрасываются в реки, заливы водоемы вместе с теплотой, которую можно использовать в ТНУ и преобразовать низкопотенциальную теплоту в теплоту более высокой температуры, способную удовлетворить определённую часть потребностей и сократить расход топлива.

Теплоснабжение в условиях с продолжительными и достаточно суровыми зимами требует весьма больших затрат топлива, которые превосходят почти в 2 раза затраты на электроснабжение. Основными недостатками традиционных источников теплоснабжения являются низкая энергетическая (особенно на малых котельных), экономическая и экологическая эффективность (традиционное теплоснабжение является одним из основных источников загрязнения крупных городов). Кроме того, высокие транспортные тарифы на доставку энергоносителей усугубляют негативные факторы, присущие традиционному теплоснабжению.

Нельзя не учитывать и такой серьезный термодинамический недостаток, как низкий энергетический КПД использования химической энергии топлива для систем теплоснабжения, который в системах отопления составляет 6÷10%.

Чрезвычайно велики затраты на тепловые сети, которые являются, вероятно, самым ненадежным элементом в системах централизованного теплоснабжения. Удельная аварийность для трубопроводов диаметром 400 мм составляет одну аварию в год на 1 км длины, а для труб меньшего диаметра – около шести аварий.

Все перечисленные негативные факторы традиционного теплоснабжения настоятельно требуют интенсивного использования нетрадиционных методов.

Одним из таких методов является полезное использование рассеянного низкотемпературного (5÷30°C) природного тепла или

сбросного промышленного тепла для теплоснабжения с помощью тепловых насосов.

Тепловые насосы, в силу того, что они избавлены от большинства перечисленных недостатков централизованного теплоснабжения, нашли широкое применение за рубежом.

Массовое производство тепловых насосов налажено практически во всех развитых странах. По прогнозу Мирового энергетического комитета к 2020 г. в передовых странах доля отопления и горячего водоснабжения с помощью тепловых насосов составит 75 %.

## ОПИСАНИЕ И СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.

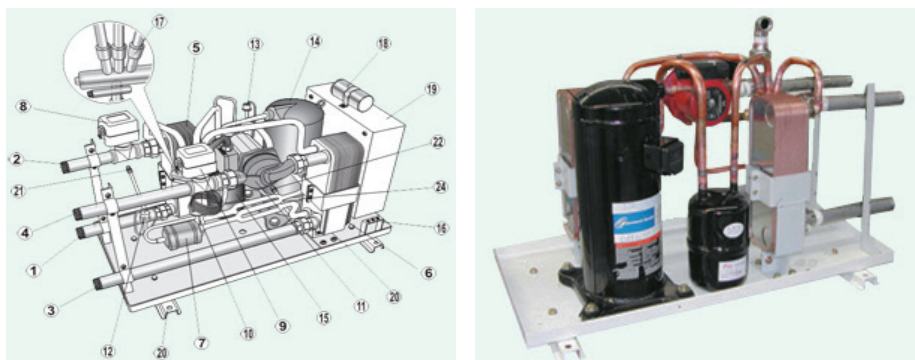


Рис.8. Устройство теплового насоса.

а) – размещение основных элементов; б) – общий вид теплового насоса на раме теплового насоса;

1. Вход контура отопления/охлаждения;
2. Выход контура отопления/охлаждения;
3. Подача рассола с земного контура;
4. Обратка рассола земного контура;
5. Конденсатор;
6. Испаритель;
7. Фильтр;
8. Реле потока контура отопления/охлаждения;
9. Реле потока контура рассола;
10. Расширительный клапан;
11. Циркуляционный насос для рассола

12. Прессостат высокого давления;
13. Прессостат низкого давления;
14. Спиральный компрессор.
15. Сепаратор;
16. Место электрического заземления!!!;
17. 4х входовой клапан;
18. Конденсатор «мягкого» запуска компрессора;
19. Поддон (с отверстием для слива конденсата);
20. Сервисный клапан высокого давления;
21. Сервисный клапан низкого давления;
22. Подогреватель компрессора (защита замерзания)
23. Крепление
24. Нагреватель компрессора

В 1824 г. Карно впервые использовал термодинамический цикл для описания процесса, и этот цикл остаётся фундаментальной основой для сравнения с ним и оценки эффективности ТН. Тепловой насос можно рассматривать как обращённую тепловую машину. Тепловая машина получает тепло  $Q_H$  (рис. 9, 2) от высокотемпературного источника и сбрасывает его при низкой температуре  $Q_L$ , отдавая полезную работу  $W$ . Тепловой насос требует затраты работы  $W$  для получения тепла при низкой температуре  $Q_L$  и отдачи его при более высокой  $Q_H$  (рис.9, 1).

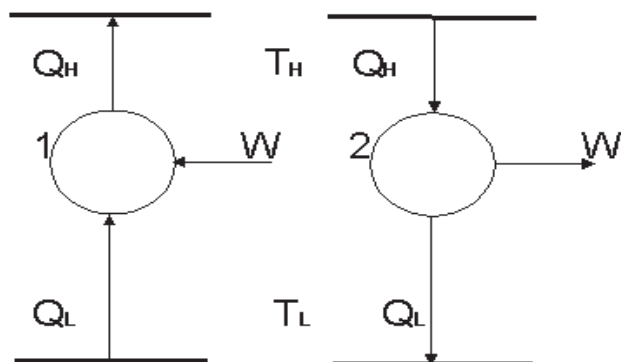


Рис. 9. Термодинамическая схема теплового насоса и теплового двигателя.

1 – тепловой насос; 2 – тепловой двигатель.

Можно показать, что если обе эти машины обратимы (т. е. термодинамические процессы не содержат потерь тепла или работы), то существует конечный предел эффективности каждой из них, и в обоих случаях это есть отношение  $Q_H/W$ .

Если бы это было не так, то можно было бы построить вечный двигатель, просто соединив одну машину с другой.

