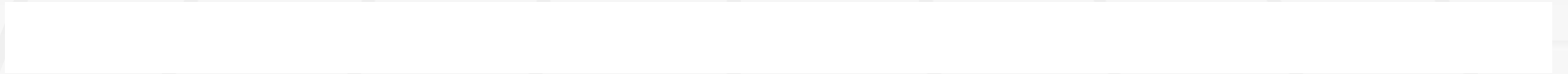
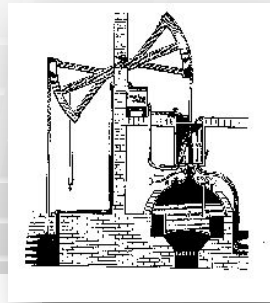
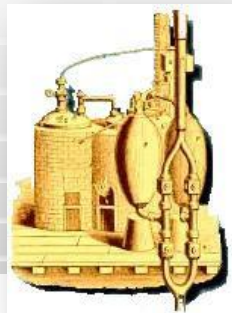


**Принцип действия  
тепловых двигателей  
КПД**





**Тепловыми двигателями называют машины, в которых внутренняя энергия топлива превращается в механическую энергию**



**Внутренняя  
энергия  
топлива**



**Тепловые  
двигатели**



**Механическая  
энергия**

# Тепловые двигатели

```
graph TD; A((Тепловые двигатели)) --> B[Паровая машина]; A --> C[Турбины]; A --> D[Двигатель внутреннего сгорания]; A --> E[Реактивный двигатель]; C --> F[Паровая турбина]; C --> G[Газовая турбина]; C --> H[Дизельный двигатель]; D --> I[Бензиновый двигатель]; D --> H;
```

