

# Тепловые двигатели

*Рождение тепловых двигателей было нелегким. Множество изобретателей в разных странах мира работали над их созданием, много было побед и разочарований, но каждый из них в большей или меньшей степени внес свой вклад в создание новых двигателей, появление которых совершило переворот в жизни человечества.*

***Тепловыми двигателями***  
(машинами) называют машины, в которых внутренняя энергия топлива превращается в механическую энергию.

**Существует несколько видов тепловых двигателей:**

паровая машина,  
двигатели внутреннего сгорания,  
реактивный двигатель,  
паровая и газовая турбины.

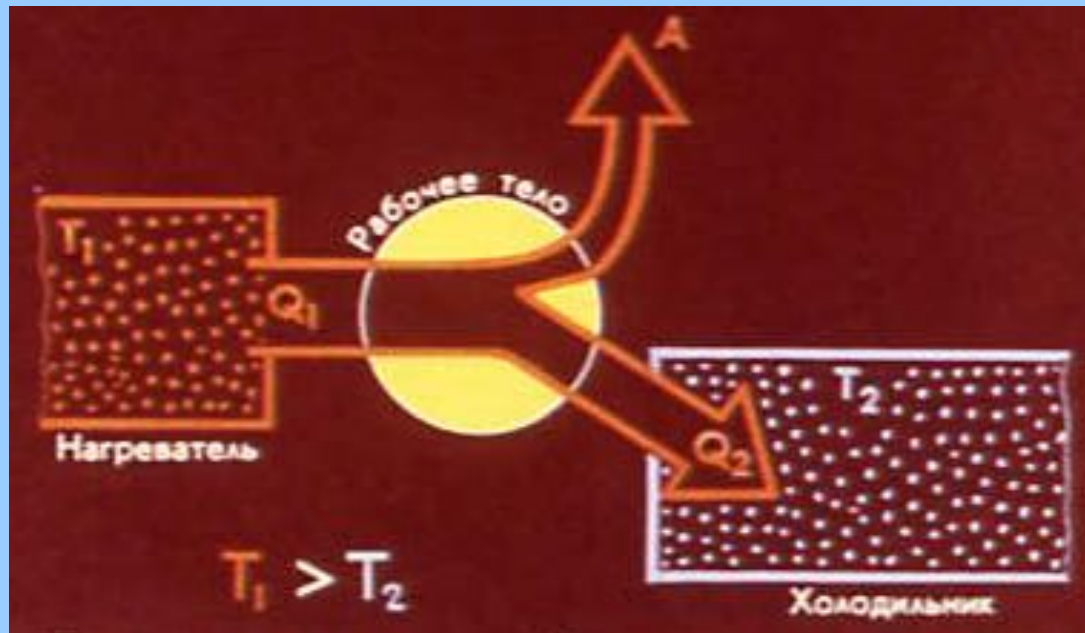
# *Идеальная тепловая машина*



Французский ученый С. Карно рассмотрел воображаемый идеальный круговой процесс, в каждом цикле которого в механическую работу превращается максимальное количество внутренней энергии.

**С.Карно (1796-1832)**

# Схема устройства



**Идеальная тепловая машина состоит из нагревателя, рабочего тела и холодильника. В качестве рабочего тела используется идеальный газ.**

# Паровая машина

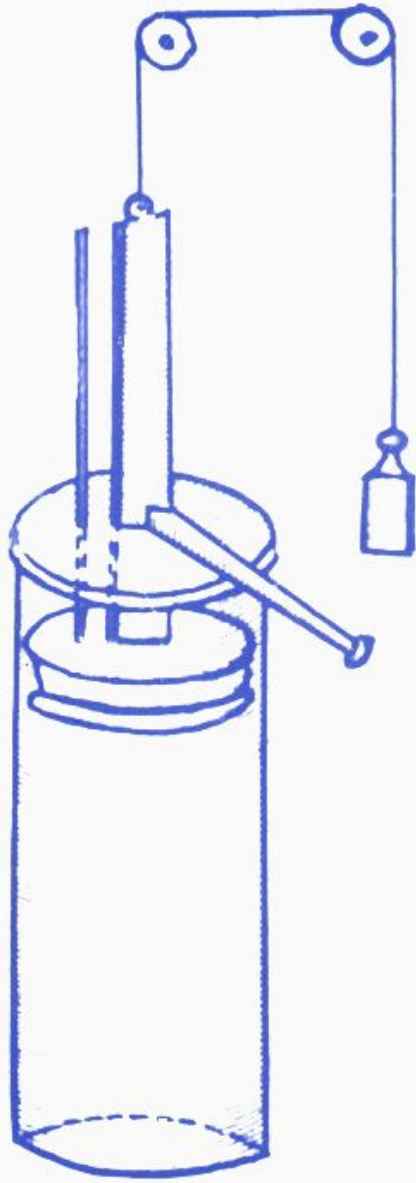
В XVII-XVIII веках над изобретением паровой машины трудились

англичанин Томас Ньюкомен  
(1668-1729),

француз Дени Папин  
(1647-1714),

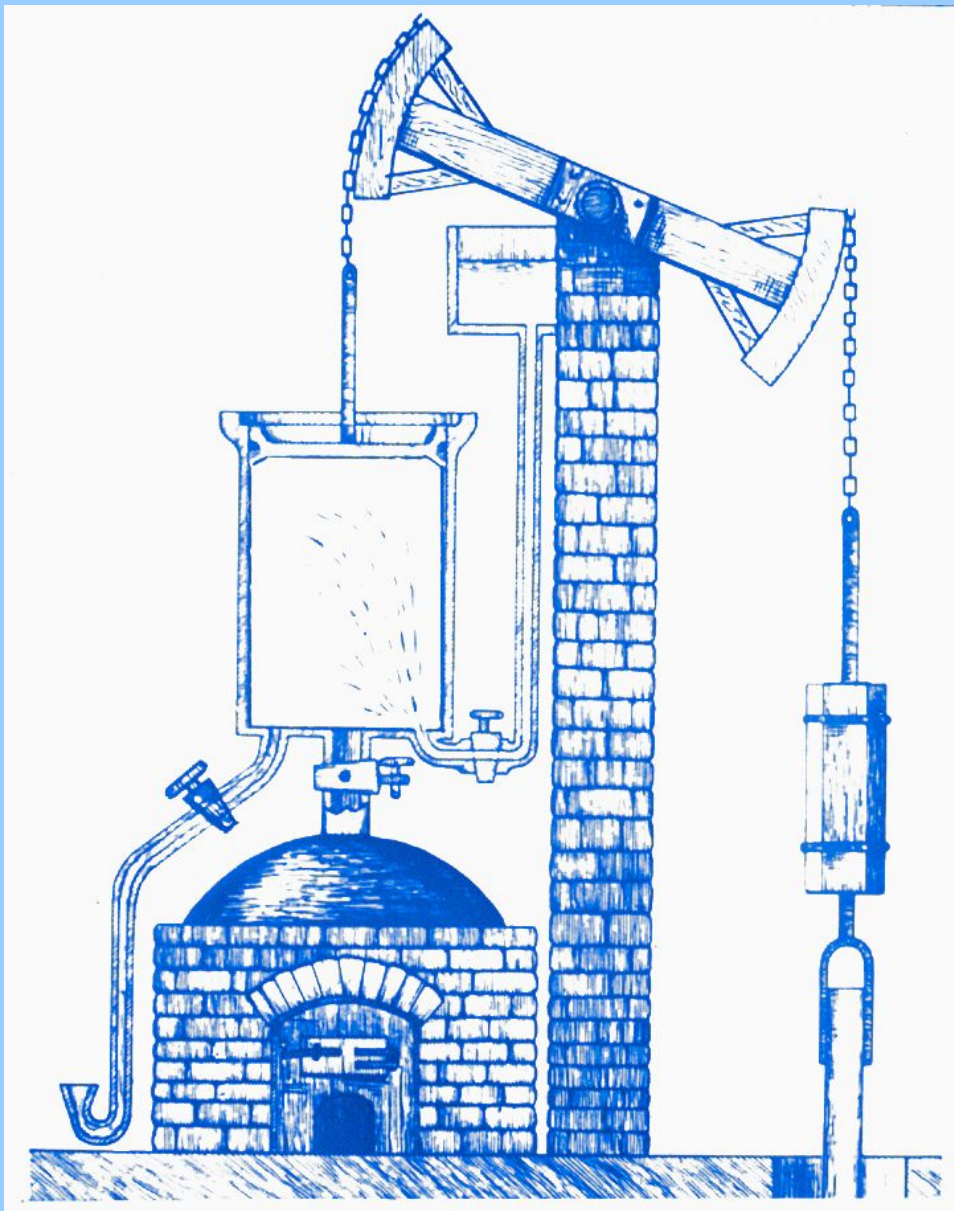
русский ученый И.И Ползунов  
(1728-1766)

и многие другие.