Только в случае выбора тепловой машины это отношение записывается в виде  $W/Q_H$  и называется термическим КПД, а для теплового насоса оно остаётся в виде  $Q_H/W$  и называется коэффициентом преобразования теплоты ( $K_T$ ).

Если считать, что тепло изотермически подводится при температуре  $T_L$  и изотермически отводится при температуре  $T_H$ , а сжатие и расширение производятся при постоянной энтропии (рис. 10), работа подводится от внешнего двигателя, то коэффициент преобразования для цикла Карно будет иметь вид:

$$K_T = T_L / (T_H - T_L) + 1 = T_H / (T_H - T_L) \quad (1)$$

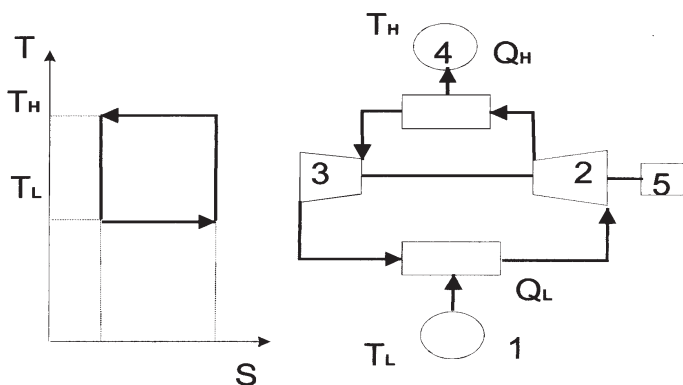


Рис. 10 Схема цикла Карно при работе теплового насоса при изотермическом режиме.

На схеме рис.10 идеального цикла Карно цифрами обозначены следующие элементы ТН:

- 1 – Источник низкопотенциального тепла с температурой  $T_L$ ;
- 2 – Компрессор для сжатия газа (увеличения давления);
- 3 – Дроссель для сброса давления;
- 4 – Потребитель высокотемпературного потенциала тепла с температурой  $T_H$ ;
- 5 – Источник питания электрической энергией компрессора 2.



Таким образом, никакой тепловой насос не может иметь лучшей характеристики, чем та, что показана на рис. 10,1, и все практические циклы лишь реализуют стремление – максимально приблизится к этому пределу.

Источник [http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/hp\\_princ.htm](http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/hp_princ.htm)

## ТИПЫ УСТАНОВОК, ОБОРУДОВАНИЯ.

В настоящее время создано и эксплуатируется большое число тепловых насосных установок, отличающихся по тепловым схемам, рабочим телам и по используемому оборудованию. По обозначению различных классов установок, в известных нам литературных источниках, нет единого установившегося мнения, встречаются различные обозначения и термины.

В связи с этим, большое значение приобретает классификация установок, позволяющая проводить рассмотрение их свойств в соответствии с той или иной группой.

Все типы тепловых насосных установок можно классифицировать по ряду сходных признаков. Каждый из них отражает только одну характерную особенность установки, поэтому в определении тепловой насосной установки может быть два и более признака.

Классификацию тепловых насосных установок следует осуществлять, прежде всего, **по циклам их работы.**

Можно выделить несколько основных типов тепловых насосов:

- **воздушно-компрессорные тепловые насосы;**
- **тепловые насосы с механической компрессией пара (парокомпрессионный цикл);**
- **абсорбционные тепловые насосы;**
- **тепловые насосы, основанные на использовании эффекта Ранка;**
- **тепловые насосы, основанные на использовании двойного цикла Ренкина;**
- **тепловые насосы, работающие по циклу Стирлинга;**
- **тепловые насосы, работающие по циклу Брайтона;**
- **термоэлектрические тепловые насосы.**
- **обращённый топливный элемент;**
- **тепловые насосы с использованием теплоты плавления;**
- **тепловые насосы с использованием механохимического эффекта;**

### **- тепловые насосы с использованием магнетокалорического эффекта.**

Все тепловые насосы **по принципу взаимодействия рабочих тел** можно объединить в две основные группы:

1) Тепловые насосы открытого цикла, в которых рабочее тело забирается и отдается во внешнюю среду;

2) Тепловые насосы замкнутого цикла, в которых рабочее тело движется по замкнутому контуру, взаимодействуя с источником и потребителем теплоты лишь посредством теплообмена в аппаратах поверхностного типа.

Различают одно–двухступенчатые и каскадные ТНУ, а также ТНУ с последовательным соединением по нагреваемому и охлаждаемому теплоносителям с противоточным их движением.

**По назначению:** стационарные и передвижные, для аккумуляирования тепловой энергии, и ее транспортировки и утилизации сбросного тепла.

**По производительности:** крупные, средние, мелкие.

По температурному режиму: высокотемпературные, средне-температурные и низкотемпературные.

**По режиму работы:** стационарные, нестационарные, непрерывные или циклические, нестационарные с аккумулятором тепловой энергии.

**По виду холодильного агента:** воздушные, аммиачные, фреоновые, на смесях холодильных агентов.

**По виду потребляемой энергии:** с приводом от электродвигателя или газовой турбины или от газовой турбины, работающей на вторичных энергоресурсах и др.

Источник [http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/hp\\_class.htm](http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/hp_class.htm)

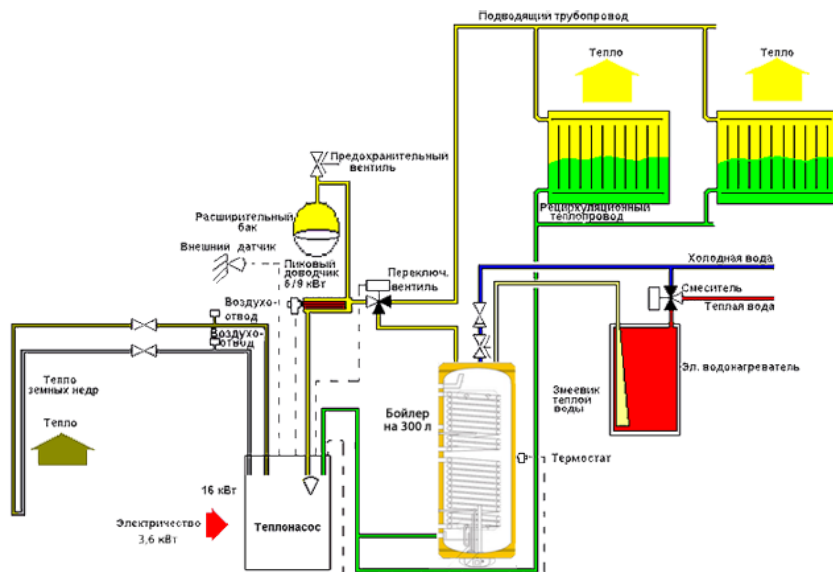


Рис.11. Схема отопления и горячего водоснабжения жилого дома с использованием ТН.

