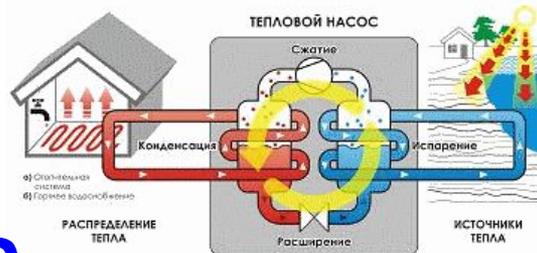
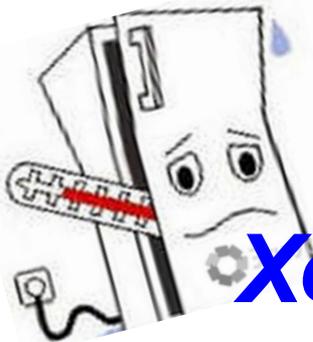


**IV региональный командный турнир
школьников
«Физик на все руки»**



**Холодильник
наоборот и
отопление.**



Школа физиков «Спектр»
МБОУ Богашевская СОШ им.
Федорова.
2016г

Выполнили:
Головин Никита
Новиков Павел
Логинов Сергей
Тарасов Алексей
Шамов Павел

Актуальность темы: *Истина всегда оказывается проще, чем можно было бы предположить. (Фейнман Р)*
Одним из путей решения глобальных мировых проблем энергосбережения является применение новых технологий по использованию возобновляемых источников энергии

Цели: *Изучив проблему, найти новые варианты энергосберегающих технологий отопления.*

- Задачи:**
- 1) Изучить принцип работы бытовых холодильников.*
 - 2) Изучить законы термодинамики, на которых базируется принцип действия холодильных установок.*
 - 3) Изучить имеющуюся практику применения «холодильника наоборот» для отопления жилья и учреждений социальной сферы.*
-

Нам известно

Традиционные источники получения энергии: *Уголь, газ.*

Нетрадиционные источники получения энергии:

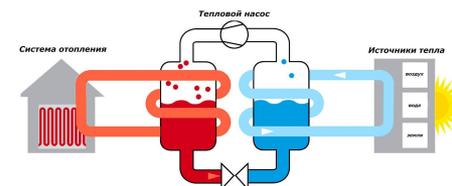
Ветер, вода, свет, тепло Земли.

Холодильник: *Чтобы охладить бутылку минеральной воды, поставим ее в холодильник. Холодильник должен «забрать» у бутылки часть тепловой энергии и, согласно закону сохранения энергии, ее куда-то переместить, отдать. Холодильник переносит теплоту на радиатор, обычно расположенный на задней его стенке холодильника. При этом радиатор нагревается, отдавая свое тепло в помещение. Фактически он отапливает помещение.*

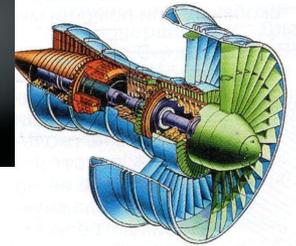
«Холодильник наоборот»

или

тепловой насос....



Тепловые машины, холодильники, тепловые насосы....

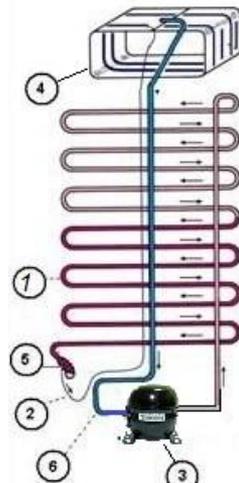


Тепловые машины:

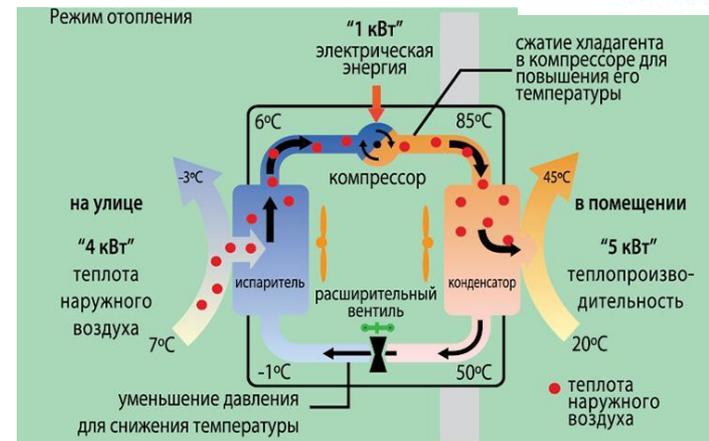
1. Паровой двигатель
2. Паровая турбина.
3. Двигатель внутреннего сгорания
4. Реактивный двигатель

