

# Лекция 9

- Принципы конструирования тепловых машин
- Циклический процесс
- Работа в циклическом процессе
- Второе начало термодинамики (формулировки Клаузиуса и Томсона)
- Нагреватель и холодильник
- КПД тепловой машины
- Цикл Карно. Идеальная тепловая машина. КПД идеальной тепловой машины. Теоремы Карно
- Холодильная машина
- Тепловой насос

# Второе начало термодинамики

- В.Томсон (Кельвин), 1851

Невозможно осуществить такой **циклический** процесс, **единственным** результатом которого было бы превращение нацело в механическую работу количества теплоты, взятого у одного тела

# Второе начало термодинамики

- Р. Клаузиус, 1850

Невозможно осуществить такой **циклический** процесс, **единственным** результатом которого была бы передача количества теплоты от менее нагретого тела более нагретому

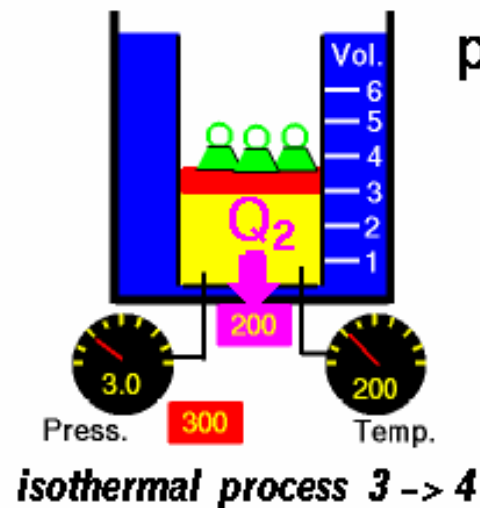
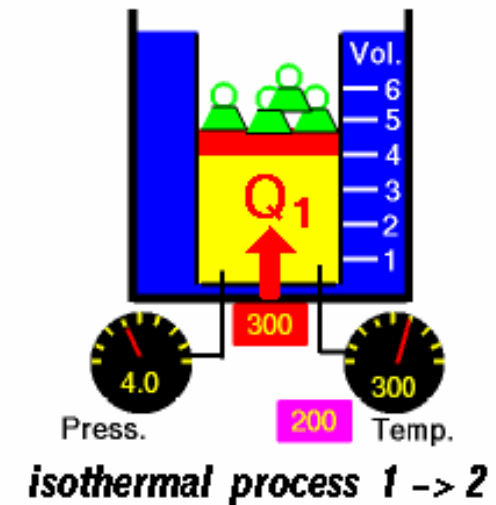
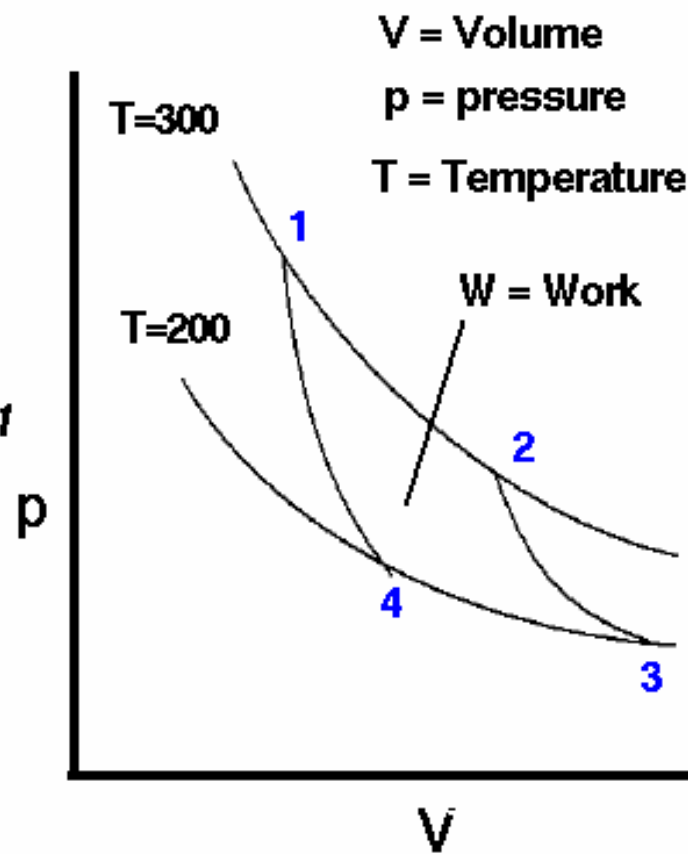
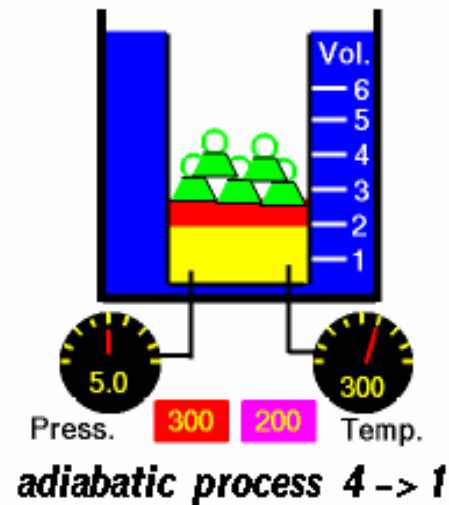