**Паровая  
машина**

**Турбины**

**Двигатель  
внутреннего  
сгорания**

**Реактивный  
двигатель**

**Паровая  
турбина**

**Газовая  
турбина**

**Бензиновый  
двигатель**

**Дизельный  
двигатель**

$$\Delta U = Q + A$$



$$-\Delta U = A'$$

$A'$  – работа газа

$-\Delta U$  – уменьшение внутренней энергии газа

# Энергетический баланс теплового двигателя

$Q$

100%

40% - потери с охлаждающей  
водой

25% - полезная работа

10% - потери на трение

25% - уносится  
с отработанными газами

# Коэффициент полезного действия тепловой машины

- **Что называется коэффициентом полезного действия?**

**Это физическая величина, равная отношению полезной работы к затраченной**

- **Что нам известно об этой величине?**

**Ее значение ни при каких условиях не может быть больше 100%**



# Коэффициент полезного действия тепловой машины

- **Что в тепловых машинах совершает полезную работу?**

**Полезную работу совершает рабочее тело – газ или пар**

- **Какая энергия тратится в тепловых двигателях?**

**Энергия, которую газ получает от нагревателя (сгорающего топлива)**

$$\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{Q}$$

$\eta$  – коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя

$A_{\text{полезн}}$  – полезная работа, совершенная двигателем, Дж

$Q$  – общее количество теплоты, полученное двигателем, Дж

**Для всех машин  $\eta < 100\%$**

# Двигатель

КПД, %

*Паровая машина*

**1**

*Паровоз*

**8**

*Карбюраторный двигатель*

**20 – 30**

*Газовая турбина*

**36**

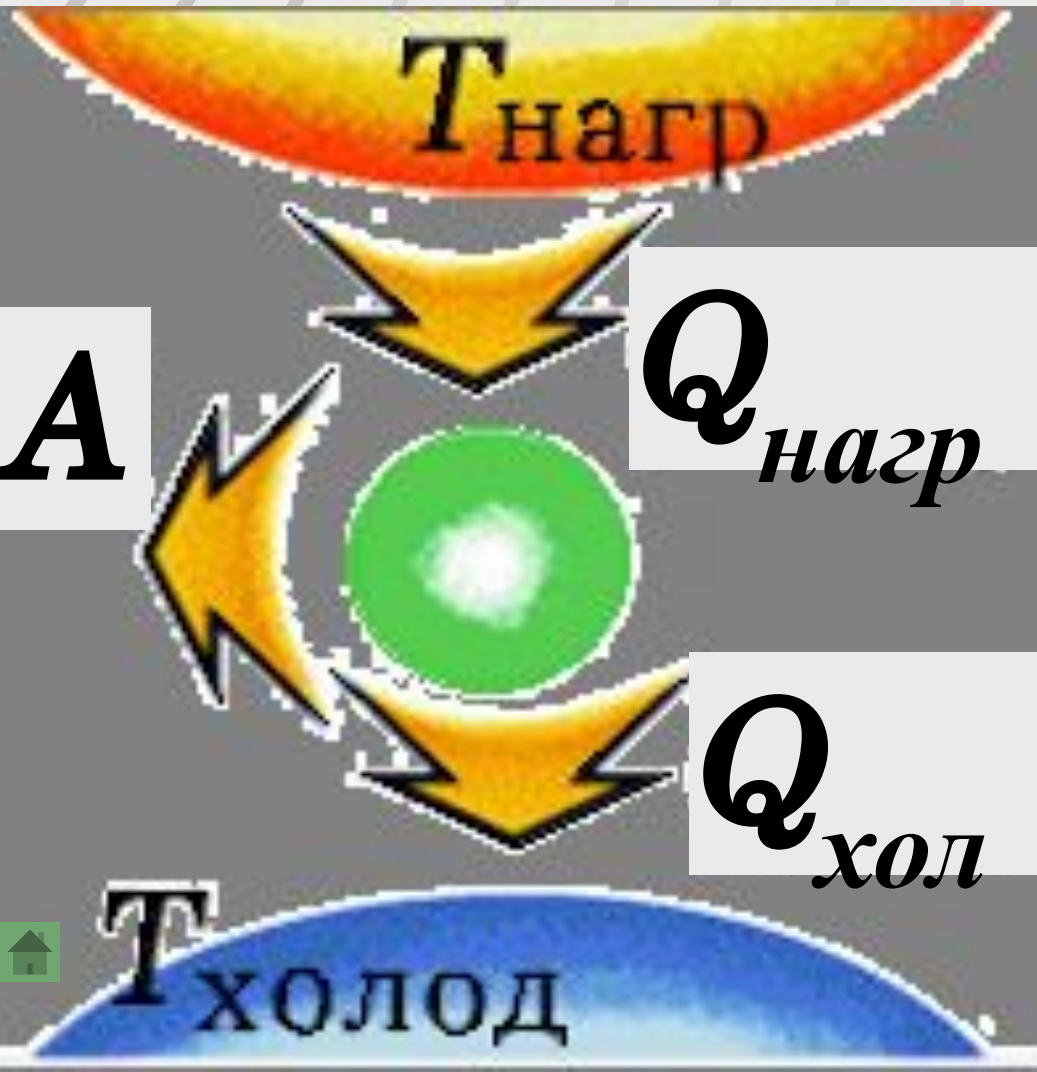
*Паровая турбина*

**35 – 46**

*Ракетный двигатель  
на жидком топливе*

**47**

# Компоненты теплового двигателя



**Нагреватель**

(сгорающее топливо)

**Рабочее тело**

(газ или пар)

**Холодильник**

(атмосфера или  
конденсатор)