На рис. 11 показана одна из типовых схем теплового насоса в комбинированной схеме отопления, реализованная в коттедже площадью 200 м<sup>2</sup> с напольным отоплением:

- мощность тепловой насосной установки – 16,1 кВт;
- потребляемая электрическая мощность – 3,6 кВт;
- Коэффициент преобразования теплоты ( $K_T$ ) – 4,6;
- площадь грунтового коллектора – 500 м<sup>2</sup>;
- длина трубы коллектора – 800 м (четыре петли по 200 м);
- внутренний диаметр трубы – 25 мм.
- пиковый доводчик 6/9 кВт.

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТИПОВ УСТАНОВОК И ОБОРУДОВАНИЯ

Рассматривается тепловой насос типа **«грунт–вода»** с максимальным количеством встроенных элементов: в нём предварительно установлены заполненный компрессорный контур, регулятор с функциями погодной компенсации, пассивного или активного охлаждения, циркуляционный насос отопления, смесительный кла-

пан ГВС с приводом, все необходимые датчики температуры. В комплект поставки входит группа безопасности отопительного контура. Тепловой насос нагревает теплоноситель до 60°C.

Применен, также, напольный 300-литровый водонагреватель для тепловых насосов. Внутри него располагается два трубчатых медных теплообменника (один контур для ТН, другой – для системы солнечного водонагрева или других источников тепла).

Дополнительно применены датчики, термометр, магниевый анод для оптимальной защиты от коррозии, установлен ТЭН на 2,5 кВт. Теплоизоляция 50 мм пенополиуретаном обеспечивает минимальные потери тепла.

### **Об автоматике:**

Стандартный контроллер теплового насоса осуществляет полный контроль работы ТН, погодозависимое регулирование температуры в доме (система климатизации). Контроллер имеет очень гибкую систему настроек. При подключении датчика комнатной температуры возможно регулирование температуры воздуха в доме: как независимо от уличного датчика, так и совместно с ним. Автоматика поддерживает работу с двумя температурными контурами отопления при использовании комбинированной системы – «Тепловой насос – солнечный вакуумный коллектор».

### **Внешний контур**

Выбирая теплоснабжение от теплового насоса, необходимо, чтобы данная установка покрывала все потребности в тепле. В условиях большинства регионов нашей республики обеспечить это можно, только используя источники низкопотенциального тепла с достаточно высокой температурой в любое время года: грунт ниже уровня промерзания, воды подземных источников и открытых водоемов. А тепловые насосы типа «воздух–вода» могут применяться лишь в сочетании с другим тепловым генератором – электрическим, газовым, жидко– или твердотопливным котлом (бивалентный режим).

### **Тепловые насосы «грунт – вода»**

Уже можно говорить, что, как и за рубежом, наибольшее применение в Кыргызстане получают тепловые насосы типа **«грунт–вода»** (отметим: такое название корректно только для установок с вертикальными зондами или горизонтальным коллектором) и **«вода–вода»** (где используется тепловая энергия открытых водоемов).

Внешний контур тепловых насосов типа **«грунт–вода»** – комплект петель из полимерных (PE) труб с циркулирующим незамерзаю-

щим теплоносителем. Утечка жидкости не должна представлять экологической опасности при попадании в грунтовые воды, поэтому для заполнения внешнего контура следует использовать качественные сертифицированные теплоносители.

### **Горизонтальный зонд**

Преимущество горизонтального коллектора – относительно невысокие затраты на его организацию: около 1÷2,5 тыс. Евро для теплового насоса мощностью 13 кВт. Однако для его организации необходим свободный земельный участок площадью около 4,5 сотки, на котором в дальнейшем нельзя сажать деревья.

Большой интерес к использованию грунта в качестве источника тепла проявляется в Европе. Конструкция испарителя предлагается в форме серпантина из трубок диаметром около 25 мм, уложенных на постоянной глубине, на площади в несколько сотен квадратных метров. С целью уменьшения капитальных затрат трубки располагаются как можно ближе к поверхности.

Изучение грунта как источника тепла, проведенное в Европе показало, что тепловой поток к испарителю из грунта составляет 20÷25 Вт/м, минимальное значение для Европы составляет 10 Вт/м, максимальное 50÷60 Вт/м. В Кыргызстане такие исследования не проводились.

Оптимальная глубина и шаг размещения трубок составляют соответственно 1,5 и 2 м. В некоторых случаях из-за взаимного влияния предел 2 м расширяется. Трубки можно размещать на меньшей глубине, но при этом производительность теплового насоса может снижаться на 5% на каждый градус понижения температуры испарителя.

Помимо варианта испарения непосредственно хладагента можно использовать промежуточный теплоноситель – рассол, циркулирующий по трубкам в грунте и отдающий тепло хладагенту в специальном теплообменнике. Средняя температура рассола зимой составляет –3° С.

Если содержание воды в почве велико, показатели повышаются благодаря увеличению теплопроводности и хорошему контакту с трубками. Большая концентрация в почве гравия вызывает ухудшение характеристик.