# Цикл Карно

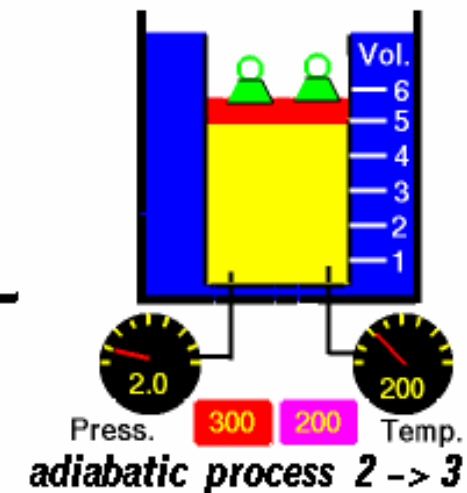
## *Ideal Carnot Cycle*

*p-V diagram*

Glenn  
Research  
Center



$$W = Q_1 - Q_2$$



# Первая теорема Карно

Тепловая машина, работающая при данных  $T_n$  и  $T_x$ , не может иметь КПД больший, чем тепловая машина, работающая по обратимому циклу Карно с теми же  $T_n$  и  $T_x$

# Вторая теорема Карно

КПД обратимого цикла Карно не зависит от рода рабочего тела, а зависит только от  $T_n$  и  $T_x$