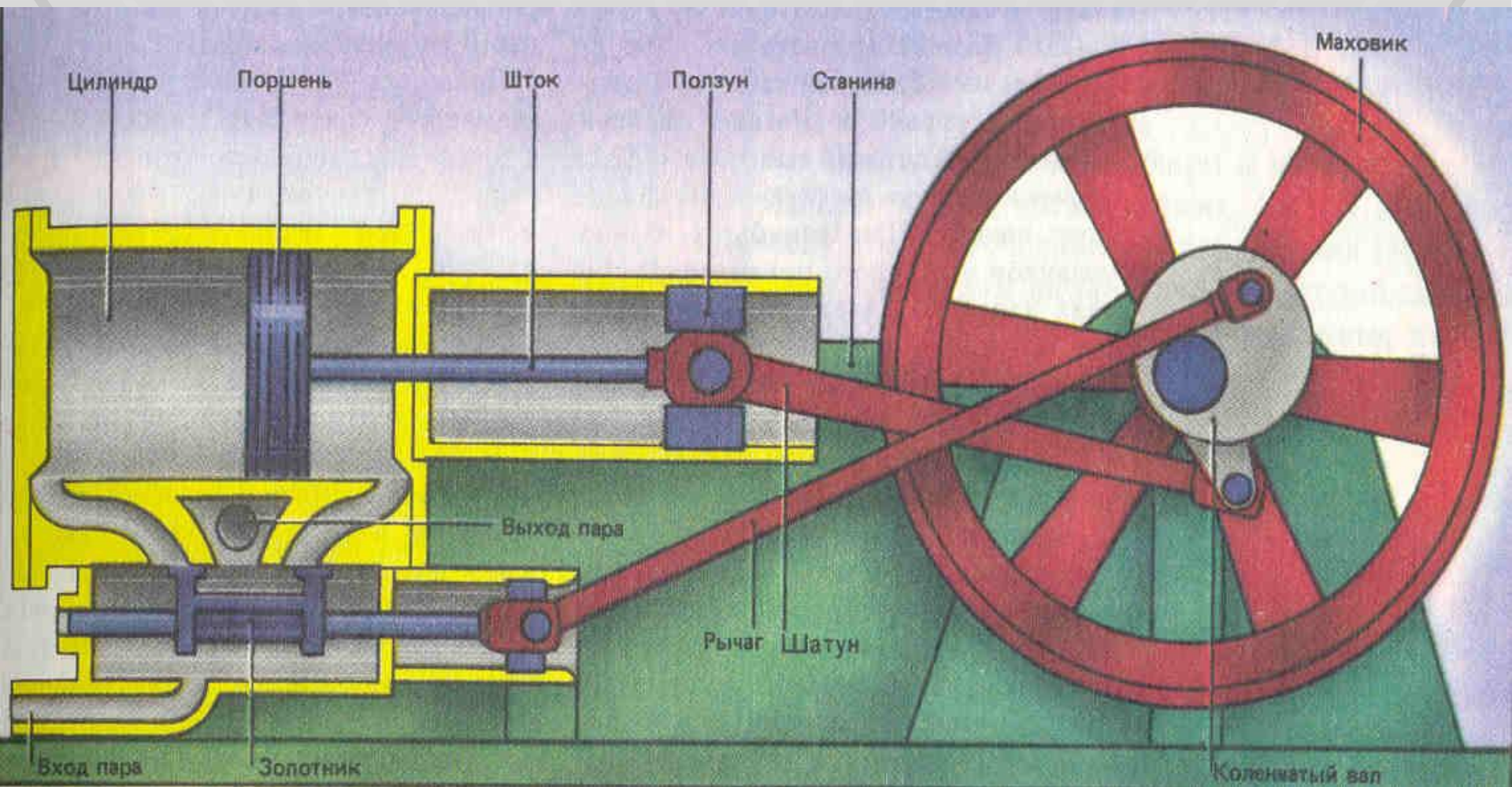
# КПД тепловых двигателей

$$\eta = \frac{A_n}{Q} = \frac{Q_{\text{нагр}} - Q_{\text{хол}}}{Q_{\text{нагр}}}$$

