Санкт- Петербургский техникум отраслевых технологий, финансов и права

Лекция 6
Понятие о втором начале термодинамики. Принцип действия тепловой машины и ее КПД

г. Санкт-Петербург
2020г.

Тепловой двигатель

Это устройство, превращающее внутреннюю энергию топлива в механическую.

К тепловым двигателям относятся:

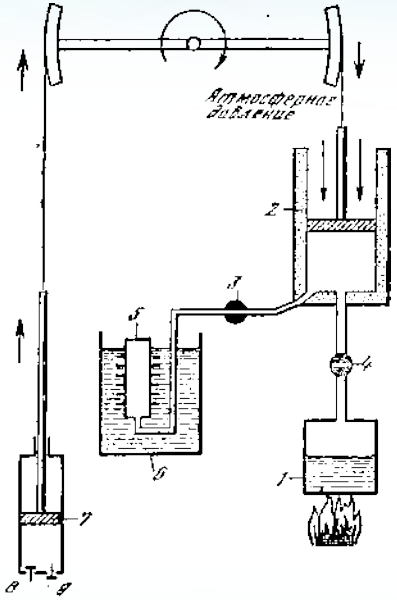
- паровые машины;
- двигатели внутреннего сгорания (ДВС);
- паровые и газовые турбины;
- ракетные двигатели

И.И. Ползунов - создатель первой в России паросиловой установки (1765г.)

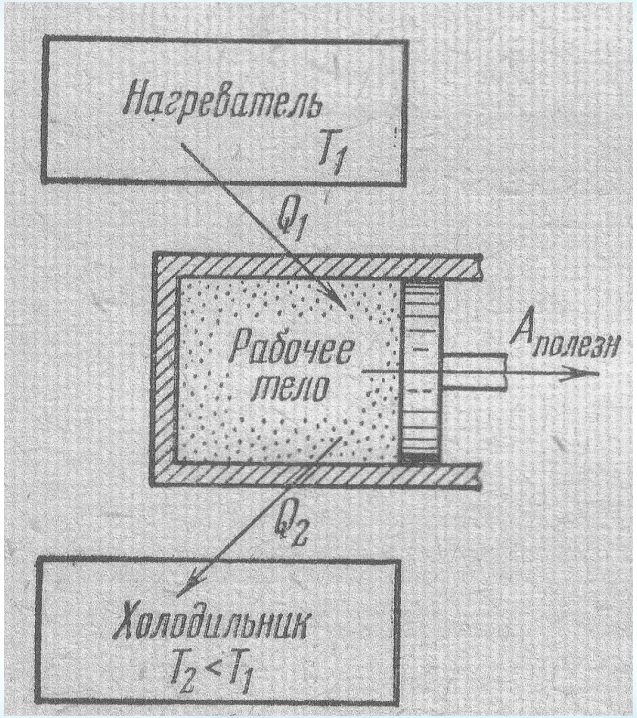
Ползунов — *«муж, делающий честь своему отечеству. Он строит теперь огненную машину, совсем отличную от венгерской и английской»*.

Э. Г. Лаксман

Джеймс Уатт – изобретатель универсальной паровой машины (1785г.)



Устройство и принцип действия теплового двигателя



Тепловой двигатель включает **три части**:

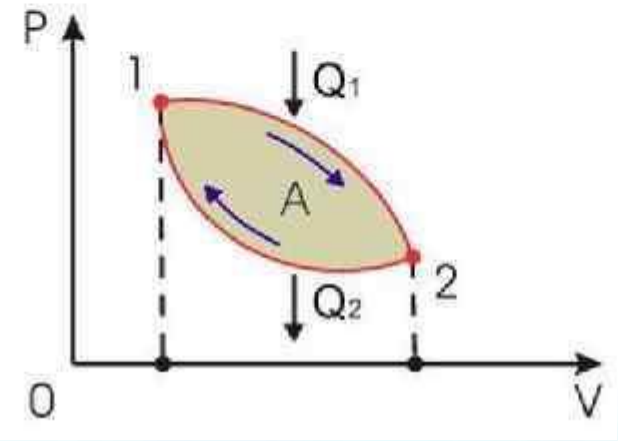
- рабочее тело;
- нагреватель;
- холодильник