# Двухтактный поршневой двигатель

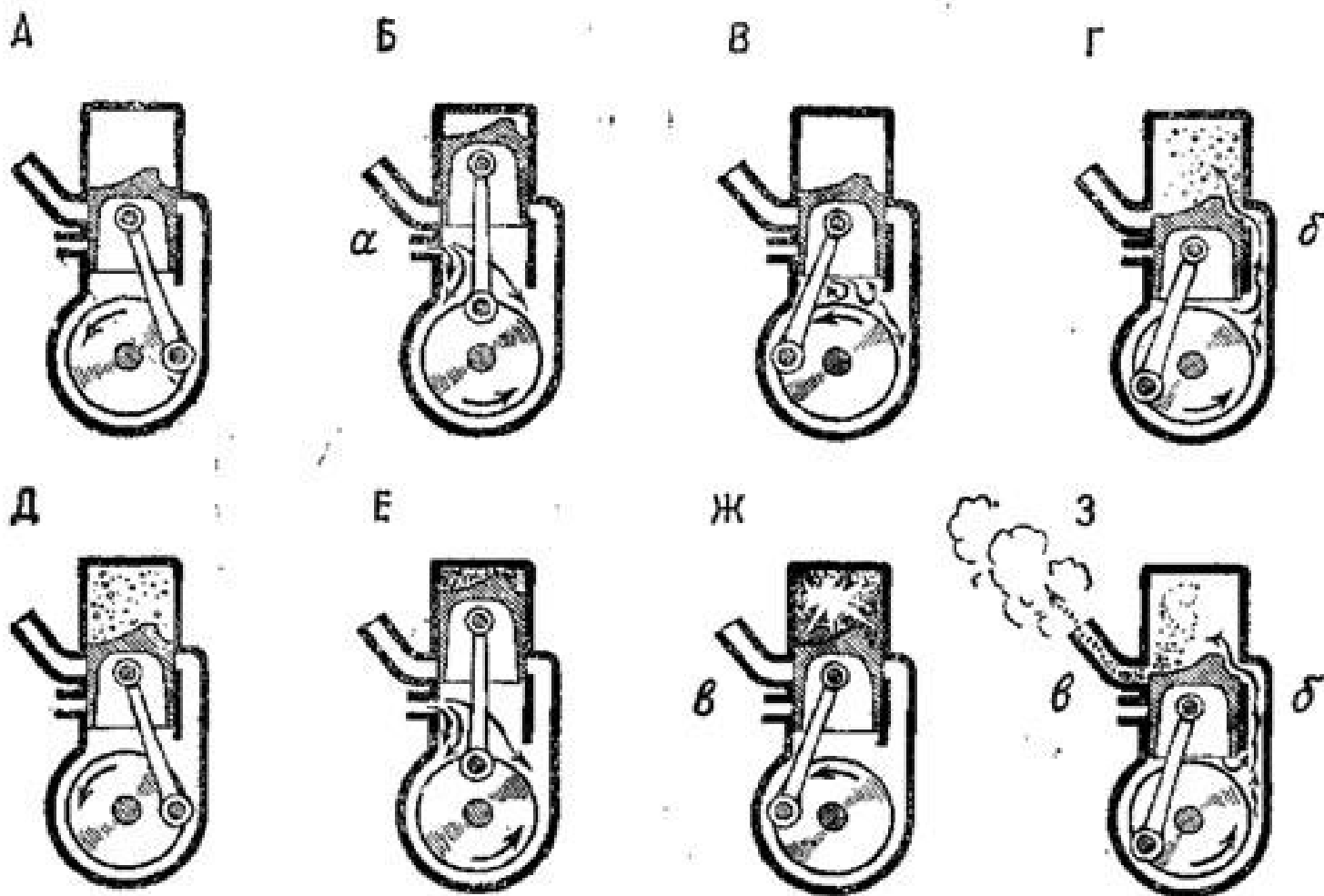
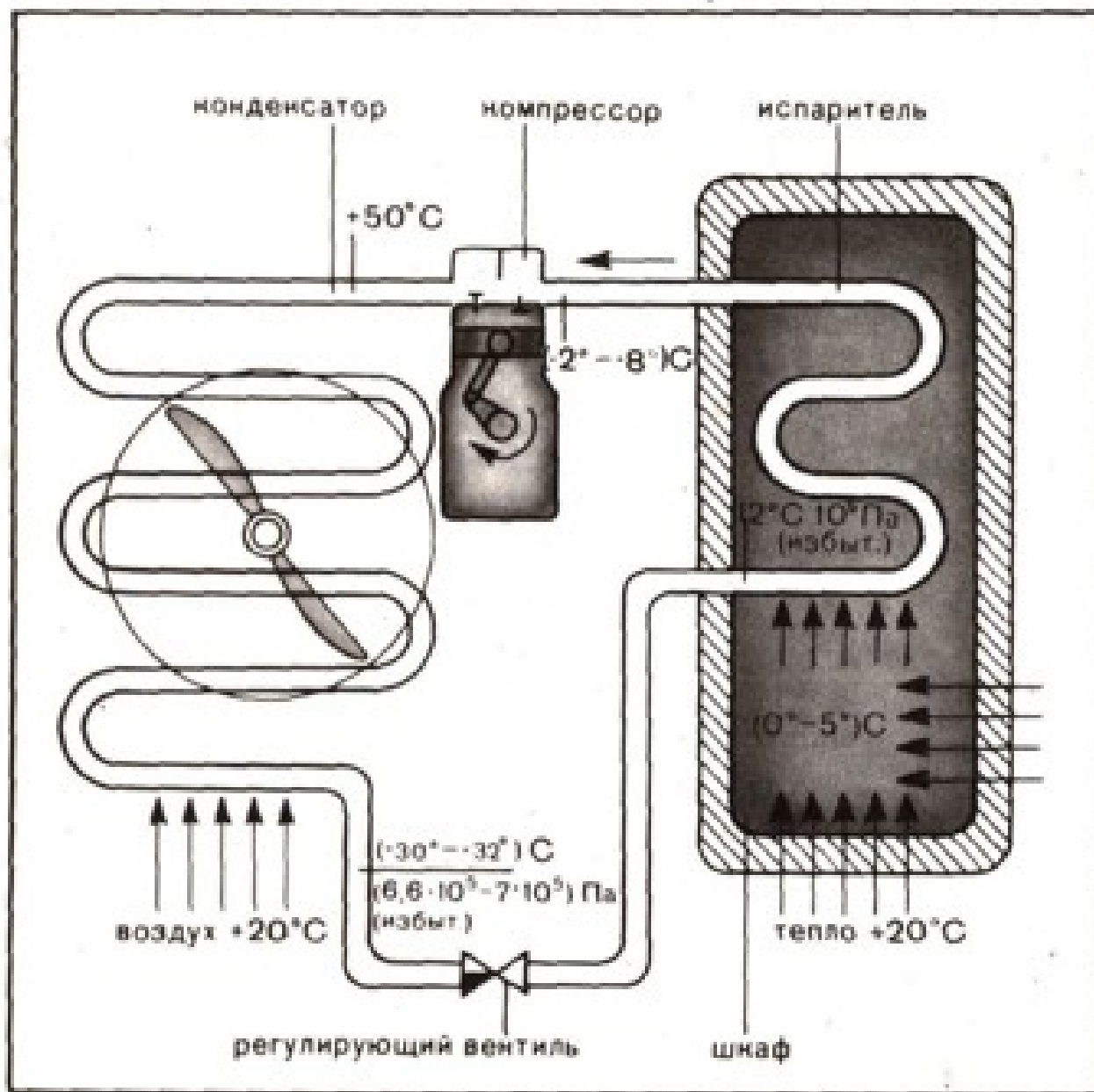


