

Промышленная теплоэнергетика

Занятие 14

Классификация турбин. Активные и реактивные турбины.
Мощность и к.п.д. турбины.

Двигатели внутреннего сгорания: классификация и принцип действия. Техничко-экономические показатели двигателей внутреннего сгорания. Тепловой баланс двигателя внутреннего сгорания.

Действие рабочего тела на лопатки

Турбина – двигатель, в котором теплота рабочего тела последовательно преобразуется в кинетическую энергию струи, а затем в механическую работу.

АКТИВНЫЕ

РЕАКТИВНЫЕ

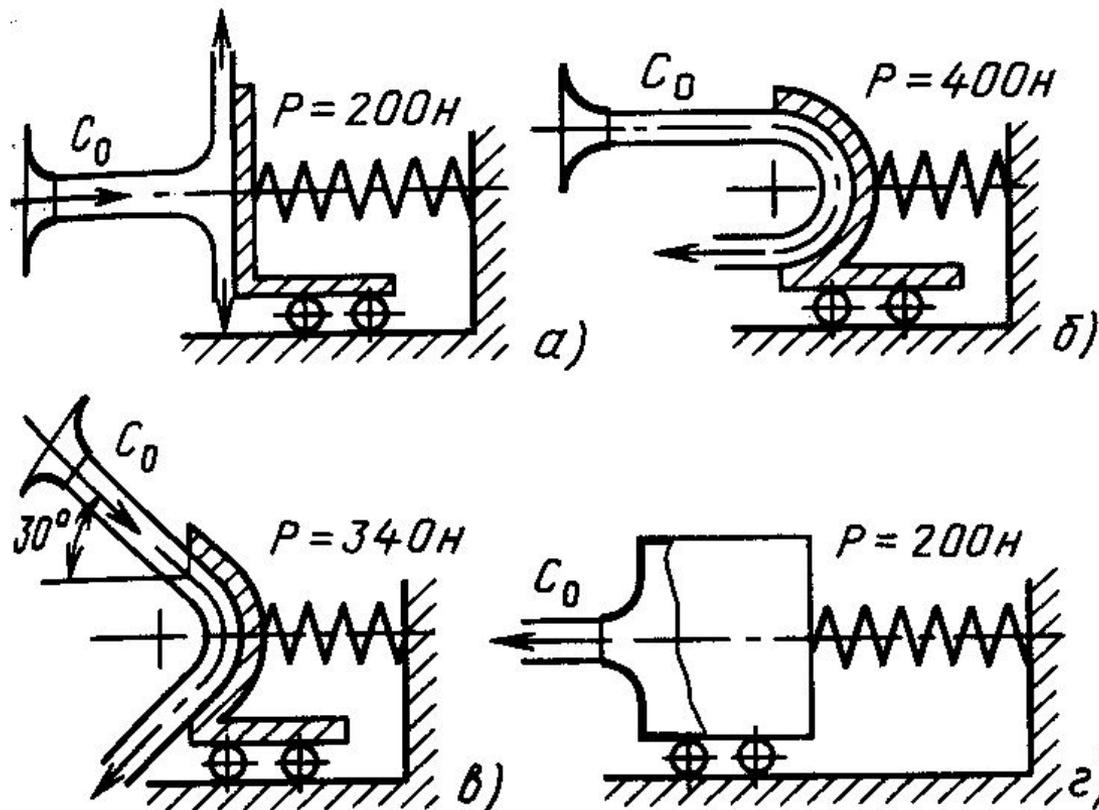
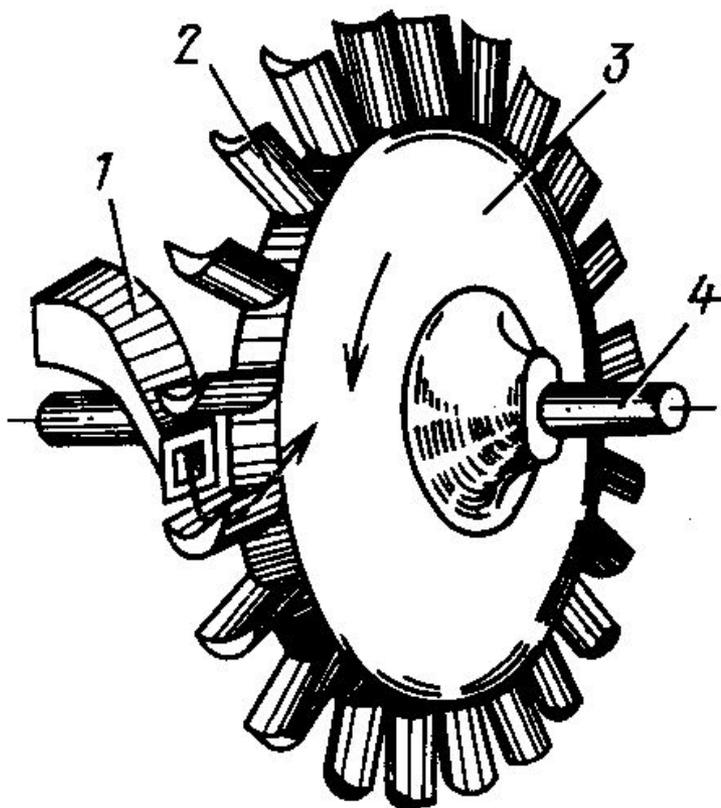


Схема действия струи газа на поверхности тел

Активные турбины

Активная турбина (турбина равного давления) – турбина, в которой весь располагаемый теплоперепад преобразуется в кинетическую энергию потока в соплах, а в каналах между рабочими лопатками расширения не происходит.