Принцип действия теплового двигателя основан **на свойстве газа** или **пара при расширении совершать работу.**

Принцип действия теплового двигателя

Тепловой двигатель работает **циклически.**

В процессе работы теплового двигателя **периодически повторяются расширения и сжатия газа.**



Тело из начального состояния 1 переводится в конечное 2, а затем через другие промежуточные состояния возвращается в начальное состояние1, т.е. совершается **круговой процесс** или **цикл.**

Полезная работа за цикл:

$$A_{полезн} = A_1 - A_2 = Q_1 - Q_2 .$$

Идеальная тепловая машина

Сади Карно (1796-1832)

Рабочее тело – идеальный газ

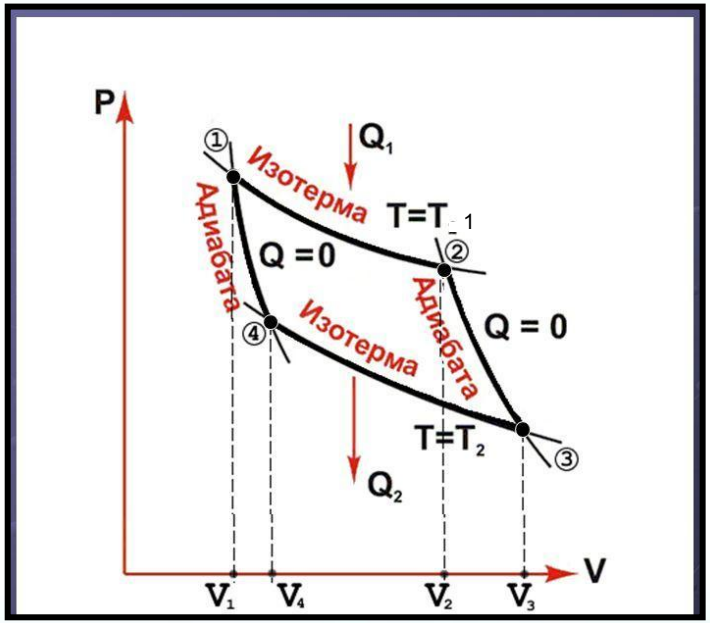
В идеальной машине
отсутствуют потери:

- на теплопроводность,
- на трение,
- на излучение и т.д.

Идеальная тепловая машина работает по **циклу Карно**

Цикл Карно

Цикл Карно состоит из **двух изотермических** и **двух адиабатных** процессов.



1-2 - газ **изотермически** расширяется, совершая положительную работу, при температуре T_1

2-3 - сосуд теплоизолируют, газ продолжает расширяться **адиабатно,** его температура понижается до температуры холодильника T_2

3-4 - газ приводят в контакт с холодильником, при **изотермическом** сжатии он отдает холодильнику количество теплоты Q_2

4-1 - сосуд снова термоизолируют, идеальный газ сжимается **адиабатно** и возвращается в первоначальное состояние: $\Delta V = 0$.

К.п.д. тепловой машины

Согласно закону сохранения энергии работа, совершаемая двигателем, равна:

$$A = Q_1 - Q_2$$

где Q_1 - количество теплоты, полученное от нагревателя,
Q_2 - количество теплоты, отданное холодильнику.

Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя :

$$\eta = A / Q_1 = (Q_1 - |Q_2|) / Q_1 = 1 - |Q_2| / Q_1$$

Максимально возможный КПД:

$$\eta_{max} = (T_1 - T_2) / T_1 = 1 - T_2 / T_1$$

Второе начало термодинамики

Первое начало термодинамики устанавливает **количественное** соотношение между **количеством теплоты, работой и изменением внутренней энергии** тела.

$$Q = \Delta U + A$$

Второе начало термодинамики определяет **направление процессов**, происходящих в природе и связанных с превращением энергии.