### **Вертикальный зонд.**

Вертикальный зонд размещается в специально пробуренной скважине глубиной от 60 до 100 м. Для установки указанной мощ-

ности он обойдется гораздо дороже – примерно в 11÷16 Евро на метр скважины. Однако этот вариант безальтернативен, если на приусадебном участке нет места для размещения коллектора.

Грунтовые теплообменники в вертикальных скважинах в последние 10÷15 лет широко применяются в качестве низкотемпературного источника тепла для систем отопления и горячего водоснабжения с использованием тепловых насосов. Этот экологически чистый источник тепла достаточно часто используется, например, в Швейцарии, где в настоящее время эксплуатируется около четырех тысяч таких установок.

Алтайским региональным центром нетрадиционной энергетики и энергосбережения были проведены исследования вопросов взаимного влияния вертикального грунтового теплообменника и теплового насоса. За основу была взята автоматизированная тепловая насосная установка АТНУ-10 (рабочая жидкость – R22), разработанная АК «ИНСОЛАР» в рамках Государственной научно-технической программы России «Экологически чистая энергетика» и выпускаемая предприятием «ЭКОМАШ» (г. Саратов).

В систему также включен вертикальный грунтовой теплообменник в скважине глубиной не более 100 м (как показали гидрогеологические исследования, 67% населения Алтайского края проживает на территории, где глубина залегания первого водоносного горизонта меньше 30 м). Базовая температура грунта принята равной 280° К, что соответствует средней оценке температур на глубине более 5 м для условий Алтайского края. Кыргызстан по климатическим условиям северной части близок к Алтаю.

Автоматизированная система управления теплового насоса (АТНУ) рассчитана таким образом, чтобы он работал при оптимальных условиях с постоянным значением теплового потока, определяемым тепловым потоком от первичного теплового источника, входной температурой высокотемпературного контура и массовой скоростью теплоносителя высокотемпературного контура.

При снижении требуемой тепловой нагрузки должно происходить отключение теплового насоса до восстановления заданной температуры. Если мощность грунтового теплообменника недостаточна для покрытия тепловых потерь в высокотемпературном контуре, должен включаться пиковый доводчик (газовый или электрический котел).

Результаты, показали, что извлекаемая из грунта тепловая энергия линейно зависит от логарифма рабочей длины теплообменника. При этих условиях (фильтрационная скорость 10 м/сут) для получения из грунта 5÷6 кВт тепловой мощности необходимая глубина теплообменника составит 50÷60 м. Конструктивные особенности требуют определенных условий для расхода теплоносителя высокотемпературного контура.

Минимальный расход теплоносителя в контуре отопления должен составлять 0,3 кг/с (1 м<sup>3</sup>/ч). При меньших объемах в системе начнется накопление тепла и, как показали испытания на натурной установке в Алтайском крае, это приведет к повышению температуры и давления хладагента, ухудшению работы испарителя и уменьшению съема тепла в грунтовом теплообменнике. И хотя при этом температура теплоносителя высокотемпературного контура повышается, эффективность работы всей схемы, определяемая отопительным коэффициентом, падает.

Вертикальные трубки занимают меньше места и позволяют в некотором смысле использовать тепло, аккумулированное в летние месяцы, что дает им экономические преимущества. Исследования вертикальных U-образных трубок показали [1] возможность значительного извлечения тепла. Горизонтальный испаритель с площади 150 – 200 м позволяет получить 12 кВт тепла. U-образные трубки, размещенные в скважинах диаметром 127 мм и глубиной 8 м, позволили получить 12 кВт только из двух скважин. Отсюда видно, что U-образные трубки снижают требуемую поверхность грунта в 10÷20 раз по сравнению с горизонтальными тепловыми обменниками.

Там, где близко грунтовые воды, дешевле использовать тепло грунтовых вод. Для этого необходимо бурение скважины на глубину 30÷40 метров и опускание в скважину двух труб для откачки в контур теплообмена подземных вод и возвращения их после отбора тепла этой воды в контуре ТН обратно в подземный источник. Это наиболее экологически чистый метод получения низкопотенциального тепла и требует применения теплового насоса типа «Вода – вода». Температура воды подземного источника не опускается в условиях нашей страны ниже 10 – 120 С.

Такой вариант позволяет получить больше тепла, но имеет ограничение на практике – из-за проблем с качеством и количеством воды в течение многих лет (для теплового насоса мощностью 13 кВт требуемый расход составляет 2,8 м<sup>3</sup>/ч).

Проектируя внешний контур тепловой насосной установки типа «грунт–вода» с горизонтальным коллектором, необходимо учитывать структуру и состав почвы, от которых зависит удельный теплосъем (для различных поверхностных грунтов его значение составляет от 10 до 40 Вт/м<sup>2</sup>). В случае с горизонтальным коллектором (в наших условиях он прокладывается на глубине 1,7±0,2 м) соответствующие данные можно получить на этапе закладки фундамента дома или выкопав шурф определенной глубины.

Удельный теплосъем вертикального зонда также сильно зависит от плотности породы и расположения водоносных пластов (диапазон – от 30 до 100 Вт/м<sup>2</sup>). За информацией о геологических структурах логично обратиться к специализированным организациям, занимающимся бурением на воду в районе, где находится объект (тем более, что при реализации проекта без участия буровиков не обойтись).

На этапе предварительного проектирования можно оперировать средними значениями удельного теплосъема для пород различной плотности и содержанием грунтовых вод (значения приводятся в пособиях производителей тепловых насосных установок). Точное конструкторское решение может приниматься производителем работ лишь непосредственно на месте, при бурении скважины. Максимальная теплоотдача поверхностного грунта составляет 50÷70 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год. По данным зарубежных компаний, срок службы траншей и скважин составляет более 100 лет.

По опыту зарубежных инженеринговых компаний, работы по устройству горизонтального коллектора также следует производить с привлечением специализированных строительных предприятий, владеющих соответствующей техникой (экскаватор, буровой станок) и трудовыми ресурсами.