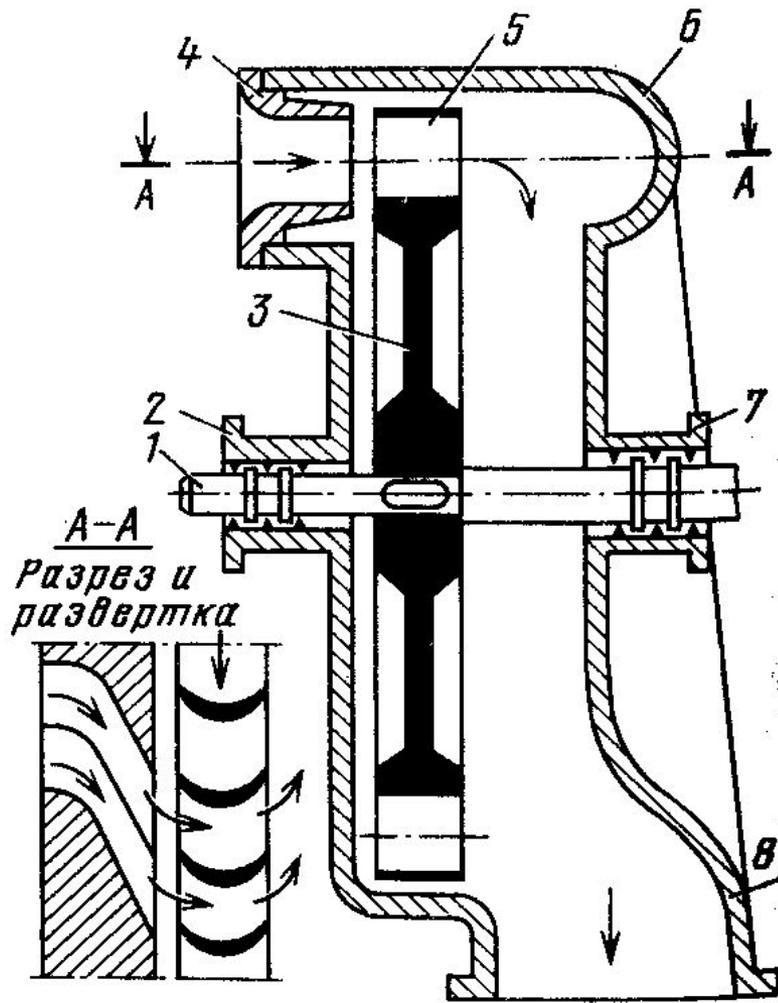
- 1 – сопло
- 2 – рабочие лопатки
- 3 – диск
- 4 – вал