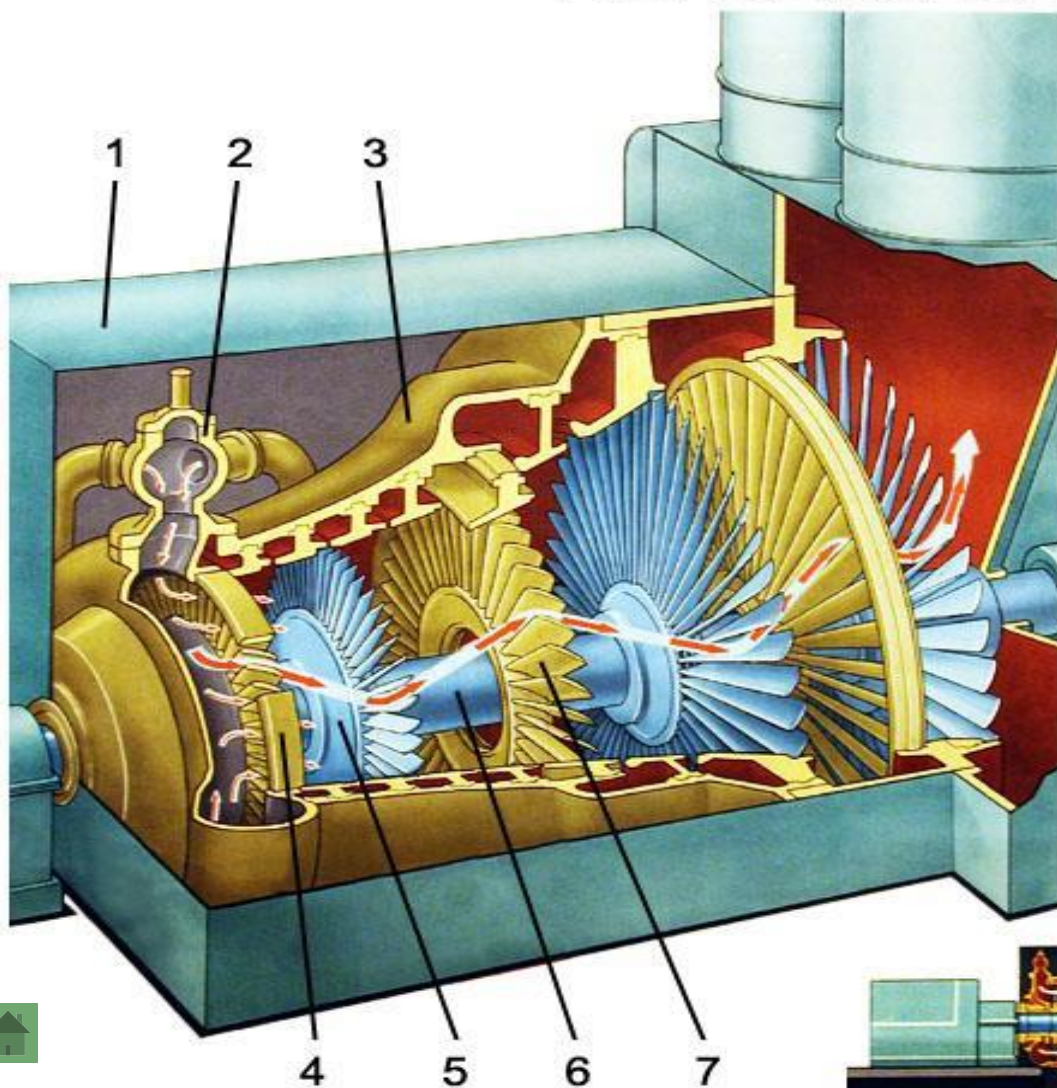


# Виды тепловых двигателей

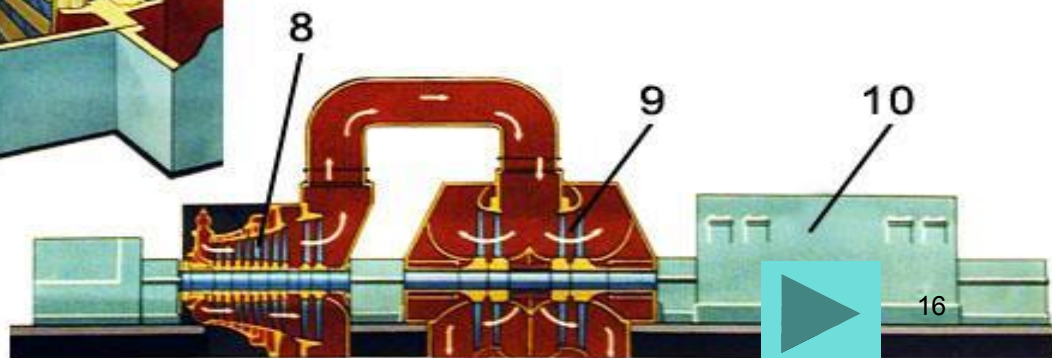
# Паровая машина



# Паровая турбина

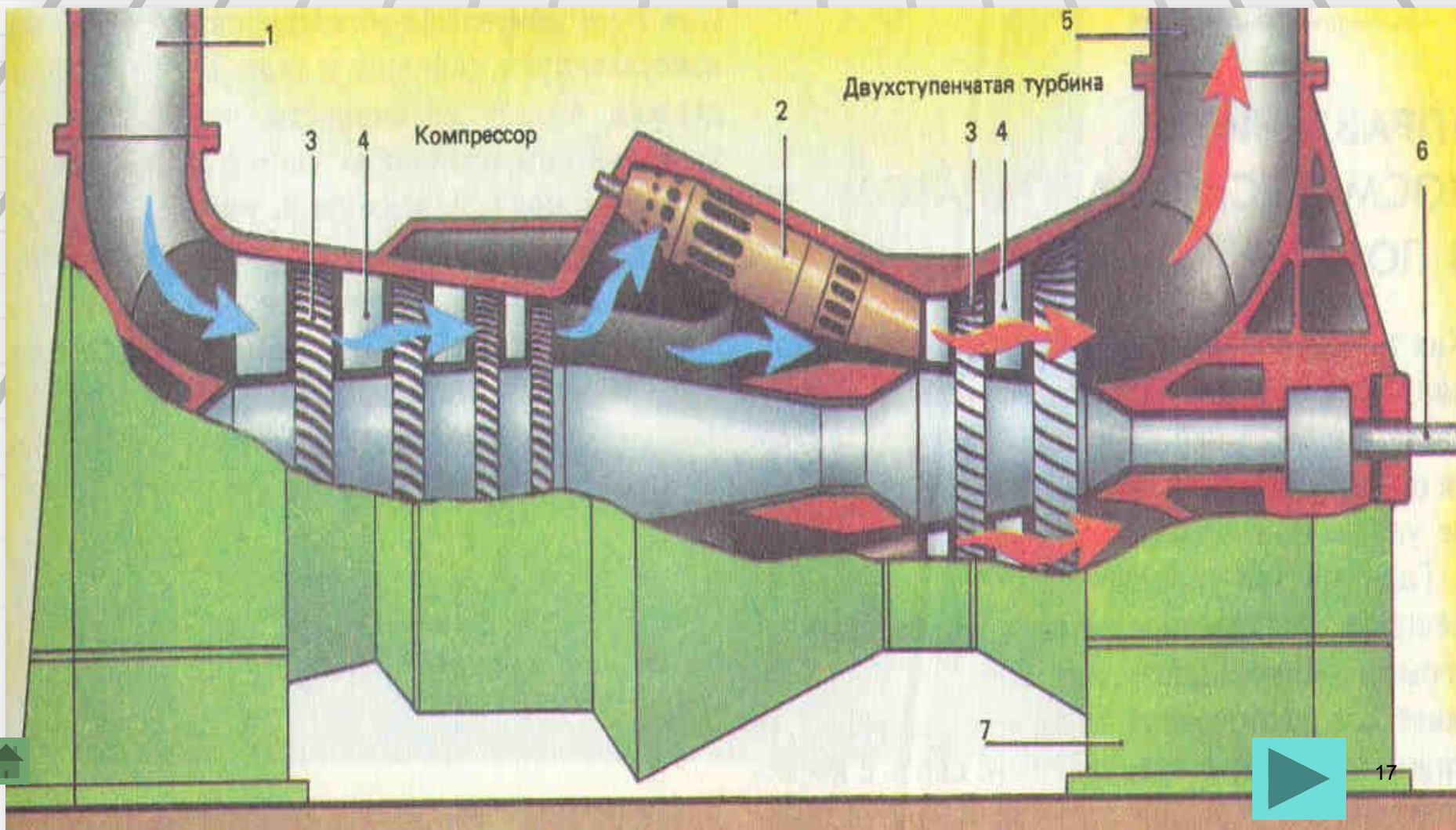


1. Кожух
2. Парораспределительное устройство
3. Корпус турбины
4. Сопловый аппарат
5. Диск ротора
6. Вал турбины
7. Диск статора (направляющего аппарата)
8. Цилиндр высокого давления
9. Цилиндр низкого давления
10. Генератор