Чаще всего для организации внешнего контура тепловой насосной установки используются полимерные трубы PE 20 или PE25, цена PE трубы от 3 до 6 сом за метр. Рабочий диапазон температур первичного теплоносителя позволяет применять трубу для холодного водоснабжения. Номинальное рабочее давление трубы для горизонтального коллектора – 10 бар, для вертикального зонда – 16 бар. Шаг укладки коллектора – 1,6 м.

Еще один способ – получение низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов типа «грунт–вода» – укладка коллектора



на дне открытого водоема (там, где это возможно). Метод представляется весьма перспективным – в силу простоты реализации.

Как правило, внешний контур тепловой насосной установки типа «грунт–вода» включает несколько змеевиков горизонтального коллектора или петель вертикального зонда. Они объединяются коллекторами, которые рекомендуется располагать снаружи дома – в специальных шахтах или приятках – таким образом, чтобы они были доступны для осмотра. По желанию заказчика или для удобства монтажа коллекторы могут быть размещены и внутри дома.

Поскольку температура теплоносителя в подводящих и обратных трубопроводах внешнего контура ниже, чем внутри дома, они должны быть теплоизолированы – для защиты от образования конденсата.

## **ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ТИПА «ВОЗДУХ-ВОДА»**

Кроме использования тепла грунта наиболее привлекательным для использования в домашних приложениях теплового насоса является “бесплатный” источник тепла для создания комфортных условий внутри дома – **ВОЗДУХ**. Он общедоступен и привлекает наибольшее внимание в массовом производстве.

В тех случаях, когда доступна вода, она имеет несколько преимуществ по сравнению с воздухом. Активно исследуется использование сбросного тепла или солнечных коллекторов, к которым проявляется интерес и в Европе и в Америке.

Наибольшее распространение получили тепловые насосы с **ВОЗДУХОМ** в качестве источника тепла с самого начала их применения в домашних условиях. В основном **ВОЗДУХ** же является и тепловым стоком. Как источник тепла **ВОЗДУХ** обладает рядом недостатков, поэтому требуется тщательная оптимизация конструкции в зависимости от места установки, где температура **ВОЗДУХА** может быть существенно различной.

Характеристики теплового насоса и в особенности КОП уменьшаются по мере увеличения разности температур испарителя и конденсатора. Это оказывает особенно неблагоприятное влияние на тепловые насосы с **ВОЗДУШНЫМ** источником тепла. По мере снижения температуры окружающего воздуха требуемое количество тепла для отопления повышается, но способность теплового насоса поддерживать даже постоянную тепловую мощность существенно

снижается. Для преодоления этого недостатка часто применяется дополнительный нагрев.

Дополнительный нагрев требуется, когда температура окружающего **воздуха** упадет ниже нуля, при этом тепловые потери здания превосходят тепловую мощность насоса.

Для повышения экономической эффективности системы включение дополнительного нагревателя, в данном случае электрического, рекомендуется только тогда, когда тепловой насос не может покрыть полную нагрузку.

## **ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ И ГВС.**

Все источники тепла для тепловых насосов в той или иной мере подвержены влиянию солнечной энергии, но её можно использовать и непосредственно с помощью солнечных коллекторов с циркуляцией теплоносителя, подогрева воздуха, входящего в испаритель с помощью солнечных концентраторов. Хотя солнечные концентраторы, по-видимому, более пригодны для абсорбционных тепловых насосов. Они еще мало применяются в домашних условиях, но служат предметом значительной исследовательской работы. Для подогрева генератора в абсорбционном цикле требуются более высокие температуры, чем достижимые обычными плоскими коллекторами. Однако применение абсорбционного цикла для кондиционирования допускает нагрев от плоских коллекторов, поскольку здесь должна быть температура ниже и, потому охлаждение воздуха проводится летом, как раз тогда, когда солнечная радиация интенсивна и температура коллектора повышена.

Вместе с другими источниками тепла для тепловых насосов широко применяют плоские коллекторы, размещенные на крышах. Вообще солнечные коллекторы интенсивно изучаются для применения не только с тепловыми насосами, но и самостоятельно, а также в схемах с аккумуляторами тепла. Аккумуляторы тепла представляют интерес и для тепловых насосов как источник тепла в облачные дни или ночью.

Давая тепло в испаритель при температуре более высокой, чем окружающий воздух, грунт или вода, солнечные коллекторы повышают КПД теплового насоса.

Обычно промежуточный теплоноситель – вода передает тепло от коллектора к испарителю. Но может быть и полное совмещение коллектора с испарителем, где хладагент испаряется непосредственно внутри трубок солнечного коллектора (вакуумные коллекторы с термосифонными трубками).

Часто тепло от солнечного коллектора подается в жидкостный тепловой аккумулятор, куда погружены трубки испарителя. Тепловой аккумулятор играет существенную роль в любой солнечной тепловой насосной системе. В доме фирмы «Филипс», например, солнечный коллектор (20м<sup>2</sup>) собирает в год 36÷44 ГДж тепла (при среднем КПД 50%), сохраняемого в баке 40м<sup>3</sup> при температуре до 95° С.

Была предложена схема дома с минимальным потреблением энергии, использующим три тепловых насоса: один для передачи тепла с повышением температуры от солнечного коллектора к аккумулятору, второй – от аккумулятора к системе отопления и третий – от аккумулятора к системе горячего водоснабжения.

Солнечные коллекторы рассматривают также в сочетании с грунтовыми тепловыми насосами. Установлено, что размеры солнечного коллектора должны быть больше 3 м<sup>2</sup> на 1кВт потерь тепла жилищем. При солнечном коллекторе площадью 30м<sup>2</sup> с грунтовым испарителем, занимающим только 100 м, достигается КПТ (COP)=3,4. Если же использовать только грунтовой испаритель, то требуется поверхность 300 м<sup>2</sup>, и при этом получается КПТ (COP)=2,7.

Тем не менее, может оказаться, что, несмотря на повышение КПТ (COP), экономия топлива может не окупить стоимость установки, особенно солнечного коллектора. Другие работы в этой области показывают, что при тепловой мощности ТНУ 6 кВт требуется поверхность 20м<sup>2</sup>.