Холодильники:

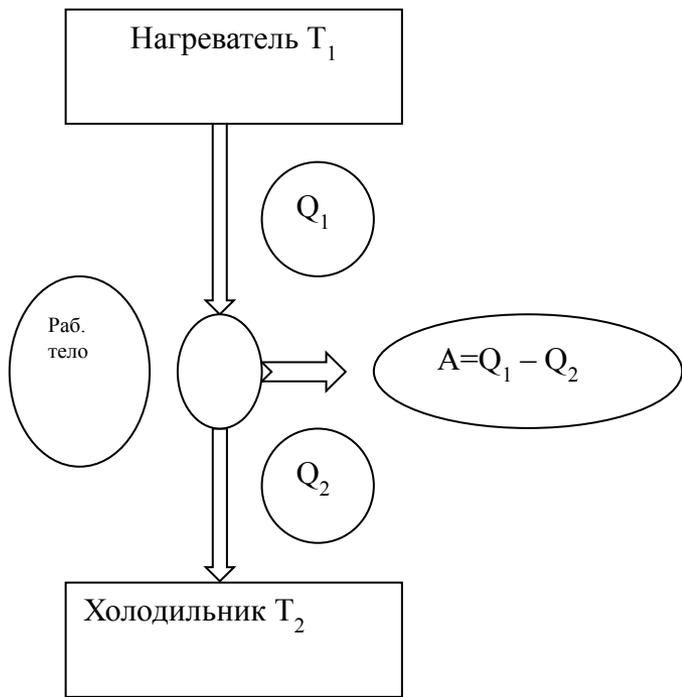
1. Конденсатор
2. Капиллярная трубка
3. Мотор – компрессор
4. Испаритель.



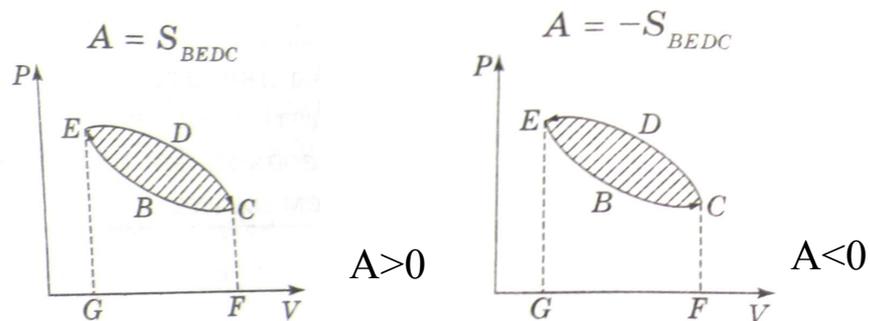
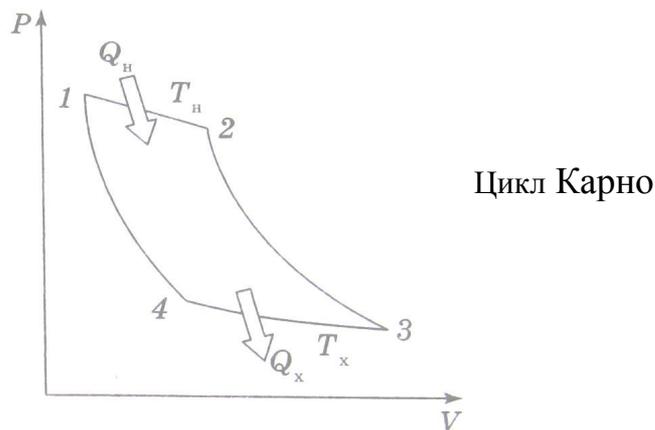
Тепловой двигатель:



Математическое обоснование работы теплового двигателя....



Принципиальная схема теплового двигателя

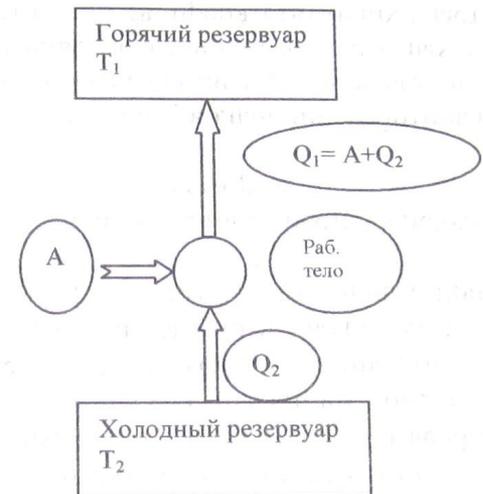


Математическое обоснование работы теплового двигателя....