Папин построил цилиндр, в котором вверх и вниз свободно перемещался поршень. Поршень был связан тросом, перекинутым через блок, с грузом, который вслед за поршнем также поднимался и опускался. По мысли Папина, поршень можно было связать с какой-либо машиной, например, с водяным насосом. Работал этот двигатель следующим образом. В нижнюю часть цилиндра под поршень наливали воду, а сам цилиндр разогревали снизу. Образующийся пар поднимал поршень. Затем цилиндр охлаждали, и находящийся в нем пар конденсировался – снова превращался в воду. Поршень под действием своего веса и атмосферного давления опускался вниз.

**Цилиндр Папина**



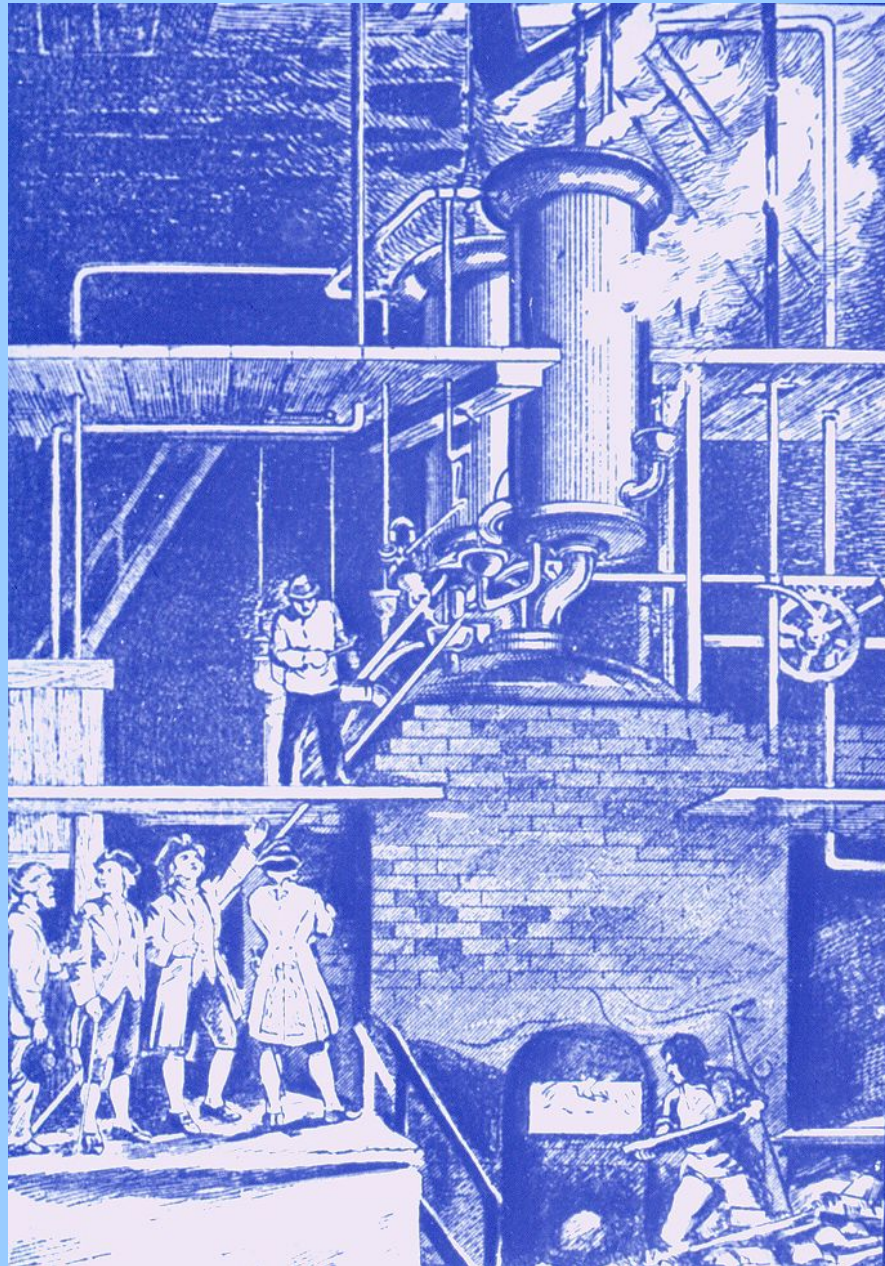
Позднее паровую машину сконструировал – английский кузнец Т. Ньюкомен. Он умело использовал многое из того, что было придумано до него Папином, но его машина была очень огромна (высотой с четырех-пятиэтажный дом) и "прожорлива".

**Паровой насос Ньюкомена**



Понадобилось еще 50 лет, прежде чем был построен универсальный паровой двигатель. Это произошло в России, на одной из отдаленных ее окраин - Алтае, где в это время работал гениальный русский изобретатель, солдатский сын Иван Ползунов.

В отличие от парового насоса Ньюкомена и других, уже известных на тот момент, о которых Ползунов знал и недостатки которых осознавал, его проект был машиной непрерывного действия.