Кроме того, ТНУ может использовать тепловые сбросы самого жилья, например, уходящие газы из кухонных печей или вообще из кухни, сбросную воду. В Голландии ТН был применён для домашней сушилки посуды. Тепло выбрасываемого влажного воздуха используется для подогрева сухого, подаваемого в сушилку. Тёплый влажный воздух из сушилки проходит в испаритель ТН и охлаждается. При охлаждении из него выпадает влага, и воздух становится пригодным для рециркуляции. В испарителе используется как явная, так и скрытая теплота уходящего воздуха. Рециркулирующий воздух проходит сквозь конденсатор и нагревается теплотой конденсации. Экономия энергии достигает около 48%.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТН С ДРУГИМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛА.

Эффективной заменой газовому котлу, котлу на жидком топливе или отоплению с использованием электричества, несомненно, будет система отопления на основе теплового насоса.

Для хорошо спроектированного и построенного дома площадью 200 м<sup>2</sup> необходимо 10÷12 кВт тепловой энергии, которую можно получить опустив 2 зонда в землю на глубину 100 м, для этого необходим участок земли размером 6х6 м.

Сравнительные характеристики отопительных установок мощностью 10,8 кВт/час приведены в таблице 10 (по данным литературных источников ).

**Таблица 1.**

Технические характеристики	Способ обогрева помещения			
	Газовый котел	Котел на жидком топливе	Электрический котел	Тепловой насос
Стоимость оборудования	Средняя	Средняя	Низкая	Высокая
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	180	180	180	180
Мощность установки, кВт	10,8	10,8	10,8	10,8
Площадь котельной, м <sup>2</sup>	6	6	3	6
Расход электрической энергии, кВт час	1,5	2	13	2
Источник тепловой энергии	Газ	Дизельное топливо	Электрический ток	Тепло земли, электрический ток
Расход энергоносителя в год	5000 м <sup>3</sup>	10000 литров	69000 кВт ч	Энергия земли - бесплатно
Срок службы	15-20 лет	15-20 лет	3-8 лет	до 50 лет
Пожаро-опасность	Опасен (постоянный огонь)	Опасен (постоянный огонь)	Опасен	Безопасен
Взрывоопасность	Опасен	Опасен	Опасен	Безопасен

Уровень экологической опасности	Вреден (выделяет CO <sub>2</sub> и NO <sub>2</sub> )	Вреден (выделяет CO <sub>2</sub> и NO <sub>2</sub> )	Безвреден	Безвреден
Вентиляция	Необходима	Необходима	Не нужна	Не нужна
Обслуживание	Регулярный осмотр	Регулярный осмотр	Периодический осмотр	Периодический осмотр
Надежность	Высокая	Высокая	Высокая	Очень высокая
Автономность при отсутствии снабжения энергоносителями	Не обеспечивает	Не обеспечивает	Не обеспечивает	Обеспечивает при наличии резервного электрогенератора 2 кВт
Возможность охлаждения помещения	Не обеспечивает	Не обеспечивает	Не обеспечивает	Обеспечивает
Окупаемость	Не окупается	Не окупается	Не окупается	Окупается за 3 – 5 лет

Из сравнительных характеристик, представленных в таблице 1, напрашиваются соответствующие выводы:

- Уже на данный момент тепловые насосы являются более экономичными, чем котлы на дизельном топливе или электрическое отопление, а в ближайшем будущем, когда цены на энергоносители сравняются с европейскими, они станут бесспорными лидерами и будут превосходить даже газовые котлы.
- Также можно предположить, что рост цен будет более резким, поскольку природных запасов нефти и газа осталось всего лишь на 40 и 60 лет соответственно.
- За 10 лет эксплуатации теплового насоса можно получить экономию, по сравнению с электрическим отоплением, 35 тыс. \$, за 15 лет – 60 тыс. \$, за 20 лет – 87 тыс. \$.
- Кроме прямого экономического эффекта, тепловой насос абсолютно экологически безвредный источник теплоснабжения, пожаро- и взрывобезопасен.
- Поскольку тепловые насосы не используют в своей работе топливо, то соответственно стоимость их эксплуатации не будет зависеть от изменения цен на энергоносители.

Срок службы тепловых насосов несравнимо больше, чем у классических котельных, а поэтому это вложение в будущее и для следующих поколений.

Уже сейчас, при сравнительно низких ценах на энергоносители, многие прогрессивные и образованные люди, думающие о будущем, выбирают тепловые насосы для отопления и приготовления горячей воды, делая сознательный вклад в будущее.

## ЦЕНЫ НА ТЕПЛОВЫЕ СИСТЕМЫ

Наименование системы	Питание	Мощность отопления кВт	Стоимость розничная(USD)
<b>Воздушные системы (воздух-вода)</b>			
SUHRW010ZAB/P	230/1/50	3,0	3577,00
SUHRW015ZAB/P	230/1/50	4,5	3817,00
SUHRW020ZAB	230/1/50	6,0	4825,00
SUHRW0302AB	230/1/50	9,0	5588,00
SUHRW0402AB	230/1/50	12,0	7957,00
SUHRW050ZAB	380/3/50	15,0	9558,00
SUHRW0602AB	380/3/50	18,0	11172,00
SUHRW030ZBB	230/1/50	9,0	6240,00
SUHRW 050ZBB/S	380/3/50	15,0	9269,00
SUHRW 060ZBB/S	380/3/50	18,0	11334,00
SUHRW100ZBB/S	380/3/50	30,0	18834,00
SUHRW 120ZBB/S	380/3/50	36,0	23526,00
SUHRW 200ZBB/S	380/3/50	60,0	35497,00
SUHRW 250ZBB/S	380/3/50	75,0	46357,00
SUHRW 300ZBB/S	380/3/50	90,0	52200,00*
SUHRW 450ZBB/S	380/3/50	135,0	81157,00
<b>Геотермальные системы</b>			
SWCRW 040ZG(A)	230/1/50	13,5	9034,00
SWCRW 050ZG(A)	230/1/50	15,0	9085,00
SWCRW 050ZG(A)/S	380/3/50	15,0	9085,00
SWCRW 070ZG(A)/S	380/3/50	20,0	10742,00
SWCRW 080ZG(A)/S	380/3/50	22,0	14653,00
SWCRW 100ZG(A)/S	380/3/50	32,0	15190,00
SWCRW 130ZG(A)/S	380/3/50	40,0	21503,00