Рис. 296. Схема работы двухтактного двигателя компрессионного типа

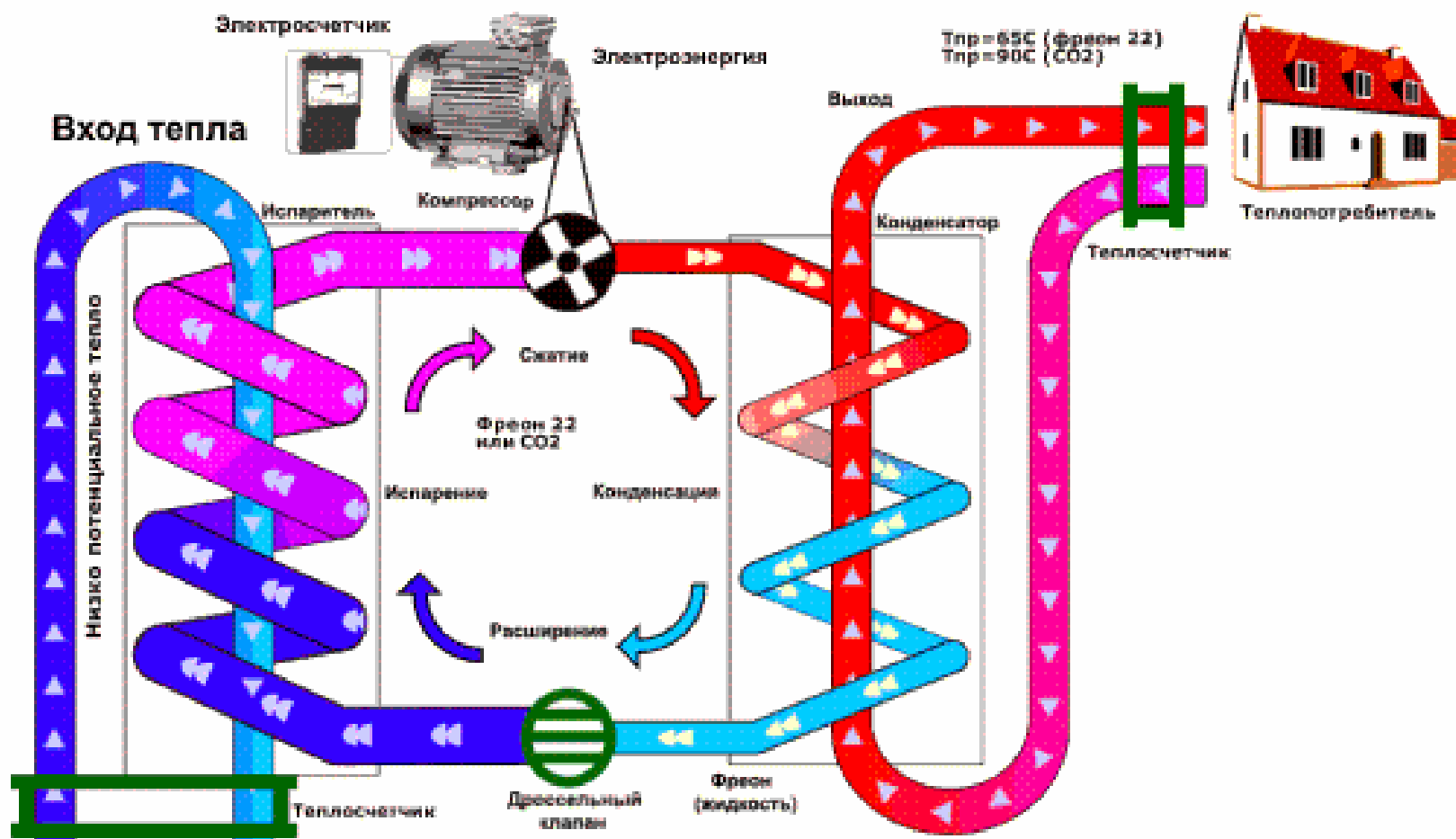
# Холодильная машина





# Тепловой насос

Принципиальная схема теплового насоса



Тепло водоемов, грунтовых вод, техногенное тепло и т.д.