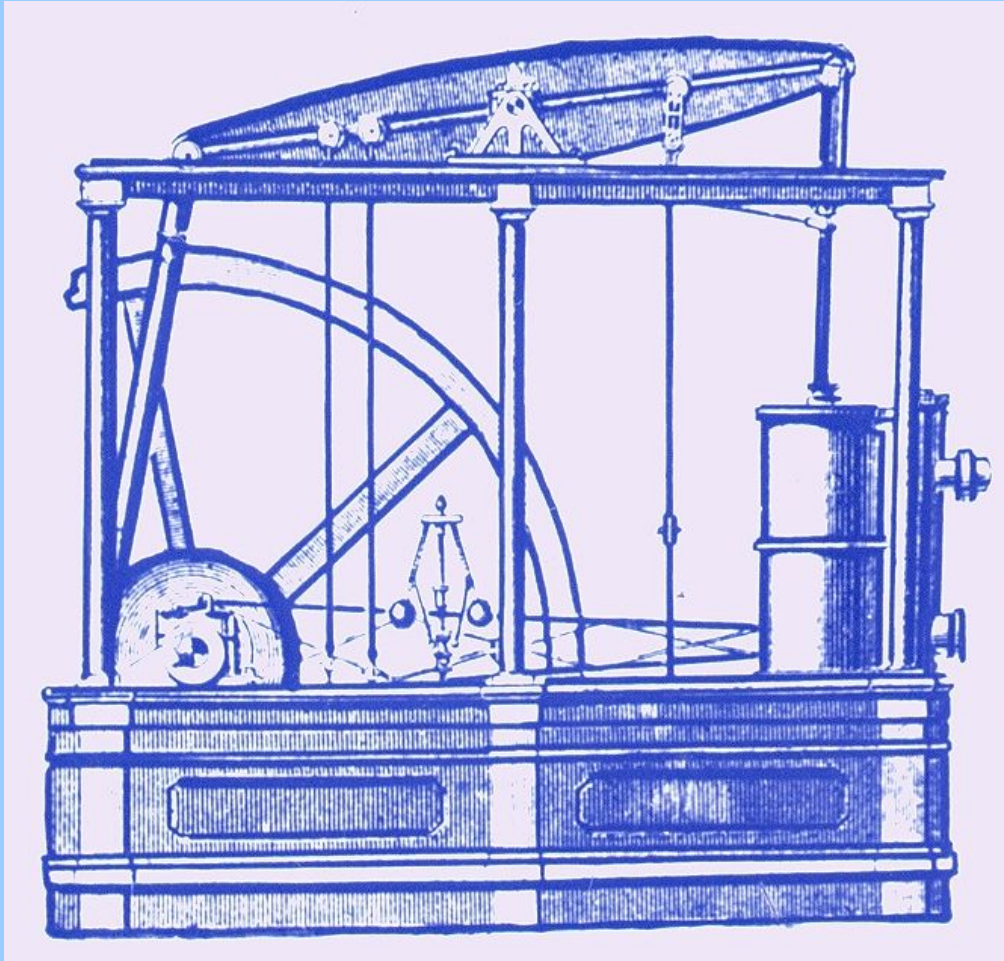
**Паровая машина Ползунова в действии**

**Машина предназначалась для воздуходушных мехов, нагнетающих воздух в плавильные печи. Главной особенностью было то, что рабочий вал качался непрерывно, без холостых пауз. Это достигалось тем, что Ползунов предусмотрел вместо одного цилиндра два попеременно работающих.**

**Пока в одном цилиндре поршень под действием пара, поднимался вверх, в другом пар конденсировался, и поршень шел вниз. Оба поршня были связаны одним рабочим валом, который они поочередно поворачивали то в одну сторону, то в другую.**

**Рабочий ход машины осуществлялся не за счет атмосферного давления, как у Ньюкомена, а благодаря работе пара в цилиндрах.**

Создателем другого универсального парового двигателя, который получил широкое распространение, стал английский механик Джеймс Уатт.

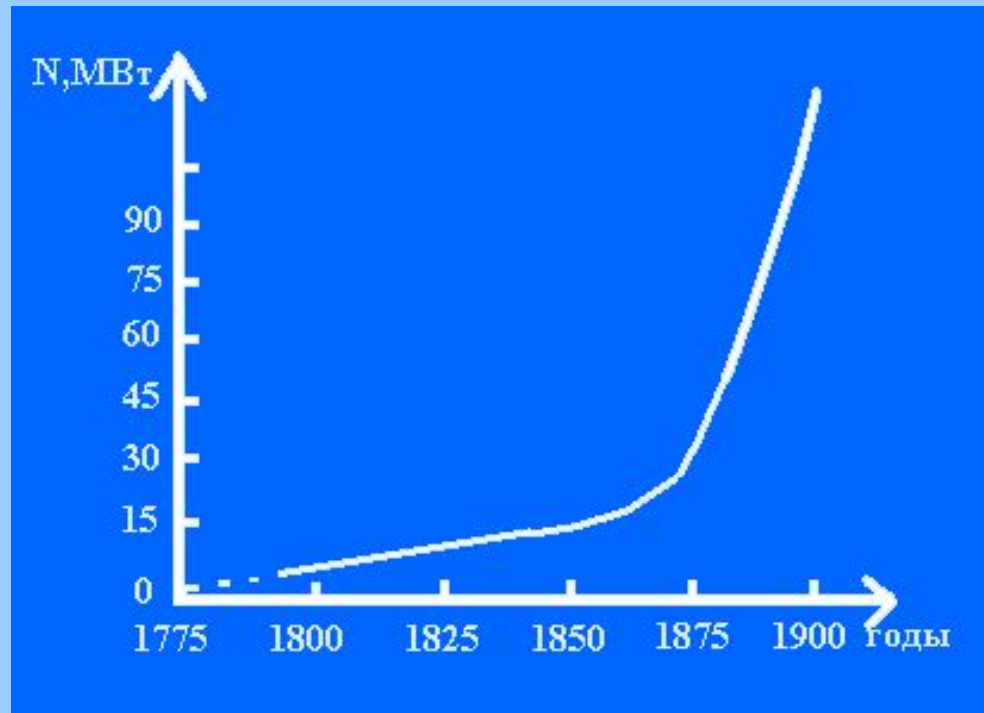


**Паровая машина Уатта**

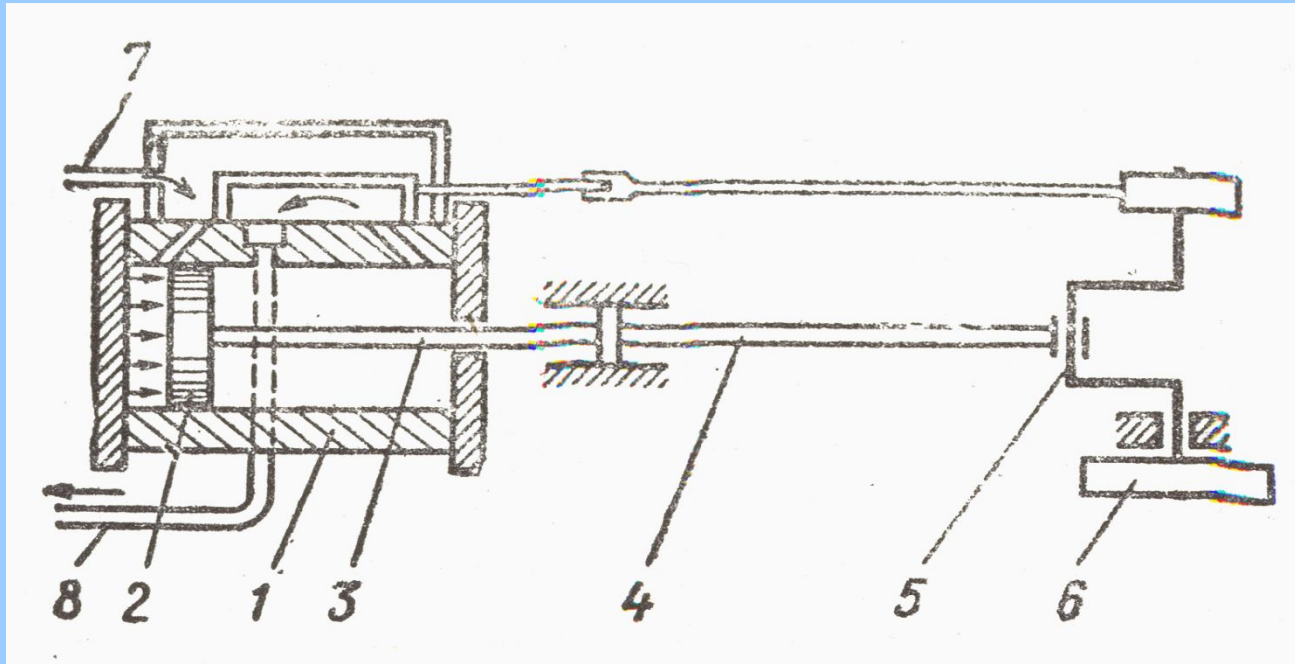
Первая машина Уатта была пароатмосферной. Затем холодильник в ней был отделен от цилиндра, что повысило ее КПД.

Было введено и другое усовершенствование - двухстороннее действие пара на поршень.

Заслуга Уатта заключалась в кардинальном усовершенствовании парового двигателя и в увеличении его КПД в 2,8 раза. Начиная с 80-х годов XVIII в. и до начала XX в. в течение примерно 120 лет паровой двигатель Уатта был основной энергетической установкой. На графике показано как изменялась общая установленная мощность паровых двигателей в течение XIX в.