Ротор – диск с закрепленными на нём рабочими лопатками и валом

Ступень – один ряд сопл и один диск с рабочими лопатками

Схема ступени активной турбины

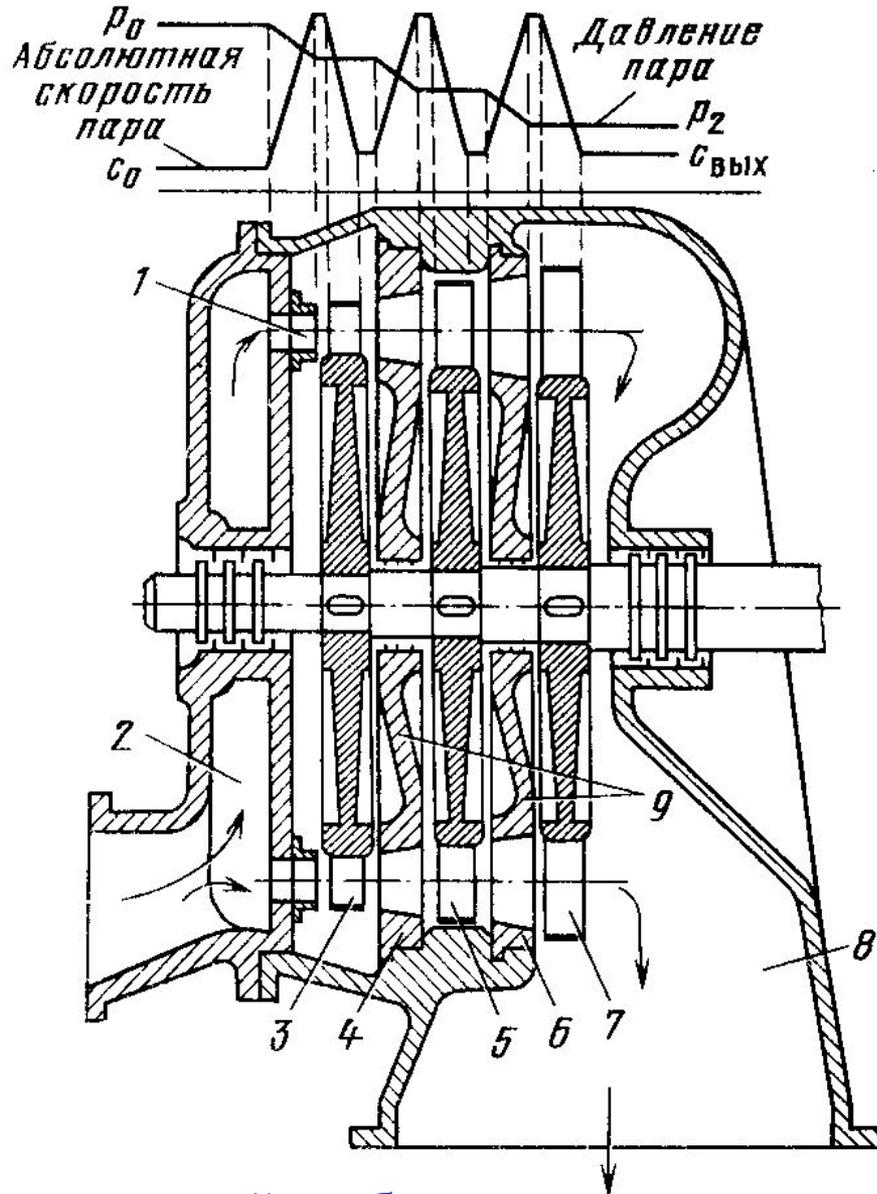
Активные турбины



- 1 – вал
- 2 – лабиринтовое уплотнение
- 3 – диск
- 4 – сопла
- 5 – рабочие лопатки
- 6 – корпус
- 7 – лабиринтовое уплотнение
- 8 – выхлопной патрубок

Одноступенчатая активная турбина Лавалея 1883г

Активные турбины

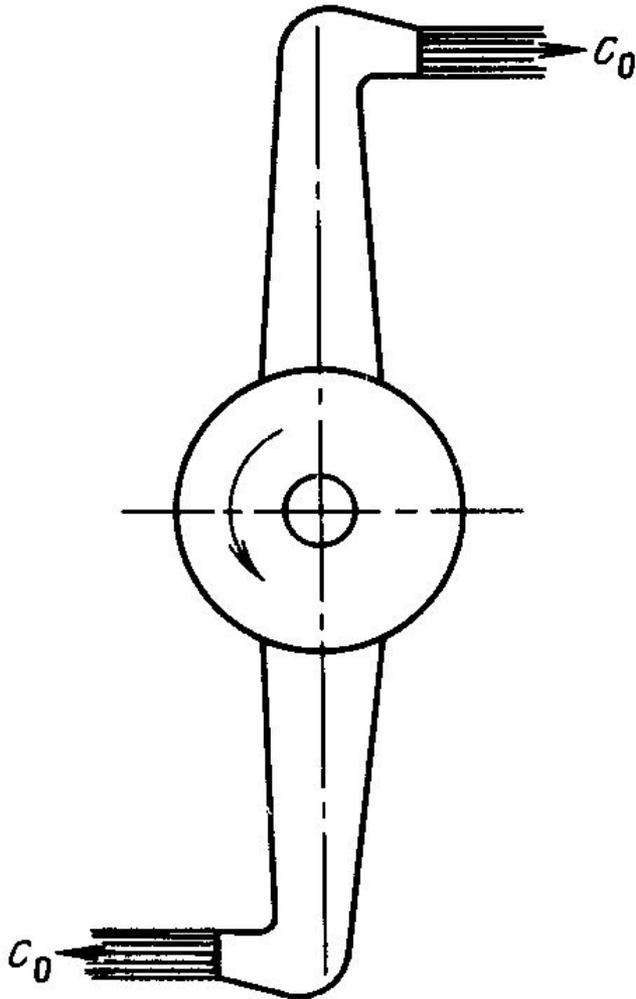


Для повышения к.п.д. и уменьшения скоростей потока в межлопаточных каналах применяют многоступенчатые турбины

- 1 – сопло
- 2 – входной патрубок
- 3 – рабочая лопатка I ступени
- 4 – сопло
- 5 – рабочая лопатка II ступени
- 6 – сопло
- 7 – рабочая лопатка III ступени
- 8 – выхлопной патрубок
- 9 – диафрагмы