SWCRW 200ZG(A)/S	380/3/50	55,0	25227,00
SWCRW 250ZG(A)/S	380/3/50	66,0	30222,00
SWCRW 300ZG(A)/S	380/3/50	81,0	33287,00
SWCRW 450ZG(A)/S	380/3/50	120,0	47662,00
SWCRW 600ZG(A)/S	380/3/50	162,0	62467,00
<b>Воздушные системы (воздух-вода) для бассейнов (вертикальные)</b>			
SBR-3.2H-B	230/1/50	3.2	1785,00
SBR-4.2H-B	230/1/50	4.2	2074,00
SBR-5.5H-B	230/1/50	5.5	2298,00
SBR-7.8H-B	230/1/50	7.8	2551,00
SBR-9.5H-B	230/1/50	9.5	2834,00
SBR-11.3H-B	230/1/50	11.3	4434,00
SBR-12.5H-B	230/1/50	12.5	5125,00
SBR-14.0H-B	230/1/50	14.0	5353,00
SBR-17.0H-B	230/1/50	17.0	6043,00
SBR-21.0H-B(S)	380/3/50	21.0	6465,00
SBR-26.0H-B(S)	380/3/50	26.0	7865,00
<b>Воздушные системы (воздух-вода) для бассейнов (горизонтальные)</b>			
SBR-9.5H-A	230/1/50	9.5	4231,00
SBR-11.3H-A	230/1/50	11.3	4739,00
SBR-17.0H-A	380/3/50	17.0	6455,00
SBR-21.0H-A	380/3/50	21.0	6913,00
SBR-26.0H-A	380/3/50	26.0	8415,00
SBR-35.0H-A-S	380/3/50	35.0	12598,00
SBR-45.0H-A-S	380/3/50	45.0	14128,00
SBR-50.0H-A-S	380/3/50	50.0	16016,00
SBR-90H-A-S	380/3/50	90.0	
SBR-105.0H-A-S	380/3/50	105.0	
SBR-135.0H-A-S	380/3/50	135.0	
SBR-180.0H-A-S	380/3/50	180.0	

## ПРИМЕРЫ ТЕПЛОВЫХ СИСТЕМ В КР

### **Бассейн общественного пользования «SanTore» , с Ленинское 1000 куб.м**

Установлен тепловой насос «вода-вода» 420 кВт тепловой мощности. Источник низкопотенциальной энергии – скважина 120 м.  
Проект- «ESS»





**Дачный домик 80 м2, на берегу реки Аламедин,  
с.Беш-Кунгей.**

Тепловой насос от SD-Systems мощностью 10 кВт, источник тепла р. Аламедин через специальный коллектор из стальных труб, теплоноситель – этиленгликоль.



### **Жилой дом в Карагачевой роще г. Бишкек 700 кв. метров**

Система отопления-охлаждения (фанкойлы+теплый пол) посредством теплового насоса «вода-вода» тепловой мощностью 92 квт, потребляемой 22 квт.

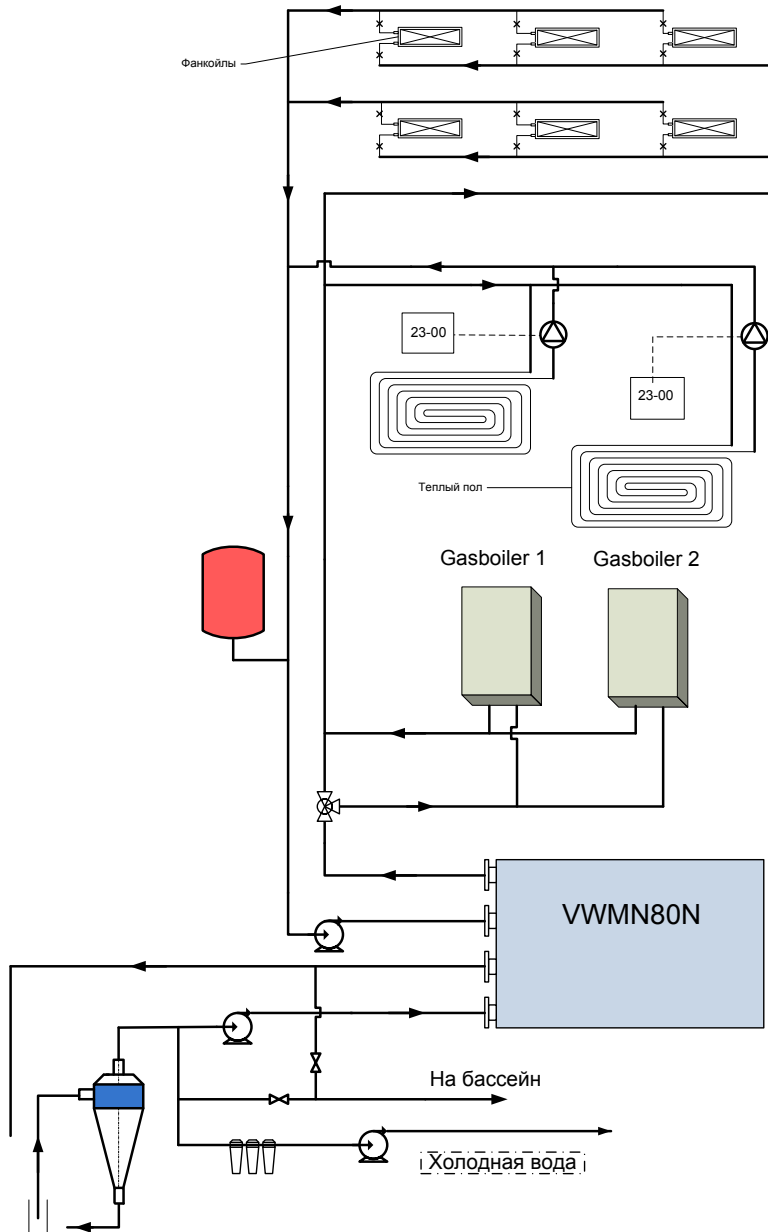
Запущен в эксплуатацию в 2007 году.