- $\eta = A/Q_1 = 1 - Q_2/Q_1$ (1)... $\eta_{\max} = 1 - T_2/T_1$ (2)...
 - $\eta = 1 - T_2/T_1$ (3)... На основе формул (1,2,3) сделаем некоторые выводы:
 - $A = Q_1 - Q_2$ (4) – работа теплового двигателя.
 - Из(3) путем преобразований получим неравенство Клаузиуса: $Q_1/T_1 - Q_2/T_2 \leq 0$ (5)...
 - Подставляя в (5) из (4) вначале Q_2 , потом Q_1 , получим:
 - $A \leq Q_1 (1 - T_2/T_1)$ и $A \leq Q_2 (T_1/T_2 - 1)$ (6)...
-

Холодильник...

- В холодильнике все процессы происходят в направлении, обратном тому, которое характерно для тепловых двигателей. Принципиальная схема холодильной машины приведена на рисунке.
- За счет механической работы A от резервуара с более низкой температурой T_2 отнимается количество теплоты Q_2 . При этом резервуару с более высокой температурой T_1 передается количество теплоты Q_1 , равное сумме $A + Q_2$.



Математическое обоснование работы холодильника....

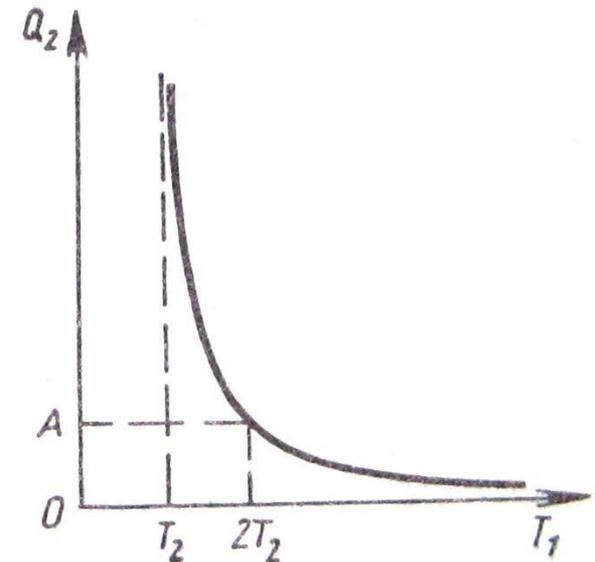
- Согласно соотношениям (5) и (6), знак неравенства должен быть заменен на противоположный. Имеем ввиду, что Q_1 отводимое тепло от рабочего тела ($Q_1 < 0$), Q_2 - подводимое к рабочему телу тепло ($Q_2 > 0$), A - работа, совершаемая над рабочим телом ($A > 0$).
- Для характеристики работы холодильника наибольший интерес представляет Q_2 . Найти его можно с помощью 2-го уравнения (6). Учтем, что $A > 0$, $Q_2 > 0$. Получаем:

$$Q_2 \leq A \left\{ \frac{1}{T_1/T_2 - 1} \right\} \quad (7)$$

Математическое обоснование работы холодильника....

- График зависимости Q_2 от температуры окружающей среды (T_1) для обратимого процесса изображен на рисунке.
- Из рисунка при $T_1 \gg T_2$ количество теплоты Q_2 к 0, но при малой разности температур $T_1 - T_2$ отношение Q_2/A может принимать большие значения. Таким образом эффективность холодильника при T_1 стремящемся к T_2 может быть весьма велика, т.к. Q_2 может значительно превышать работу A (работа компрессора).

$$Q_2 \leq A/(T_1/T_2 - 1)$$

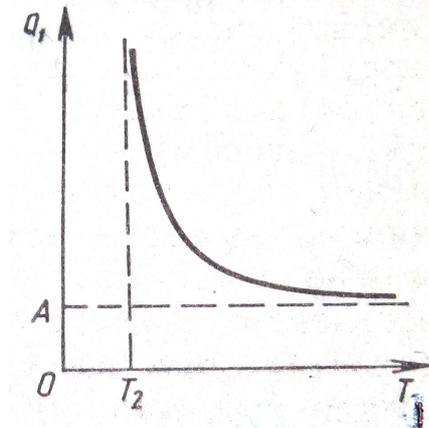


Математическое обоснование работы холодильника....