# Схема паровой машины



1 – цилиндр;

2 – поршень;

3 – шток;

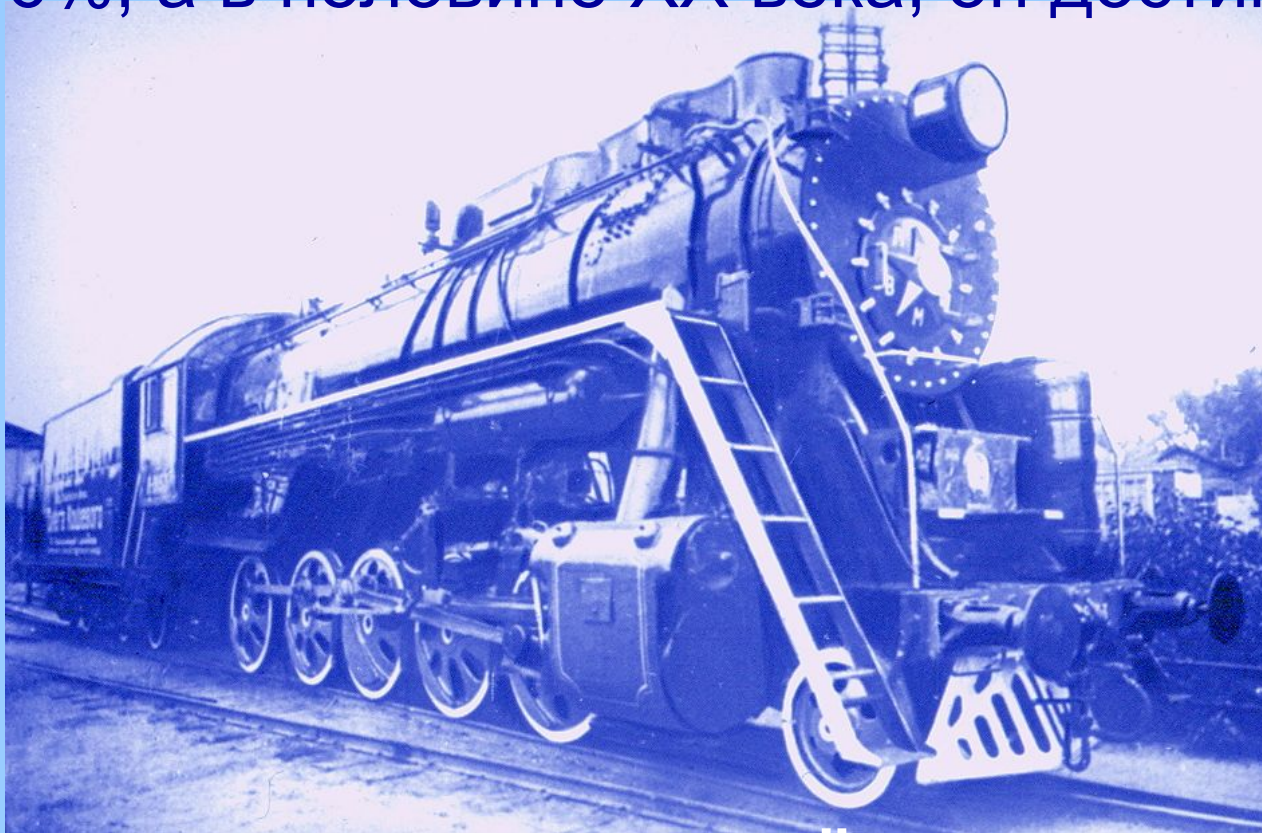
4 – шатун;

5 – вал;

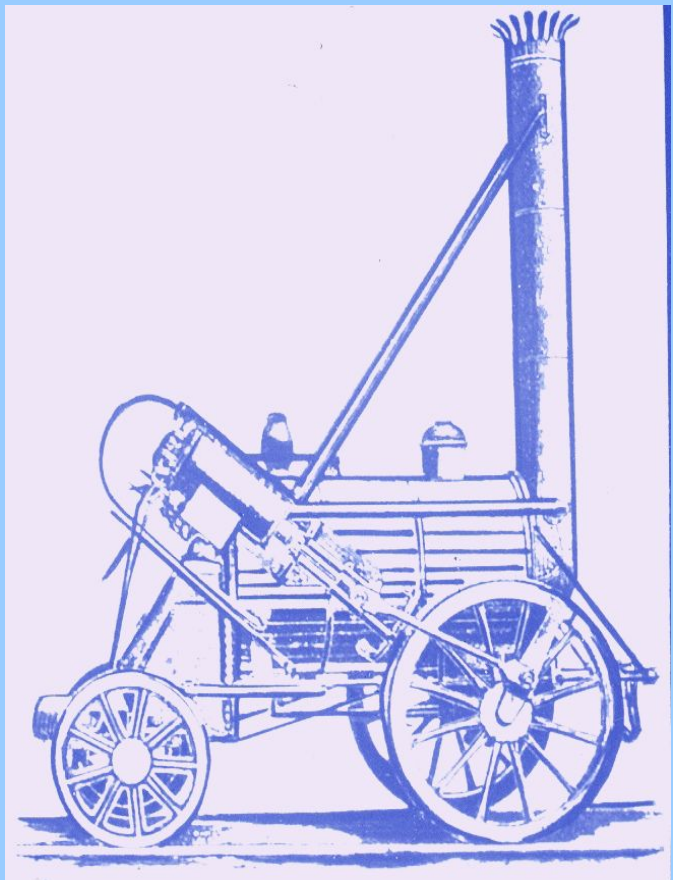
6 – маховые колёса;

7 – патрубок.

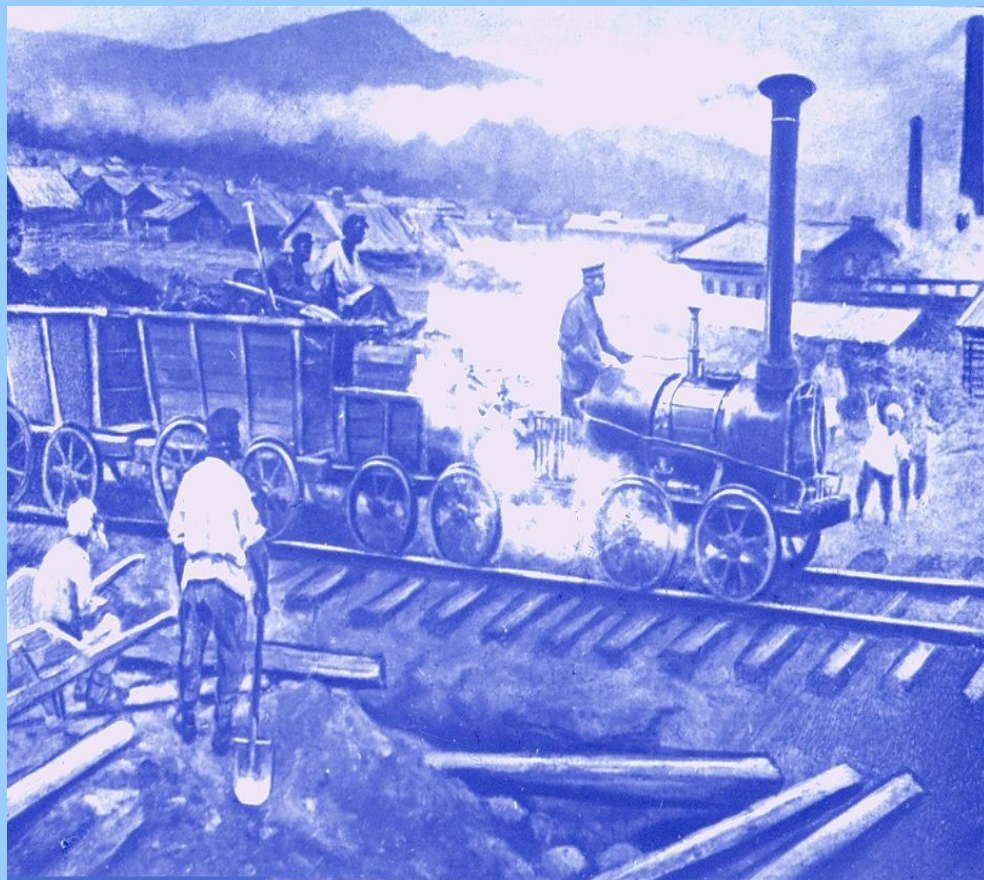
Паровые машины имеют сравнительно низкий КПД. У первой машины Уатта он был равен 1%, после отделения холодильника от цилиндра он повысился до 3%. В середине XIX века удалось получить КПД, равным 6%, а в половине XX века, он достиг 18%.