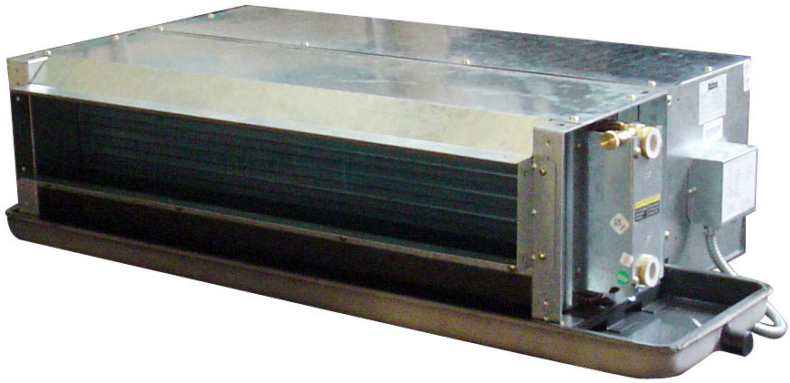
Учет показал, фактическое потребление электроэнергии 8 квт час при температуре -15 , включая насосы нагнетания и циркуляции.

Проектные и монтажные работы – ОсОО «ESS» (Энергосберегающие системы).



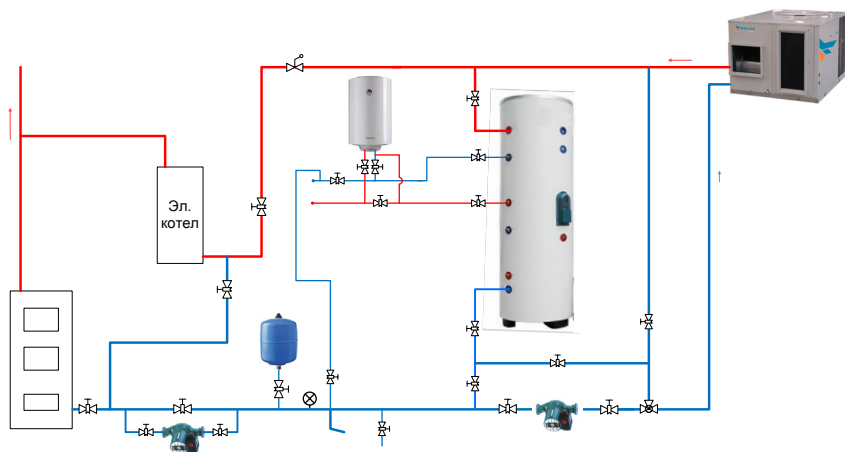
Принципиальная схема системы отопления





## Офис г.Бишкек 250 кв.м

Тепловой насос «воздух-вода» с применением EVI-технологии (рабочая температура до минус 25 градусов) 25квт. тепловой, 5.6квт –потребляемой. Проект-ОсОО «ESS».



**Дом 500 м2 с бассейном село Байтик**

Тепловой насос от SD Systems 40кВ с грунтовым коллектором.



## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Сайт [http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/1\\_4.htm](http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/1_4.htm) **Источники низкопотенциальной теплоты**
  2. [http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/Hp\\_princ.htm](http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/Hp_princ.htm) **Принцип работы теплового насоса.**
  3. [http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/hp\\_class.htm](http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/hp_class.htm) **Классификация тепловых насосов**
  4. <http://www.ad.ugatu.ac.ru/knbase/DVIGT.htm> **Исследование рабочих циклов тепловых насосов в системе DVIGT**
  5. <http://www.altalgroup.com/index.htm>. **Производство тепловых насосов. Геотермальная энергия.**
  6. [http://www.altalgroup.com/work\\_info.htm](http://www.altalgroup.com/work_info.htm). **Справочник по геотермальным насосам (тепловые насосы)**
  7. [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=405](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=405). **Основы методики проектирования теплонасосных систем с горизонтальными грунтовыми теплообменниками**
  8. Sanner B . DESCRIPTION OF GROUND SOURCE TYPES FOR THE HEAT PUMP . - [www.geothermie.de/ueb\\_seiten/ub\\_sanner.htm](http://www.geothermie.de/ueb_seiten/ub_sanner.htm)
  9. Sanner B. Ground Heat Sources for Heat Pumps (classification, characteristics, advantages) - [www.geothermie.de/ueb\\_seiten/ub\\_sanner.htm](http://www.geothermie.de/ueb_seiten/ub_sanner.htm)
  10. ASHRAE Handbook. 1999 HVAC Application. Chapter 31. Energy resources.
  11. СНиП 2.02.04-88. Основания и фундаменты вечномерзлых грунтов.
  12. Commercial Earth Energy Systems: a Buyers Guide. - Her Majesty the Queen in Right of Canada , 2002
  13. Closed Loop Ground-Coupled Heat Pumps - HPC-IFS2, January 2002
  14. Волон Г.Я., Кочепасов К.Л. Использование тепловых насосов в теплоснабжении и горячем водоснабжении. – Энергия и менеджмент, 2002, NN2 и 3.
  15. Волон Г.Я. Внедрение имитационного моделирования в инженерную практику (программа МОДЭН, версия 2,0) – Энергия и менеджмент, 2001, NN 2, с. 30-33.
- ООО “Энерговент”, [www.energovent.com](http://www.energovent.com)