Схема активной турбины с тремя ступенями давления

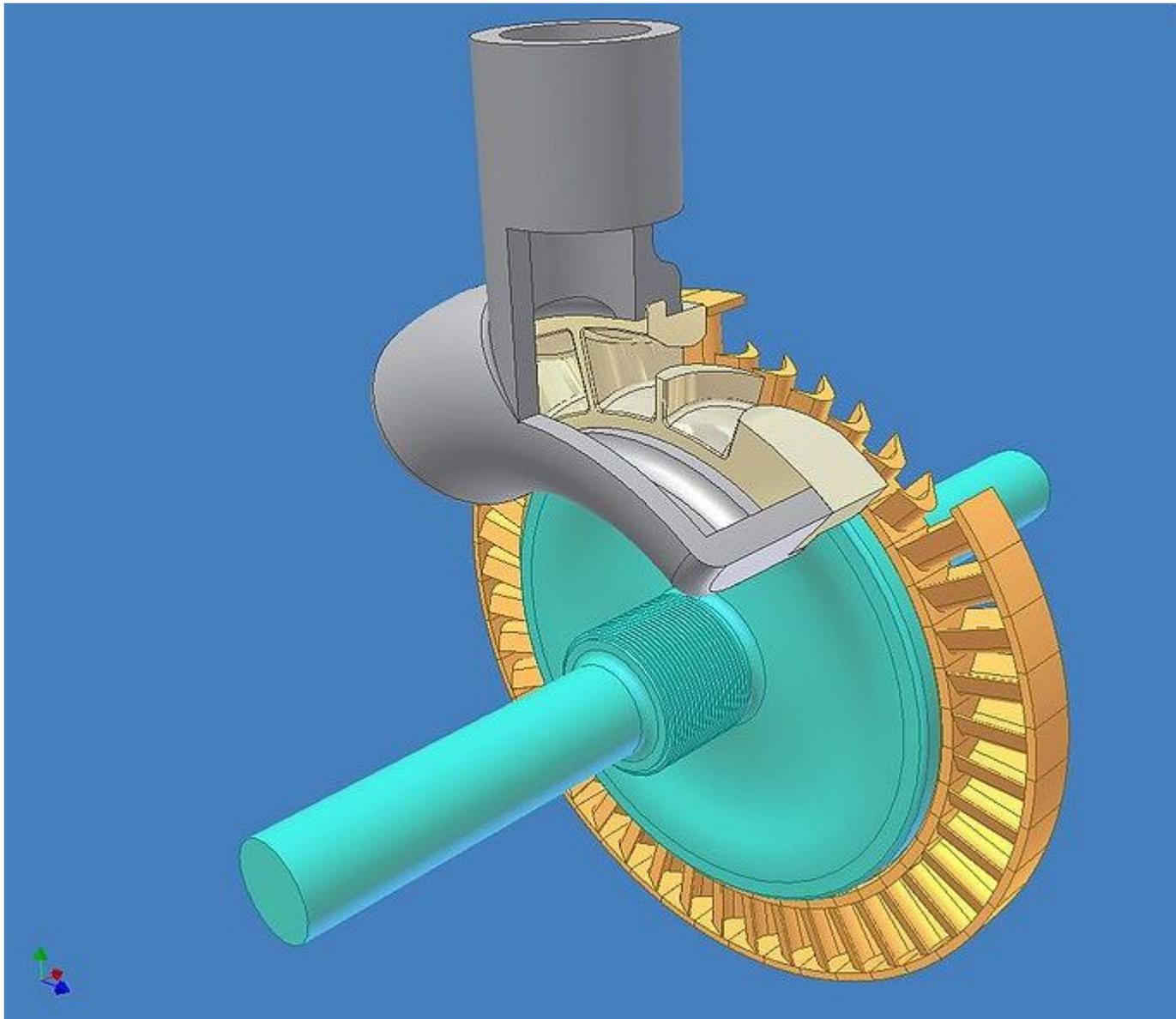
Реактивные турбины



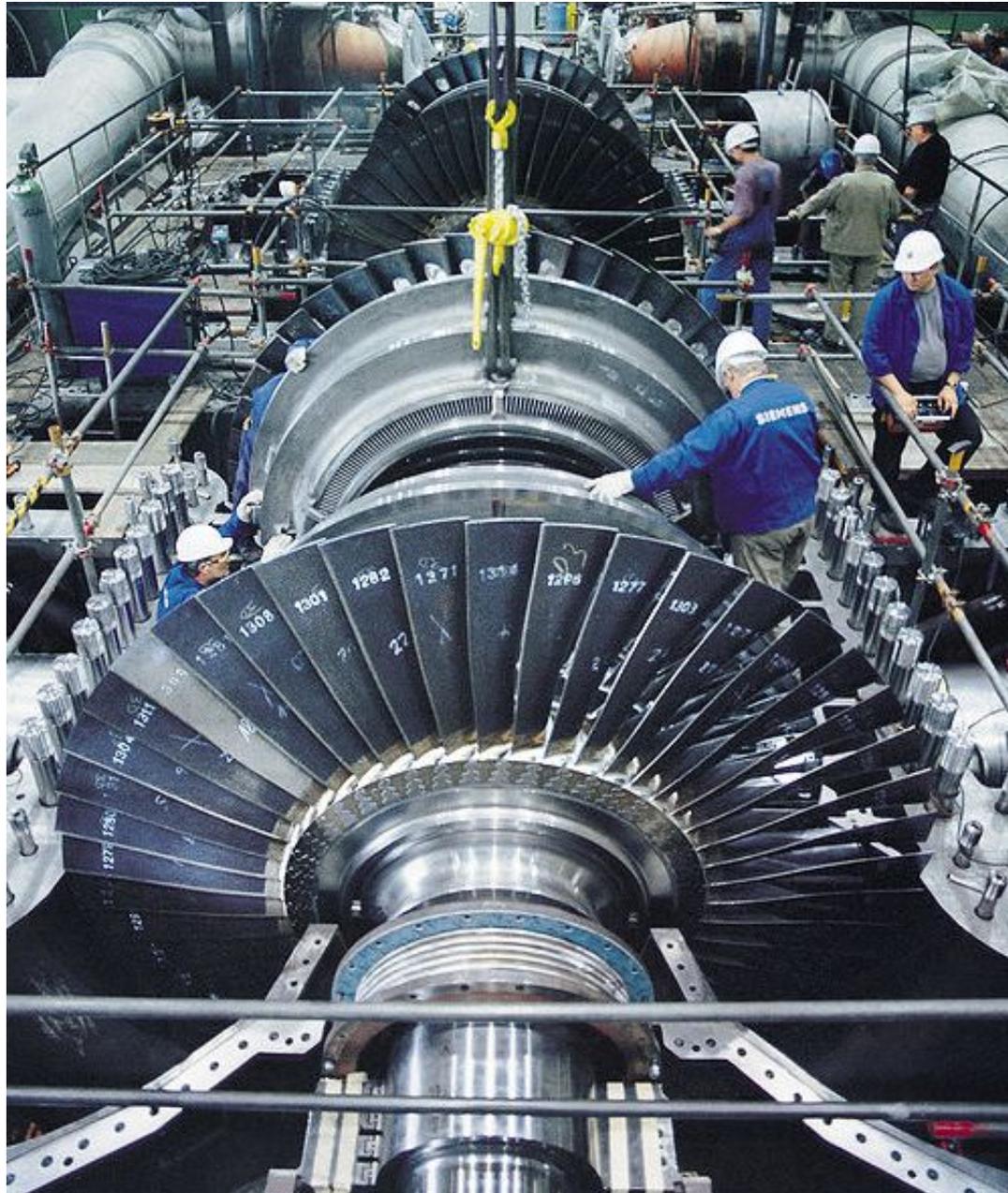
Реактивная турбина – турбина, у которой располагаемый теплоперепад преобразуется в кинетическую энергию потока не только в соплах, но и на рабочих лопатках.

