

# НЕОБРАТИМОСТЬ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРИРОДЕ. II ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Обратимый процесс – это...

**Необратимый процесс** – это...

## Тепловые процессы в природе необратимы.

- Например: - переход теплоты от горячего тела к холодному;  
- переход механической энергии во внутреннюю.

## II закон термодинамики

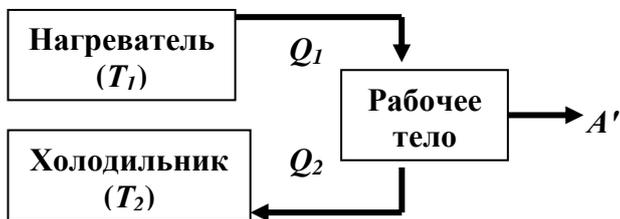
Невозможно перевести тепло от более холодной системы к более горячей при отсутствии одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах.  
(Р.Клаузиус, Германия, 1850)



Невозможно осуществить такой **периодический** процесс, единственным результатом которого было бы получение работы за счет теплоты, взятой от одного источника.  
(У.Томсон (Кельвин), Англия, 1851 )

**Границы применимости закона:** только для макроскопических систем.

## Тепловой двигатель – это...



- Условия работы: 1.  $T_1 > T_2$   
2. цикличность (цикл  $\equiv$  круговой процесс)

$A' = Q_1 - Q_2$  – работа, совершаемая т.д.

**КПД теплового двигателя** – это...,  $\eta$ , [%]

$$\eta = A'/Q_1 = 1 - Q_2/Q_1$$

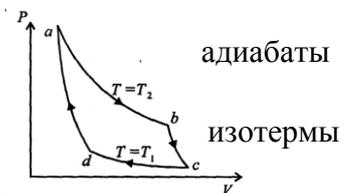
$\eta < 100\%$

### Идеальная тепловая машина – цикл Карно (Франция, 1824)

Рабочее тело – идеальный газ

$$\eta_{ид.} = (T_1 - T_2)/T_1$$

$$\eta_{ид} = \eta_{max}$$



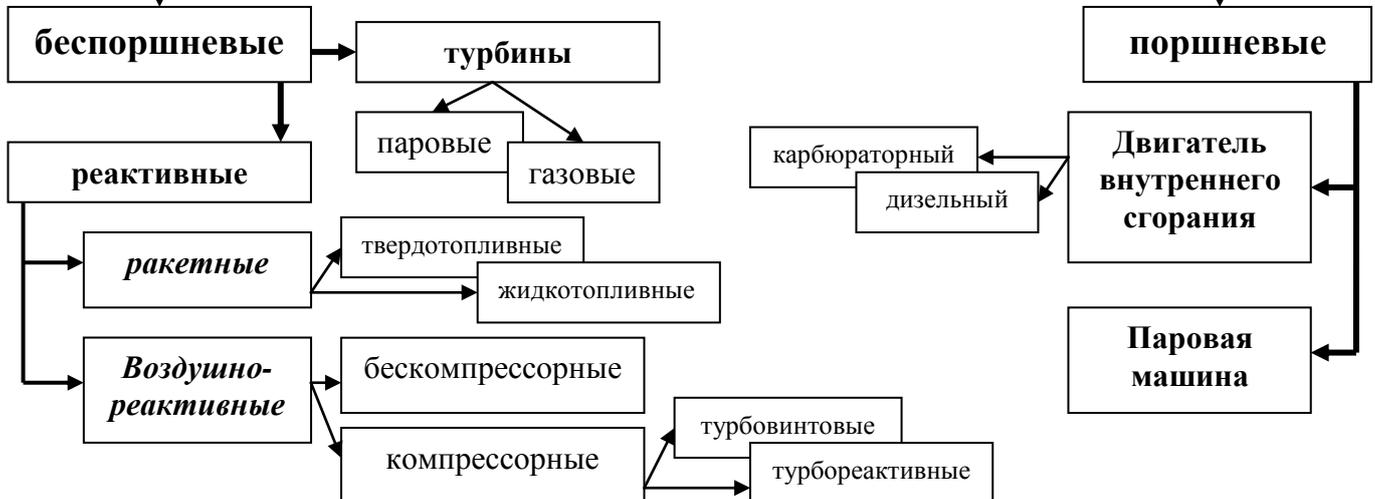
### Реальная тепловая машина

Рабочее тело – газ или пар

Процессы:  $\approx$  изотермический и адиабатный

$$\eta_{реальн} < \eta_{ид}$$

## Классификация тепловых двигателей



### Пути повышения КПД тепловых двигателей:

- $\uparrow T_{нагревателя} (T_1) \rightarrow$  создание новых термостойких материалов
- $\downarrow T_{холодильника} (T_2); T_{min} = T_{окр. среды}$