- Величина равная отношению Q_2 к работе внешних сил A получила название холодильный коэффициент ε , т. е. $\varepsilon = Q_2/A$. Следует иметь ввиду, что Q_2 тепло взятое от охлаждаемого тела. Из формулы (7) следует:
 - $$\varepsilon = Q_2 / A \leq 1 / (T_1/T_2 - 1) \quad (8)$$
 - В отличие от КПД теплового двигателя (1) холодильный коэффициент ε может принимать значения, больше единицы. Из (8) видно, что ε тем больше, чем меньше различаются температуры T_1 и T_2 .
-

Тепловой насос...

- Принципиальная схема теплового насоса идентична схеме холодильной машины (слайд 7). Суть работы теплового насоса заключается в следующем: тепло отбирается от холодного резервуара (воздух, Земля, водоем) и передается горячему резервуару, т.е. комнате. В отличие от холодильной машины для теплового насоса важно не Q_2 (взятое тепло у холодного резервуара), а Q_1 - тепло полученное горячим резервуаром. Преобразуем формулу (8), выразив Q_1 :
- $Q_1 \leq A / (1 - T_2 / T_1)$ (9)
- График этой зависимости (Q_1 и T_1) изображен на рисунке.



Пример экономичности тепловых насосов...

- Например, если $\varepsilon_{\text{отоп}} = 3,5$ означает, что при совершении работы A равной $1\text{кВт}\dots$, на выходе имеем полученное тепло Q_1 равное $3,5\text{ кВт}\dots$. Расчет произведен по формуле $\varepsilon_{\text{отоп}} = Q_1/A$ $Q_1 = \varepsilon_{\text{отоп}} A$. Выигрыш составляет $3,5 - 1 = 2,5\text{кВт}$.
-

Типы тепловых насосов...

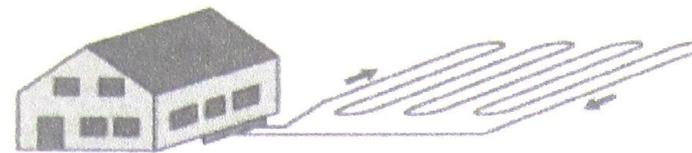
□ **Тепловой насос «грунт – вода»**

- Грунт – это источник рассеянного тепла. Он аккумулирует солнечную энергию, и круглый год подогревается изнутри, от ядра Земли. На глубине 5-7 м. температура практически постоянна в течении всего года. Необходимая энергия собирается теплообменником, заглубленным в землю, и аккумулируется в носителе, который насосом подается в испаритель и возвращается обратно за новой порцией тепла. В качестве такого переносчика энергии используют незамерзающую жидкость на основе этиленгликоля или пропиленгликоля.
-

Типы тепловых насосов...

- Тепловой насос «вода – вода»
 - Источником тепла в данном типе тепловых насосов является вода рек, озёр, почвенная вода скважин, сбрасываемая вода технологических установок. При этом тепловые насосы не отличаются от тех, что работают на земляном контуре. Благодаря более высокой температуре теплоносителя зимой (T_2) эффективность теплового насоса типа **«вода – вода»** оказывается более высокой согласно формулы (10). С 1-го метра трубопровода снимается до 30 Вт. Для установки теплового насоса мощностью 10кВт необходимо уложить в водоем контур длиной 333м.
 - Встречаются и другие виды тепловых насосов.
-

Типы тепловых насосов...

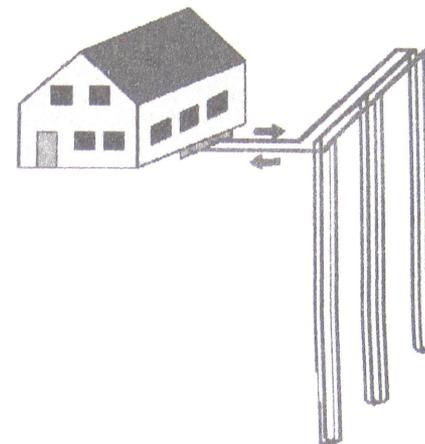


- Совокупность труб в земле называют коллектором. Последние бывают 2-х типов:
1. Грунтовой коллектор. 2. Грунтовой зонд.

- Грунтовой коллектор (горизонтальный) представляет собой длинную трубу, которая укладывается горизонтально под слоем грунта на глубину ниже промерзания. Расстояние между трубами в пределах метра. Ориентировочная мощность, снимаемая с 1-го погонного метра трубы, составляет 20-30 Вт. Таким образом, для установки теплого мощностью 10кВт. необходим контур длиной 500-333м. Для этих целей требуется участок земли площадью 600-400м². Схематически это выглядит так, как изображено на рис.