Модель реактивной паровой турбины
Герона Александрийского 120 г до н.э.

Модель первой ступени паровой турбины



Монтаж ротора паровой турбины



Монтаж рабочих лопаток на ротор турбины



Мощность и к.п.д. турбины

Внутренняя (индикаторная) мощность N_i

Мощность, развиваемая лопатками N_0

Эффективная (на валу) мощность N_e

Внутренний
относительный к.п.д.

$$\eta_{0i} = \frac{N_i}{N_0}$$

Механический к.п.д.

$$\eta_{мех} = \frac{N_e}{N_i}$$

$$\eta_{0i} = 0,7 \div 0,88$$

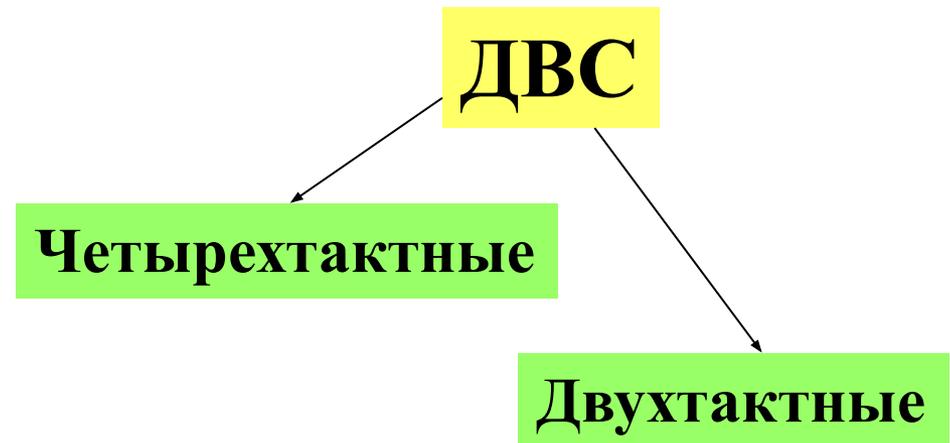
$$\eta_{мех} = 0,99 \div 0,995$$

Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания

Двигателем внутреннего сгорания называется поршневой двигатель, рабочим телом в котором являются продукты сгорания топлива, сгорающего непосредственно в объеме цилиндра.