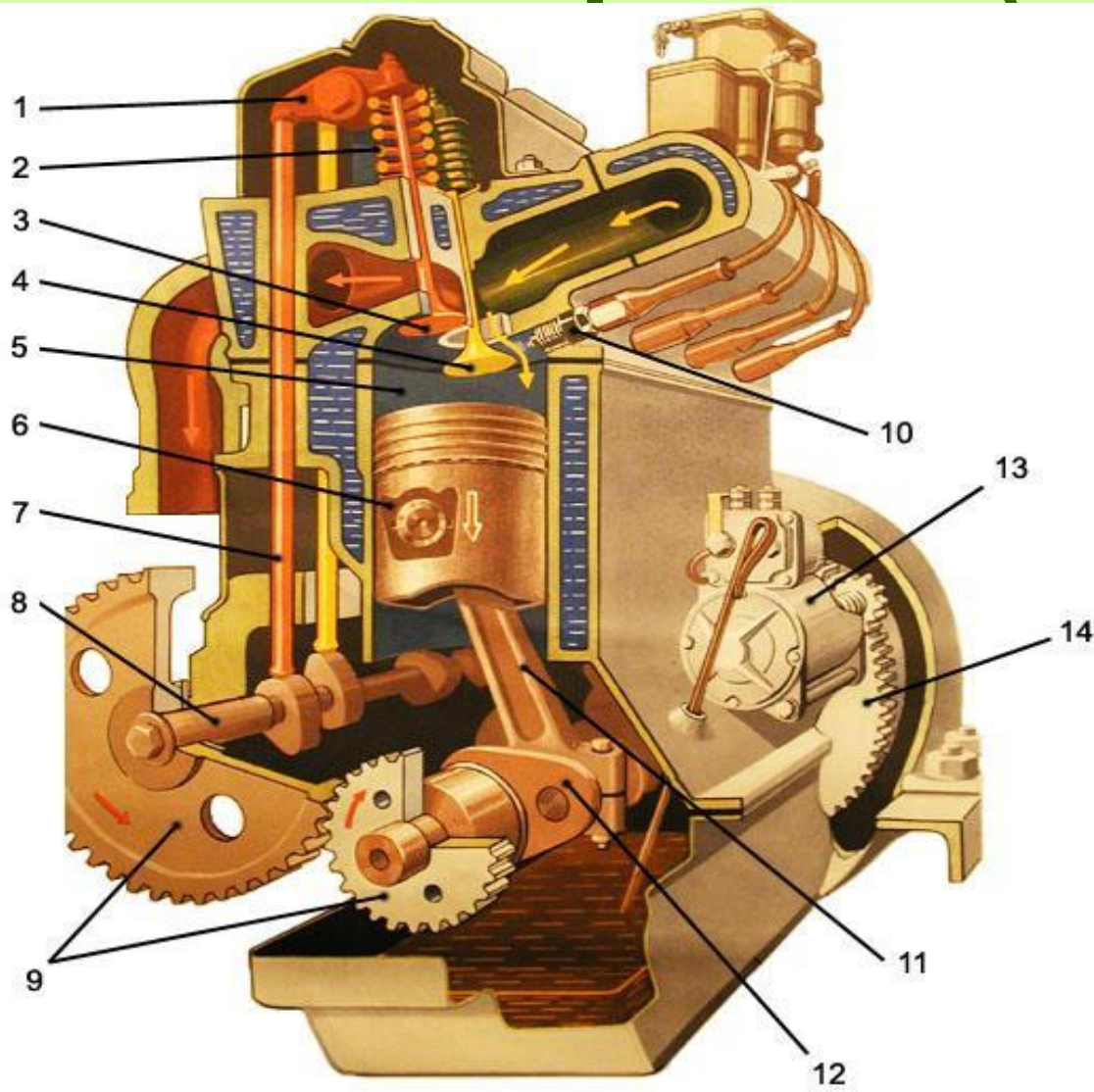




# Газовая турбина



# Двигатель внутреннего сгорания (ДВС)



1. Коромысло
2. Пружина клапана
3. Выпускной клапан
4. Впускной клапан
5. Цилиндр
6. Поршень
7. Штанга
8. Распределительный вал
9. Распределительные шестерни
10. Свеча
11. Шатун
12. Коленчатый вал
13. Стартер
14. Маховик