**Паровая машина нашла своё применение в паровозах.**



**Первый паровоз**



**Паровоз Черепановых**

В феврале 1956 года самыми высшими инстанциями советского государства было принято решение "О генеральном плане электрификации железных дорог". В стране прекратили постройку паровозов.

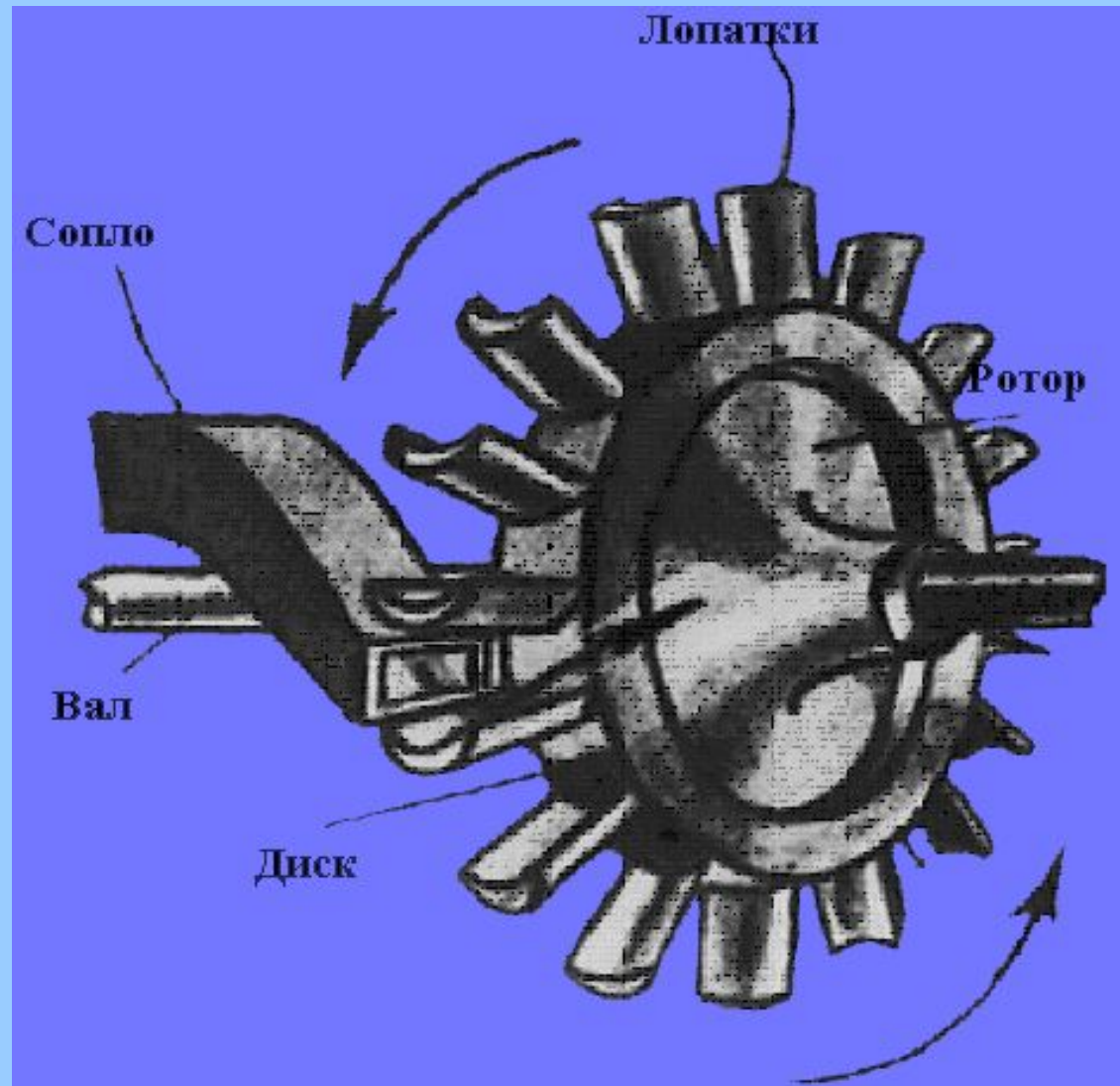


# Паровые турбины

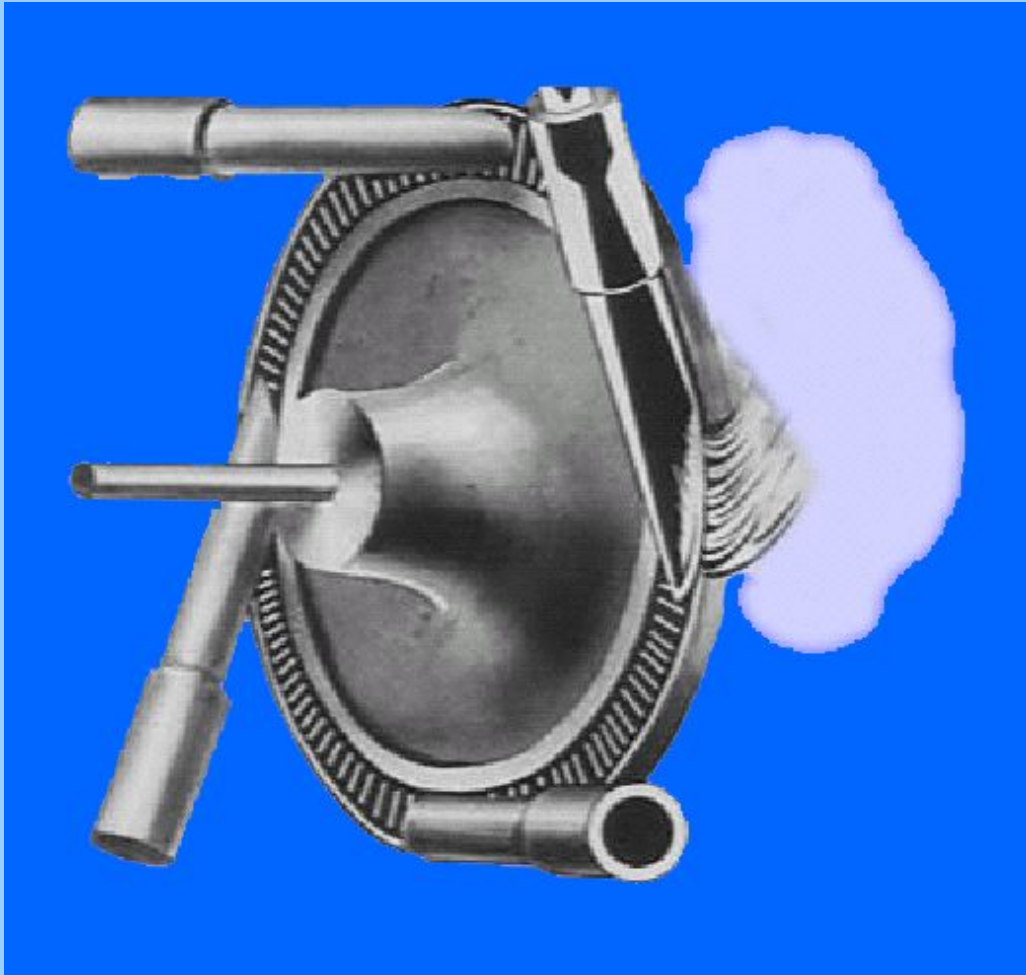


**Рабочим телом паровой турбины служит пар. Проходя через турбину, пар расширяется, и его энергия преобразуется в механическую энергию вращения ротора.**