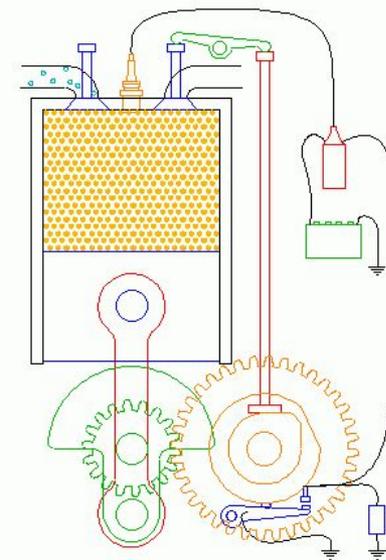
Крайние положения поршня – ВМТ и НМТ

Ход поршня от ВМТ до НМТ - такт

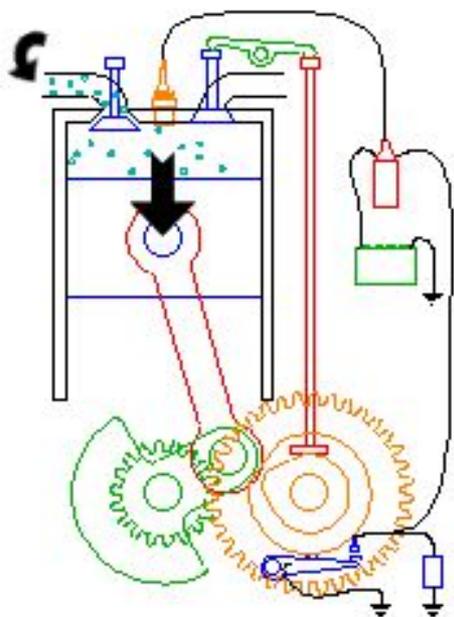


Работа четырехтактного двигателя

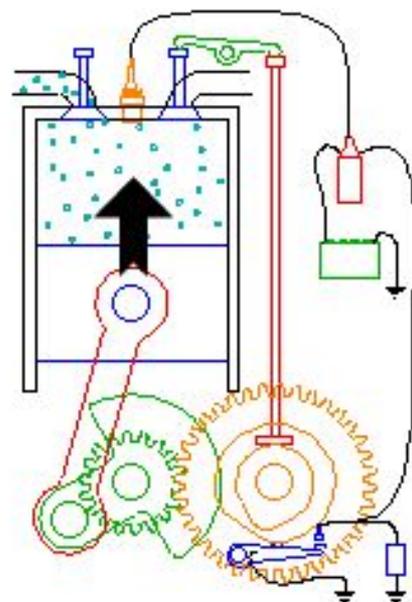
Такты работы двигателя



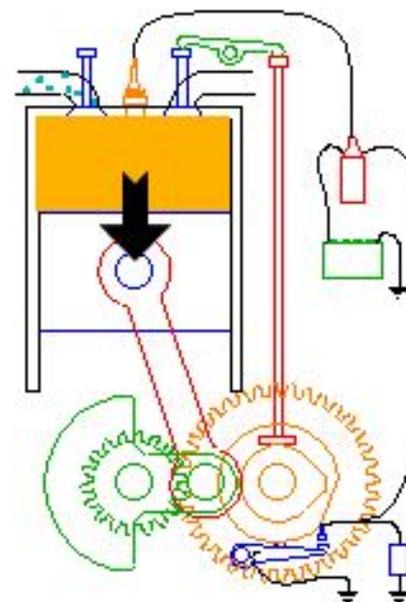
Впуск



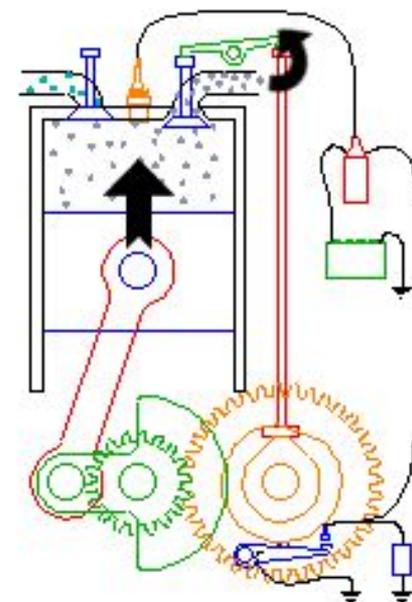
Сжатие



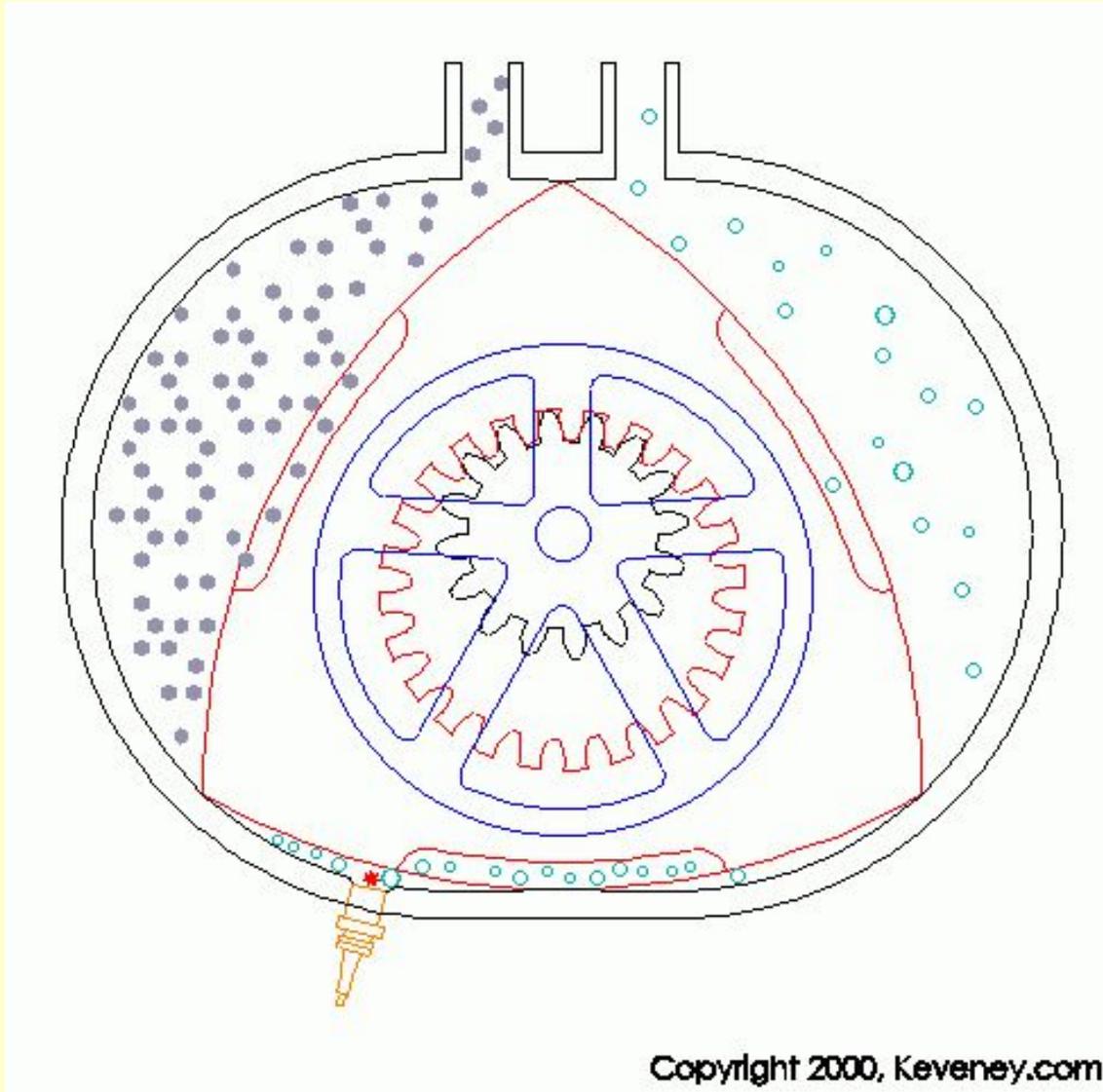
Рабочий ход



Выхлоп

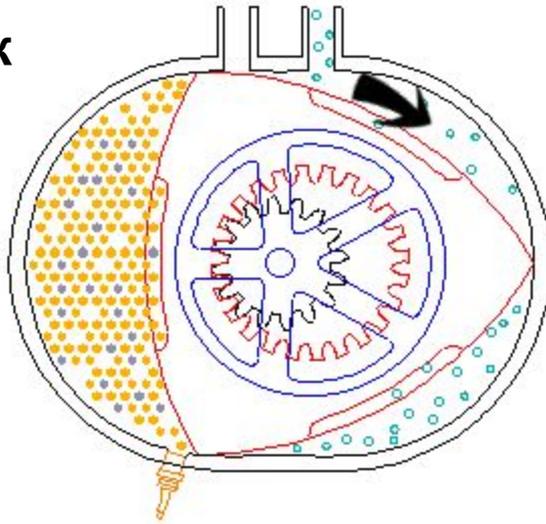


Роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания

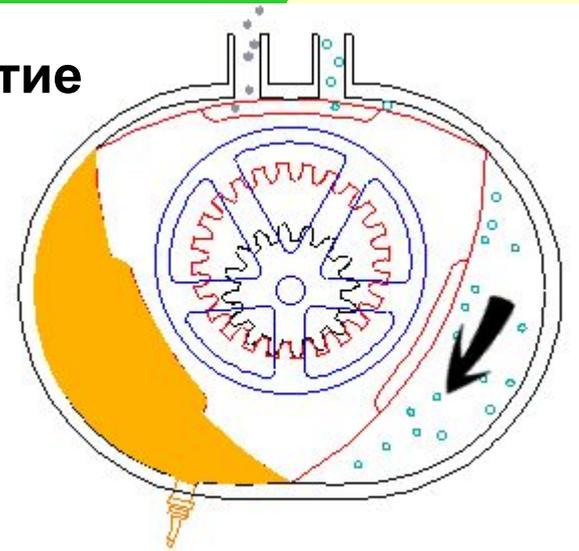


Рабочий цикл роторно-поршневого ДВС