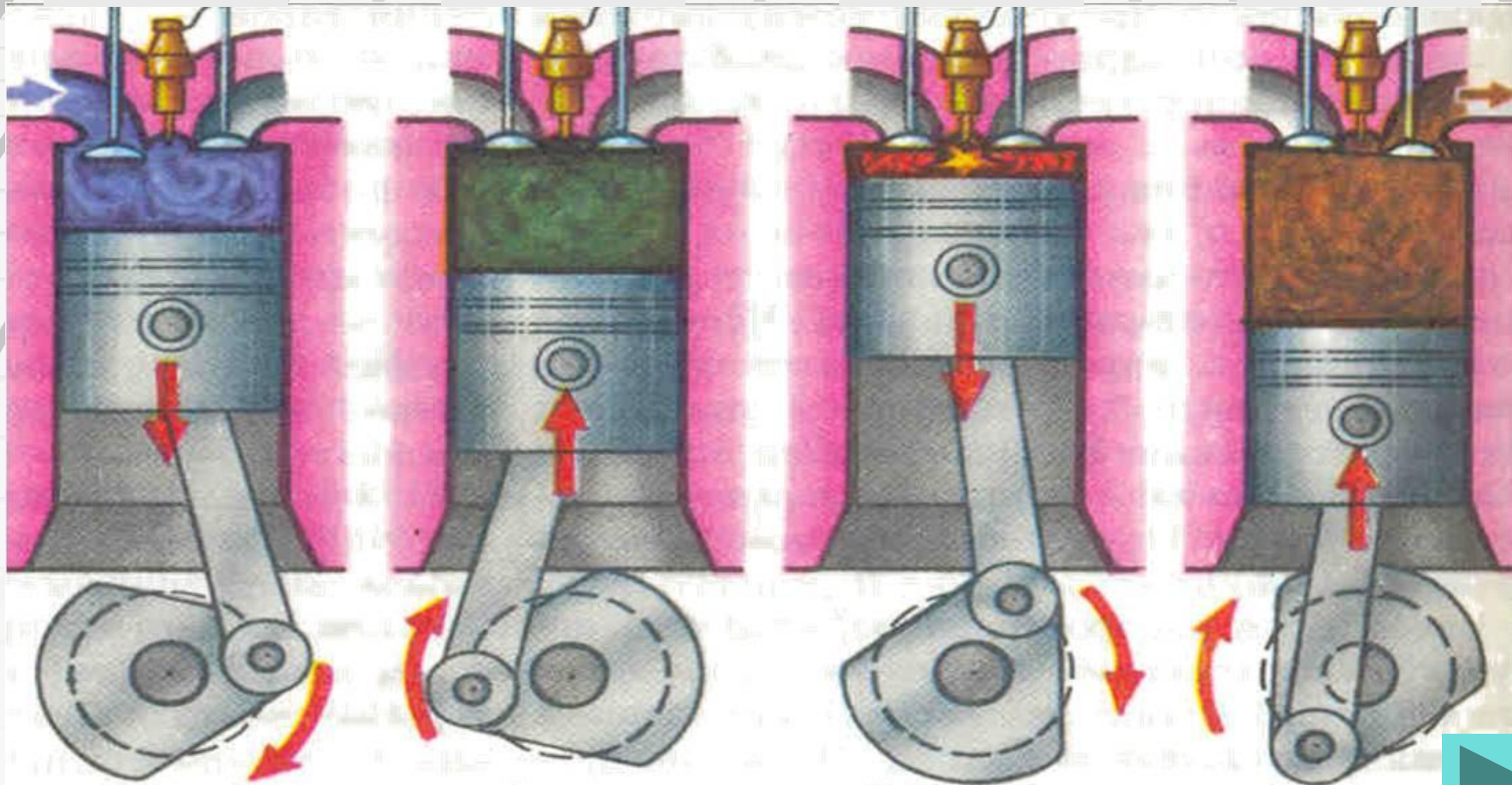
# Работа ДВС

1 такт

2 такт

3 такт

4 такт



Впуск

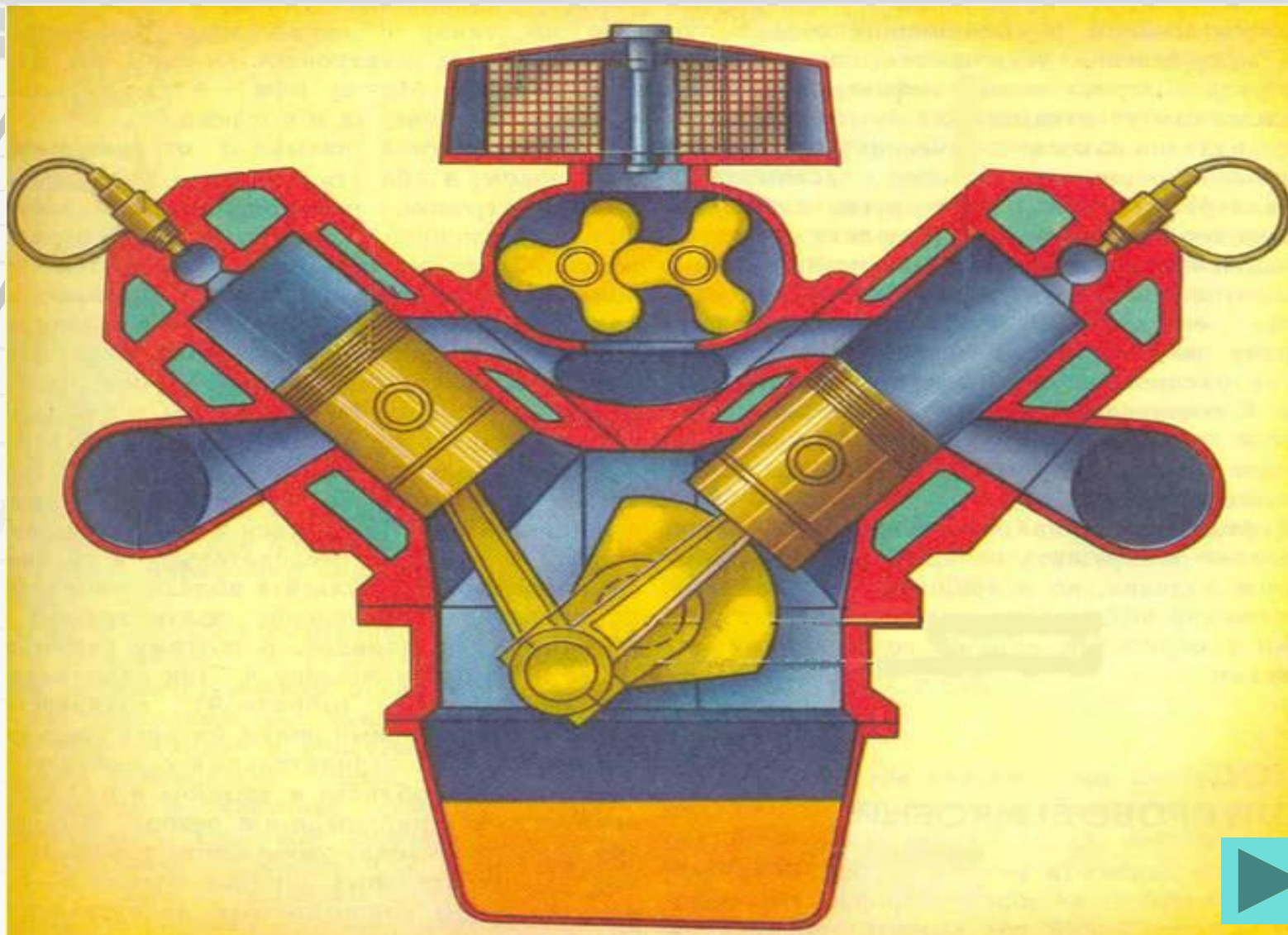
Сжатие

Рабочий ход

Выпуск



# Дизельный двигатель



# Проверка таблицы

№	Название	Год	Ученые-создатели ТД	Рабочее тело	КПД, %	Область применения
1	Паровая машина	1784	Д.Уатт	Пар	1	Промышленность, транспорт XVIII-XIX вв.
2	Паровая турбина	1889	Г.Лаваль	Пар	Выше 30	Электростанции, корабли
3	Газовая турбина	1791	Д.Барбер	Газ	30-40	Авиация, транспорт, электростанции
4	Бензиновый ДВС	1860	Э.Ленуар	Смесь газа и воздуха	20-30	Транспорт