Типы тепловых насосов...

- Грунтовой коллектор или зонд (вертикальный) – это система длинных труб, опускаемых в глубокую скважину (50-150м.). В этом случае с 1-го погонного метра можно снять 50-60 Вт. Для установки теплового насоса производительностью 10кВт. необходима скважина глубиной 200-170м. . Схематически это выглядит так, как изображено на рис



Достоинства тепловых насосов...

1. Экономичность:

- Тепловой насос использует введенную в него энергию на голову эффективнее любых котлов, сжигающих топливо. Величина КПД у теплового насоса больше!!!! единицы. Характеристикой работы тепловых насосов согласно формулы (10) является отношение полученного количества теплоты Q_1 к затраченной работе A :
 - $\varepsilon_{\text{отоп}} = Q_1/A \leq 1 / (1 - T_2/T_1)$
 - 2. Повсеместность применения:

Источник рассеянного тепла можно найти в любом уголке нашей страны, поскольку грунт, вода есть везде.
-

Достоинства тепловых насосов...

3. Экологичность:

Тепловой насос не сжигает топливо. Следовательно, не образуются окислы типа CO, CO₂, SO₂, PbO₂.

4. Безопасность:

Тепловые насосы взрыво- и пожаробезопасны.

5. Особенности:

1. Тепловой насос выгоден в хорошо утепленном здании.

2. Чем больше разница теплоносителей на входе и выходе, тем меньше отопительный коэффициент ϵ отоп.

Например: $\epsilon_{\text{отоп}} = Q_1/A \cdot 1 / (1 - T_2/T_1)$ (10)

Возьмем $T_2 = 15^\circ \text{C}$ и $T_1 = 25^\circ \text{C}$. Тогда $\epsilon_{\text{отоп}} = 2,5$.

Возьмем $T_2 = 20^\circ \text{C}$ и $T_1 = 25^\circ \text{C}$. Тогда $\epsilon_{\text{отоп}} = 5$. Т.е. при меньшей разнице между T_1 и T_2 отопительный коэффициент $\epsilon_{\text{отоп}}$ выше.

География использования тепловых насосов....

- В странах Европы и Америки тепловые насосы применяют широко. Мы отстаем от них на порядок. Лидерами в использовании тепловых насосов в России являются Краснодарский край, Приморье, Москва.
 - Не отстает от мировых тенденций и Томский район. В настоящее время тепловые насосы успешно работают в Вершининской школе, Турунтаевском детском саду.
Вершининская школа.
 - Для теплоснабжения применяется тепловой насос типа вертикальный грунтовой коллектор.
 - Было произведено бурение двадцати четырех скважин глубиной 50 м.
-

Экономическое обоснование использования теплового насоса

Наименование учреждения	Вид теплоснабжения	Площадь (м ²)	Класс энергоэффективности	Расходы (руб)	(руб/м ²)
МАОУ «Спасская СОШ» (Вершининская школа):	Тепловой насос	1470	A	525 201,05	357,27
МАОУ «Калтайская СОШ»	Центральное отопление	1630	E	1 209 206,03	741,84
МАОУ «Итатская СОШ»	Центральное отопление	1444	A	1 145 014,94	792,94
МБОУ «Турунтаевская СОШ» (здание детского сада)	Тепловой насос	288	A	96 324,67	334,46
МБДОУ «Детский сад с.Александровское»	Собственная угольная котельная	235	B	757 008,64	3221,31
МБДОУ «Детский сад д.Кудринский Участок»	Собственная угольная котельная	220	E	349 810,76	1590,04
МБДОУ «Детский сад д.Кудринский Участок»	Собственная угольная котельная	220	E	349 810,76	1590,04

Тепловой насос Вершининской школы потребляет в 5-10 раз меньше финансовых средств, чем при традиционных способах теплоснабжения.

Наименование вида теплоснабжения	Стоимость затрат на строительство (рублей)	Стоимость ежегодной эксплуатации (рублей)	Суммарная стоимость затрат на отопление за 10 лет (рублей)
Тепловой насос	10 000 000	165 148	11 650 000
Газовая котельная	1 850 000	1 024 703	12 097 030
Угольная котельная	600 000	1 903 000	19 630 000

Мы в Вершинино...



Руководитель компании «Экоклимат» Гранин Георгий Викторович,

Этапы установки нового отопления Вершининской школе...



Погружение отопительных трубок в скважины.



Траншея глубиной 2м. для подведения трубок к школе.



Отопительные трубки подведены к зданию школы.



Запорная арматура подземного контура.



Тепловой насос Danfoss, который отапливает Вершининскую школу.