# Схема устройства



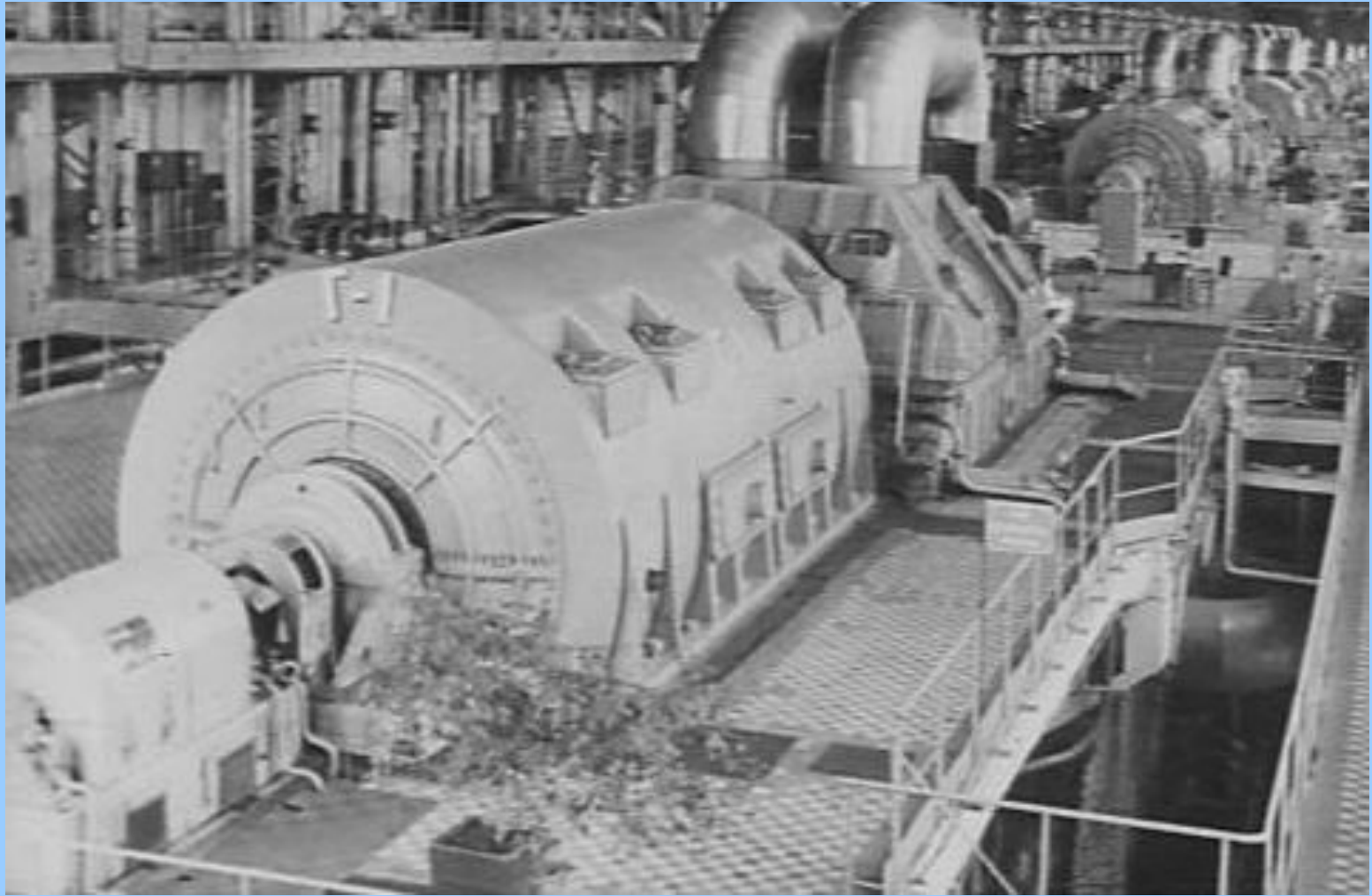
# Принцип работы



Выходящий из сопла пар, действуя на лопатки, вращает ротор и вал.

# Эксплуатационные характеристики

**КПД около 40%**



**Крупные паровые турбины устанавливают на тепловых электростанциях для вращения генераторов, вырабатывающих электроэнергию.**