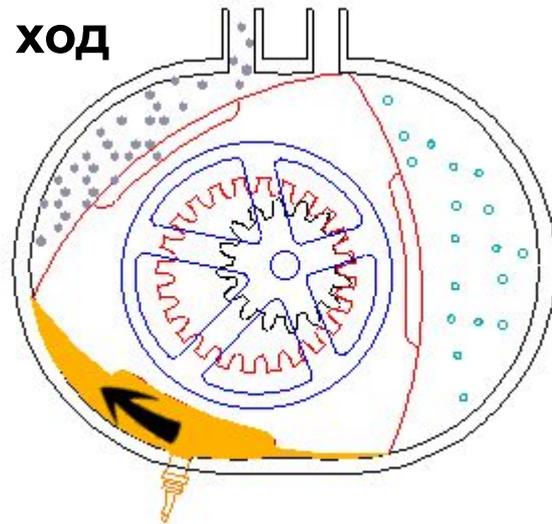
Впуск



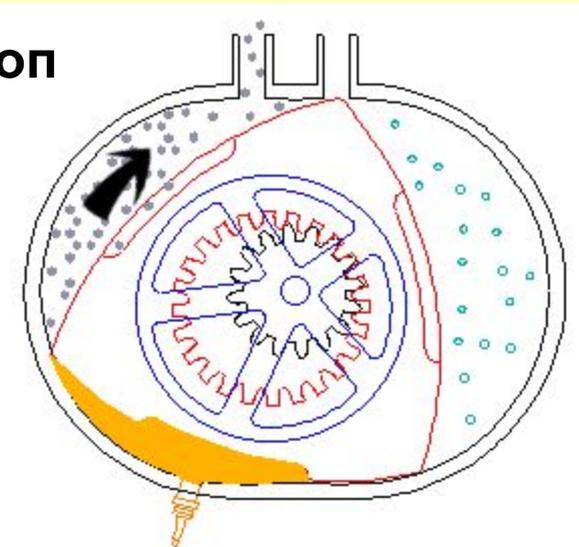
Сжатие



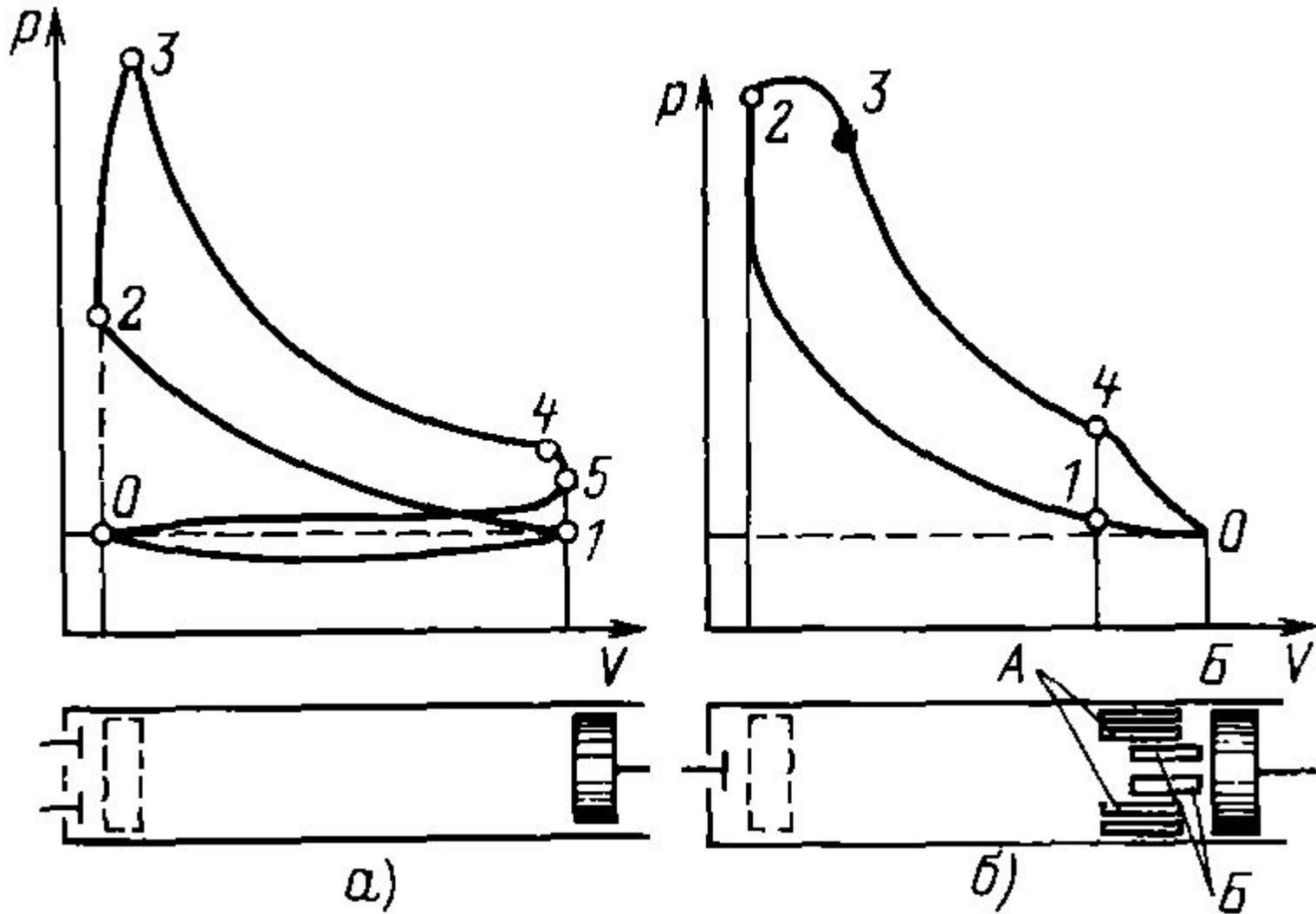
Рабочий ход



Выхлоп



Работа двухтактного двигателя



Индикаторные диаграммы четырехтактного и двухтактного двигателей внутреннего сгорания

Индикаторная мощность:

$$N_i = \frac{z}{\tau} L_i n_0$$

Индикаторная работа:

$$L_i = p_i V_{\Pi}$$

$$\eta_{i\text{карб}} = 0,25 \div 0,40$$

$$\eta_{i\text{диз}} = 0,40 \div 0,53$$

Индикаторный к.п.д.:

$$\eta_i = \frac{N_i}{Q} = \frac{N_i}{BQ_i^r}$$

Технико-экономические показатели ДВС