5	Дизельный ДВС	1897	Р.Дизель	Смесь газа и воздуха	30-40	Большегрузный транспорт, передвижные электростанции

# Принцип действия четырёхтактного дизеля



# Влияние тепловых машин на окружающую среду

- Загрязняют биосферу
- Повышают температуру окружающей среды
- Истощают природные ресурсы
- Влияют на состояние



# Меры по защите окружающей среды

- Защита биосферы от вредных выбросов
- Альтернативные источники энергии
- Использование экологичных видов топлива





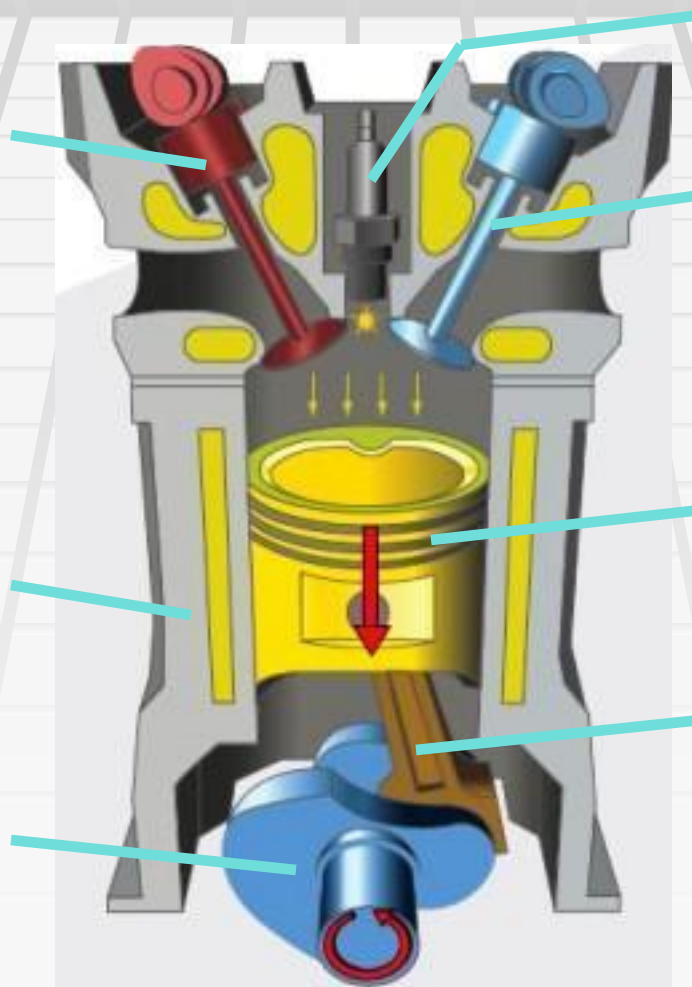
# Определите названия составных частей двигателя внутреннего сгорания