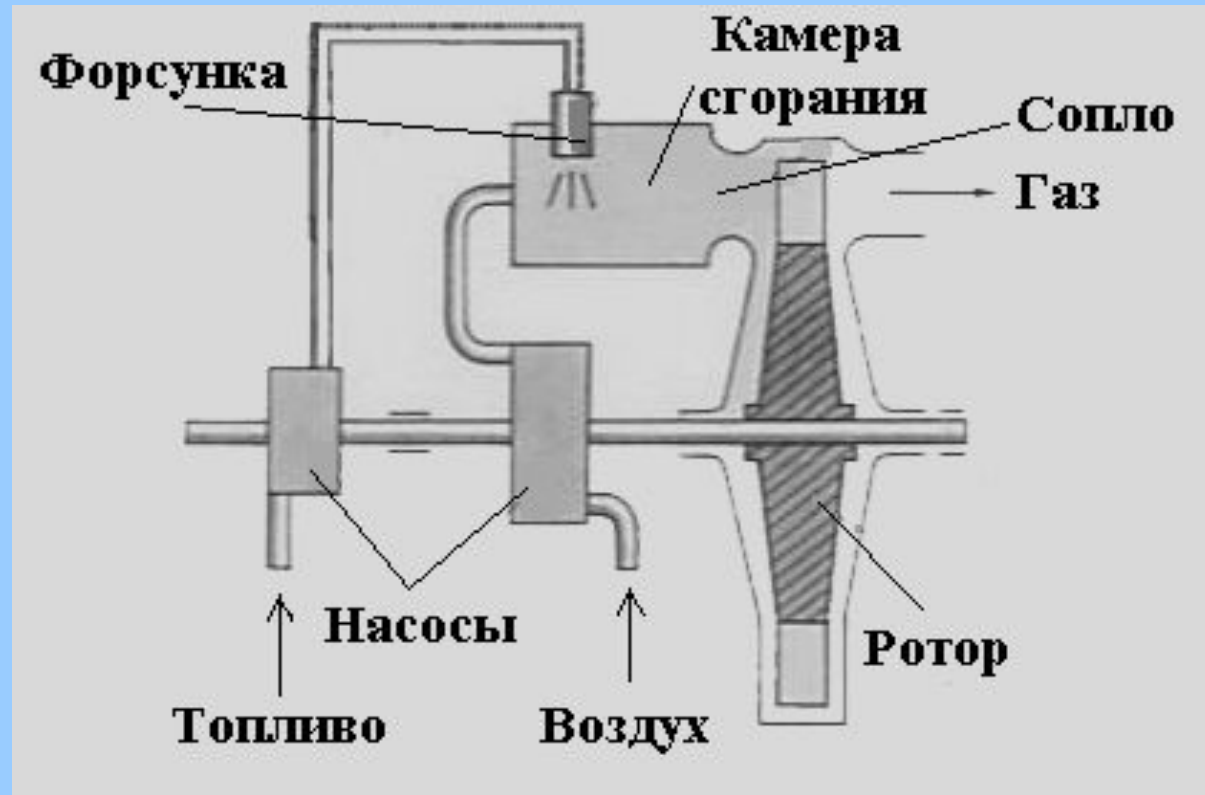
# Газовая турбина



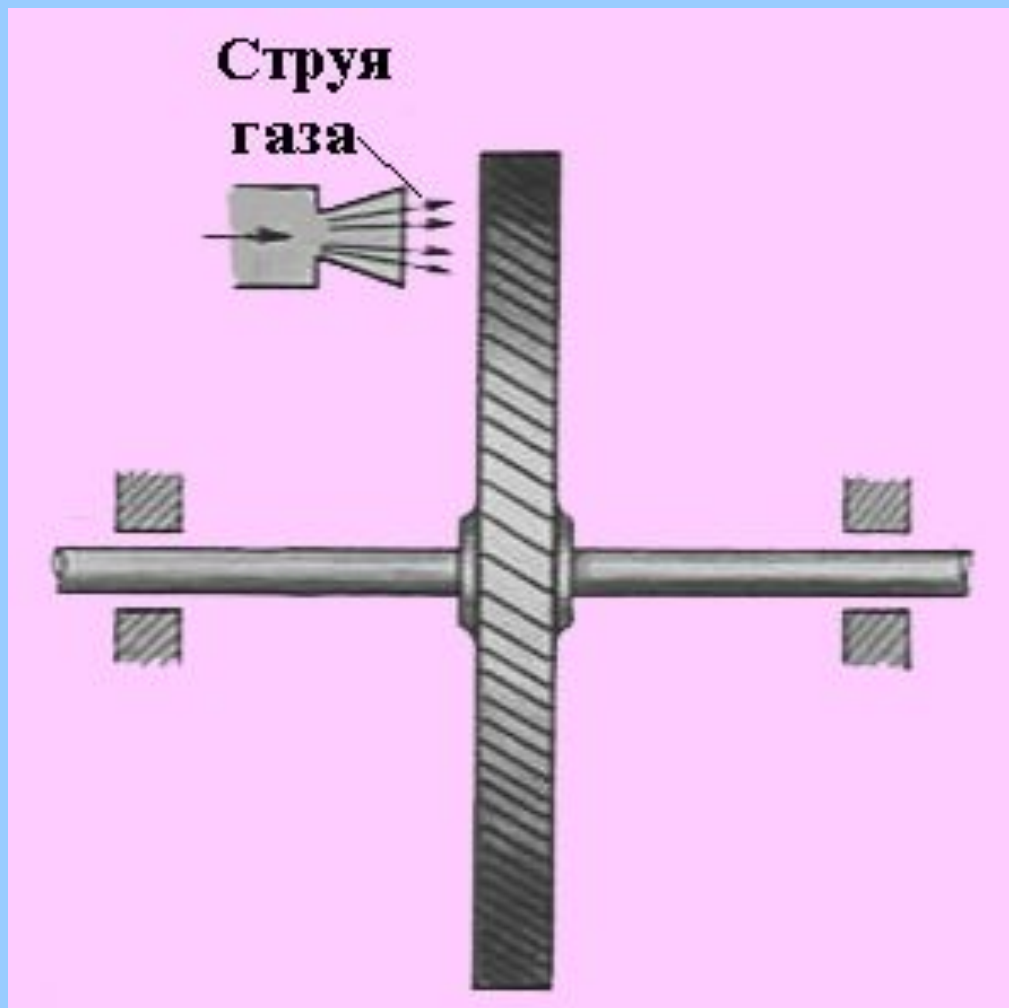
**Установка газовой турбины на электростанции**

**Назначение: преобразование энергии газа в механическую энергию вращения ротора**

# Схема газовой турбины



# Принцип работы газовой турбины

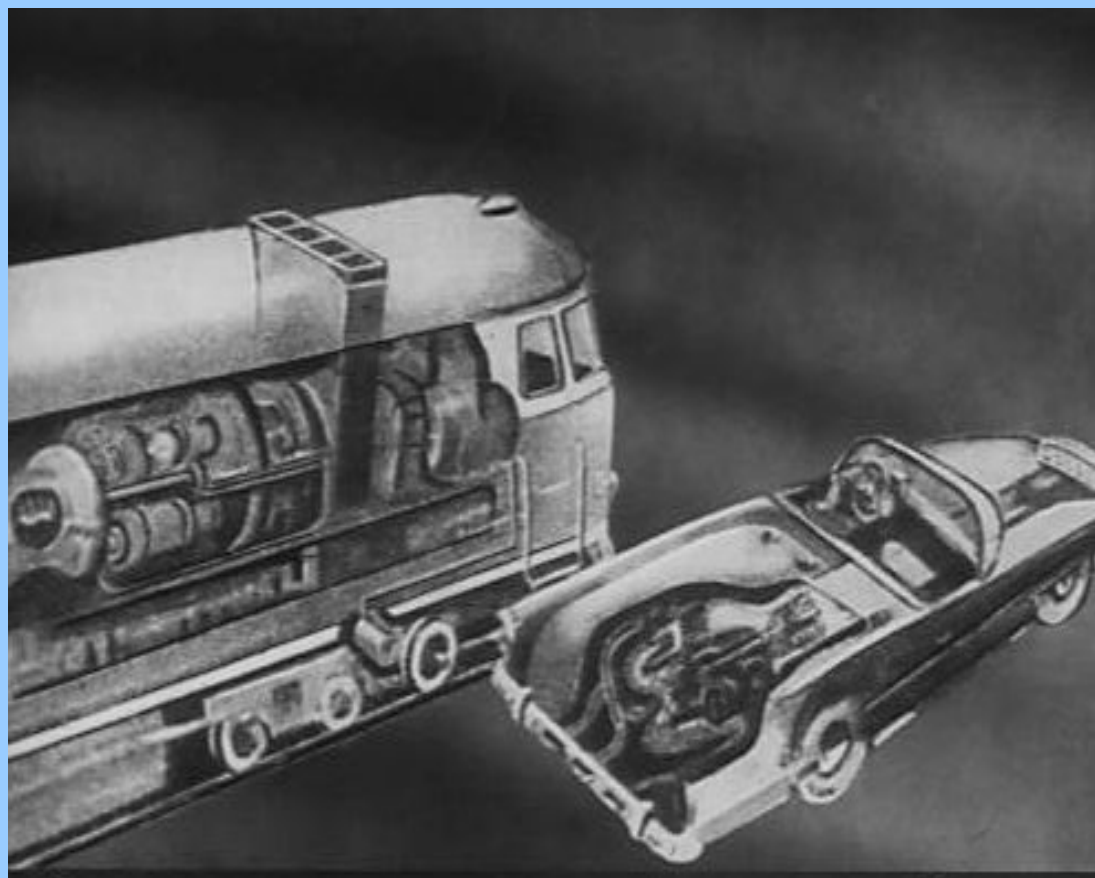
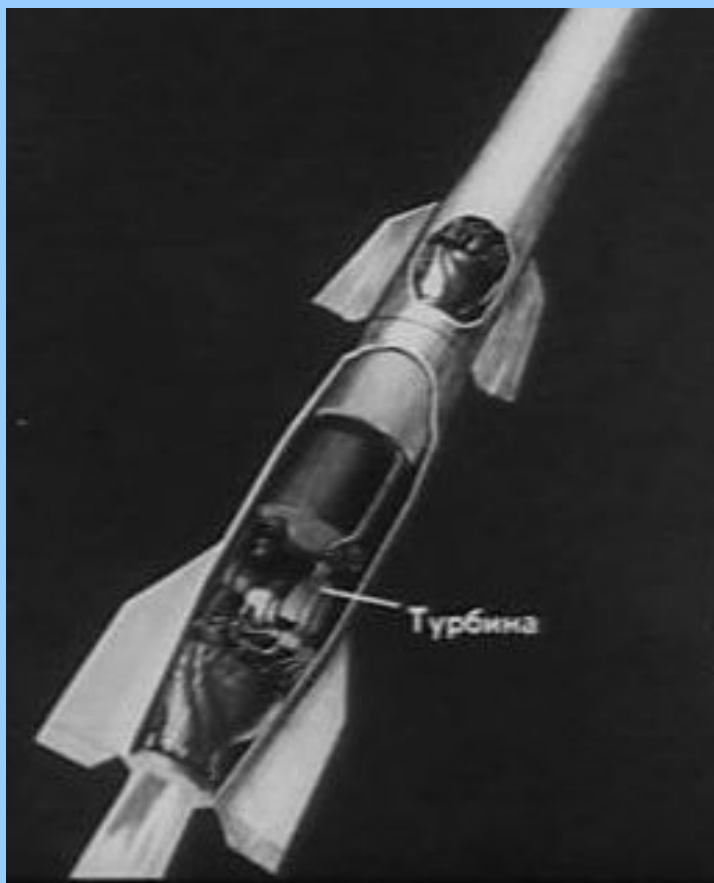