Эффективная мощность N_e :

$$\eta_{\text{мех}} = \frac{N_e}{N_i}$$

$$\eta_{\text{мех}} = 0,70 \div 0,92$$

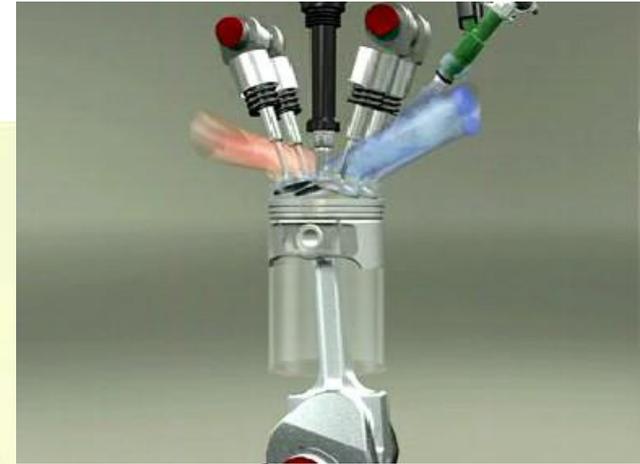
Эффективный к.п.д.:

$$\eta_e = \eta_{\text{мех}} \eta_i$$

$$\eta_{\text{екарб}} = 0,22 \div 0,30$$

$$\eta_{\text{едиз}} = 0,30 \div 0,42$$

Моделирование работы ДВС автомобиля Ford



Фильм 141
3'55''

Тепловой баланс ДВС:

Теплота
сгорания
топлива

Эффективная
работа

Отведенная
системой
охлаждения

Унос с
газами

прочее (неполнота
сгорания топлива и т.п.)

$$Q_i^r = Q_e + Q_{\Gamma} + Q_{охл} + Q_{ост}$$

100%

22-42%

25-55%

10-35%

2-10%