Шатун

Поршень

Входной  
клапан

Свеча



Маховик

Выходной  
клапан

Цилиндр

# Отвѣтьте на вопросы



# 1. Тепловыми двигателями называют машины, в которых

кинетическая энергия превращается в потенциальную энергию

механическая энергия превращается во внутреннюю энергию

внутренняя энергия превращается в механическую энергию



Следующий вопрос

## 2. В двигателе внутреннего сгорания (ДВС):

имеется внутренняя камера сгорания топлива

топливо сгорает внутри рабочего цилиндра двигателя

используется жидкое топливо, вводимое непосредственно в двигатель



**Следующий вопрос**

## 3. Каждый цикл работы ДВС состоит из следующих 4-х тактов:



Впуск, расширение,  
воспламенение, рабочий ход



Впуск, сжатие,  
воспламенение, выпуск



Впуск, воспламенение,  
рабочий ход, выпуск

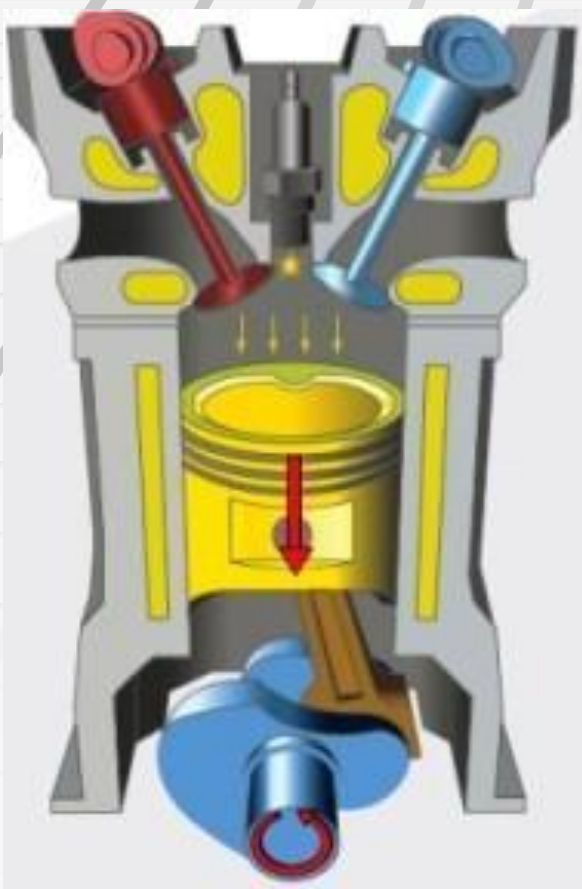


Впуск, сжатие,  
рабочий ход, выпуск



Следующий вопрос

## 4. Какой такт работы двигателя изображен на рисунке?



Впуск



Сжатие



Рабочий ход



Выпуск



Следующий вопрос

## 5. Паровая турбина – вид теплового двигателя ...

... приводимого в движение струями пара

... может работать на любом топливе

... без поршня и системы зажигания топлива

... для которого характерны все вышеперечисленные пункты



**Следующий вопрос**

## 6. Для работы теплового двигателя обязательно наличие:

рабочего тела – пара или газа

камеры сгорания топлива или парового котла с топкой

отвода отработанного пара или газа

нагревателя, рабочего тела, холодильника



**Следующий вопрос**



# 7. Экономичность двигателя характеризует

произведенная двигателем  
работа

его мощность

коэффициент полезного  
действия двигателя

количество теплоты,  
полученное при сгорании  
топлива



**Следующий вопрос**

## 8. По каким формулам находят КПД теплового двигателя?

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{полная}}} \cdot 100\%$$

$$\text{КПД} = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$$

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{полезная}}}{Q_{\text{нагрев}}} \cdot 100\%$$

$$\text{КПД} = \frac{Q_{\text{нагрев}} - Q_{\text{холод}}}{Q_{\text{нагрев}}} \cdot 100\%$$



**Следующее задание**

Каков КПД двигателя автомобиля мощностью  $N=20$  кВт, если при скорости  $v=20$  м/с двигатель потребляет  $V=10$  л бензина на путь  $S=100$  км. Удельная теплота сгорания бензина  $q=44$  МДж/кг, а его плотность  $\rho=0,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

# Дано:

$$N=20 \text{ кВт}$$

$$v=20 \text{ м/с}$$

$$V=10 \text{ л}$$

$$S=100 \text{ км}$$

$$q=44 \text{ МДж/кг}$$

$$\rho=0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\eta - ?$$

# Решение:

1. Количество теплоты, выделяемое при сгорании всего бензина  $Q = tq$ , где масса бензина  $m = \rho V$ .

2. Количество теплоты, выделяемое при сгорании бензина в единицу времени

$$Q_\tau = \frac{Q}{t} \cdot \text{Подставим } t = \frac{S}{v} \text{ значение } Q,$$

получим:

$$Q_\tau = \frac{Qv}{S} = \frac{mqv}{S} = \frac{\rho Vqv}{S}.$$

3. Поскольку  $N = Q_\tau \eta$ ,

$$\eta = \frac{N}{Q_\tau} = \frac{NS}{\rho Vqv}.$$

4. Подставим значения:

$$\eta = \frac{2 \cdot 10^4 \text{ Вт} \cdot 10^5 \text{ м}}{0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot 44 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 20 \text{ м/с}} \approx 0,32.$$

**Ответ:**  $\eta \approx 0,32$ <sup>86</sup>.