Теплота не может сама собой переходить от тела с более низкой температурой к телу с более высокой температурой при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или в окружающих телах.

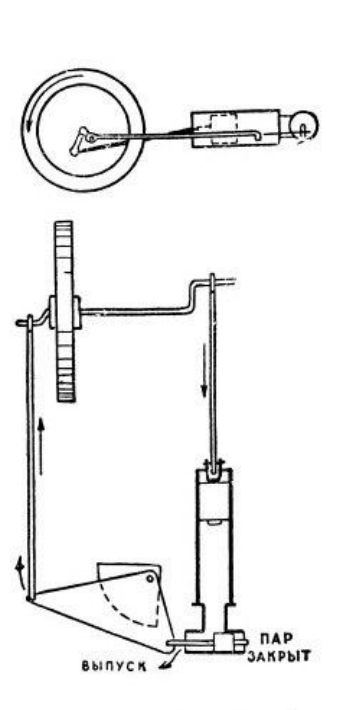
Влияние тепловых машин на окружающую среду

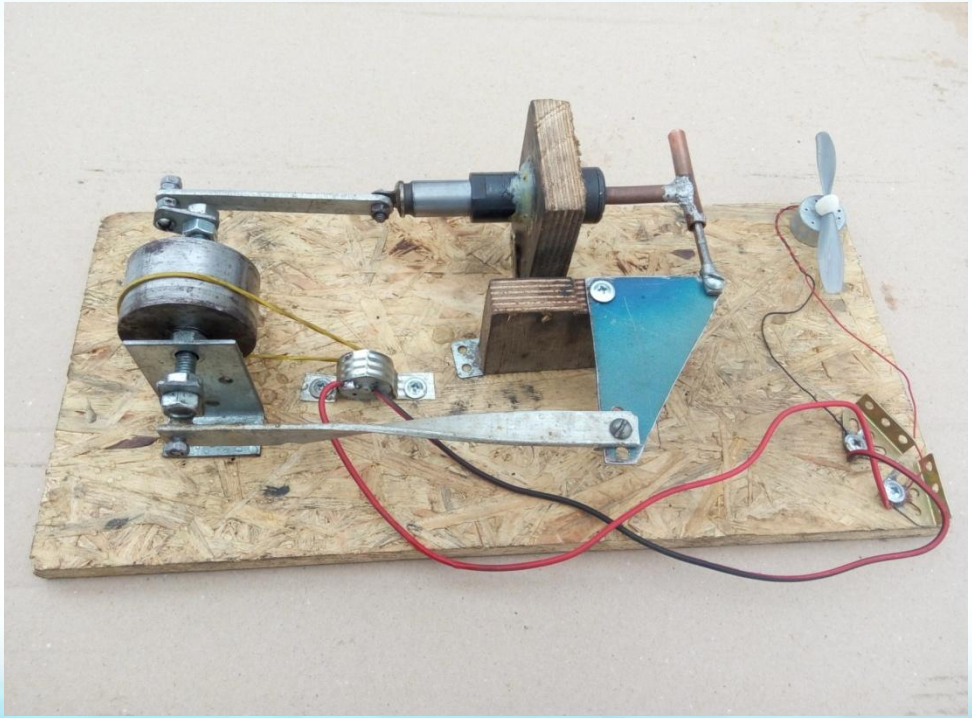
- Из-за **отвода в окружающую среду** значительных количеств **теплоты** возникает **«тепловое загрязнение» среды**;

- Из-за **сжигания топлива:**

✔ **расходуется атмосферный кислород;**
✔ в атмосферу **выделяется углекислый газ;**
✔ **атмосфера загрязняется** азотными и серными соединениями, **золой, хлопьями сажи**

Модель парового двигателя, выполненная студентом группы 1-С-127 Федоровым И. в ходе индивидуального проекта





Как работает модель парового двигателя?