В газовых турбинах используется энергия газа, получающегося при сгорании топлива.



# Эксплуатационные характеристики

**КПД около 25-30%**

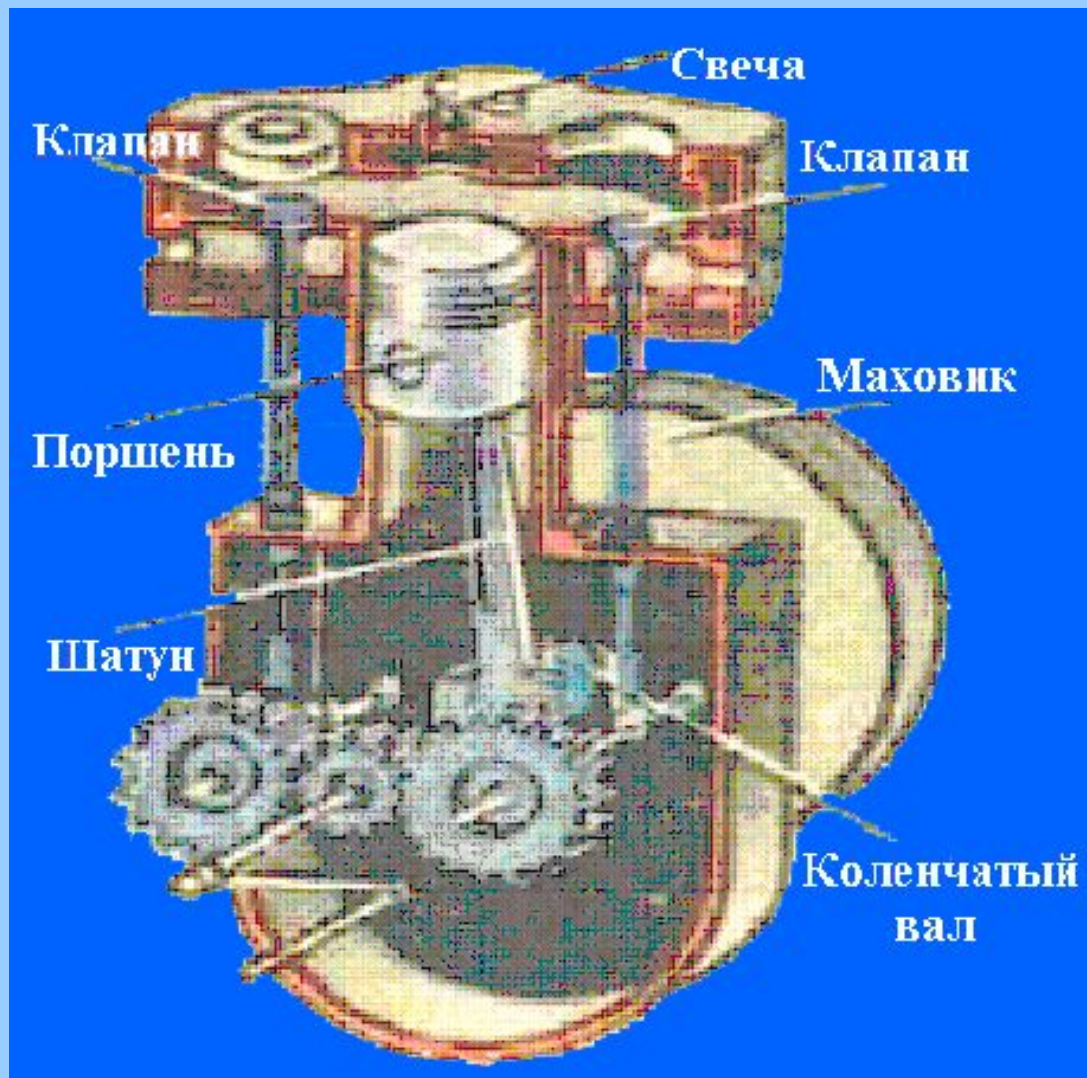


**Газовые турбины широко используются в ракетах, в железнодорожном и автомобильном транспорте.**



**Газовые турбины устанавливают на электростанциях.**

# Двигатели внутреннего сгорания



**Назначение:** превращение внутренней энергии топлива в механическую энергию.

# Четырёхтактный карбюраторный двигатель внутреннего сгорания

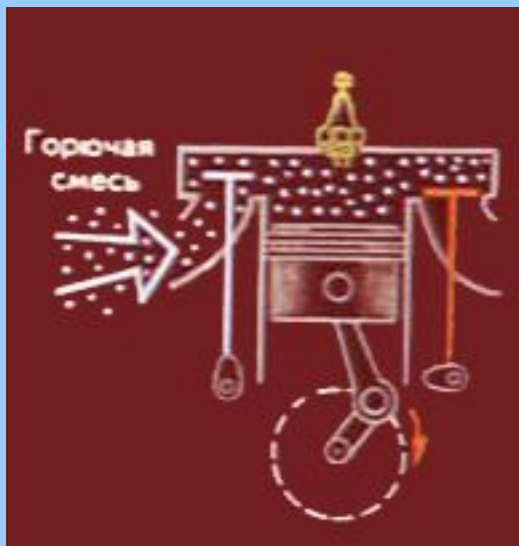


У этого двигателя образование горючей смеси происходит в специальном приборе – карбюраторе.

Полный цикл двигателя совершается за два оборота коленчатого вала.

График цикла работы этого двигателя близок к графику цикла Карно.

# Принцип работы:



## 1-ый такт – впуск

**Впускной клапан открыт. Поршень движется вниз. В цилиндре образуется разрежение, и в него из карбюратора поступает горючая смесь, состоящая из паров бензина и воздуха.**



## 2-ой такт – сжатие

Оба клапана закрыты. Поршень движется вверх. Горючая смесь сжимается. В конце такта сжатия рабочая смесь поджигается электрической искрой и давление резко возрастает. Рабочее тело получает количество теплоты  $Q_1$ .



## 3-ий такт – рабочий ход

Оба клапана закрыты. Под действием силы давления газов поршень движется вниз. Газ совершает работу.

В конце рабочего хода открывается выпускной клапан и газ выходит в атмосферу, унося с собой количество теплоты  $Q_2$ .





## 4-ый такт – выпуск

Выпускной клапан открыт. Поршень движется вверх и выталкивает оставшиеся продукты горения. В ДВС рабочее тело (газ) не приводится к начальному состоянию, т.к. его надо было бы очистить от продуктов сгорания и насытить кислородом. В цилиндры всасывается новая порция воздуха, смешанного с парами бензина, и цикл повторяется.

# Эксплуатационные характеристики

**КПД около 18-24%**

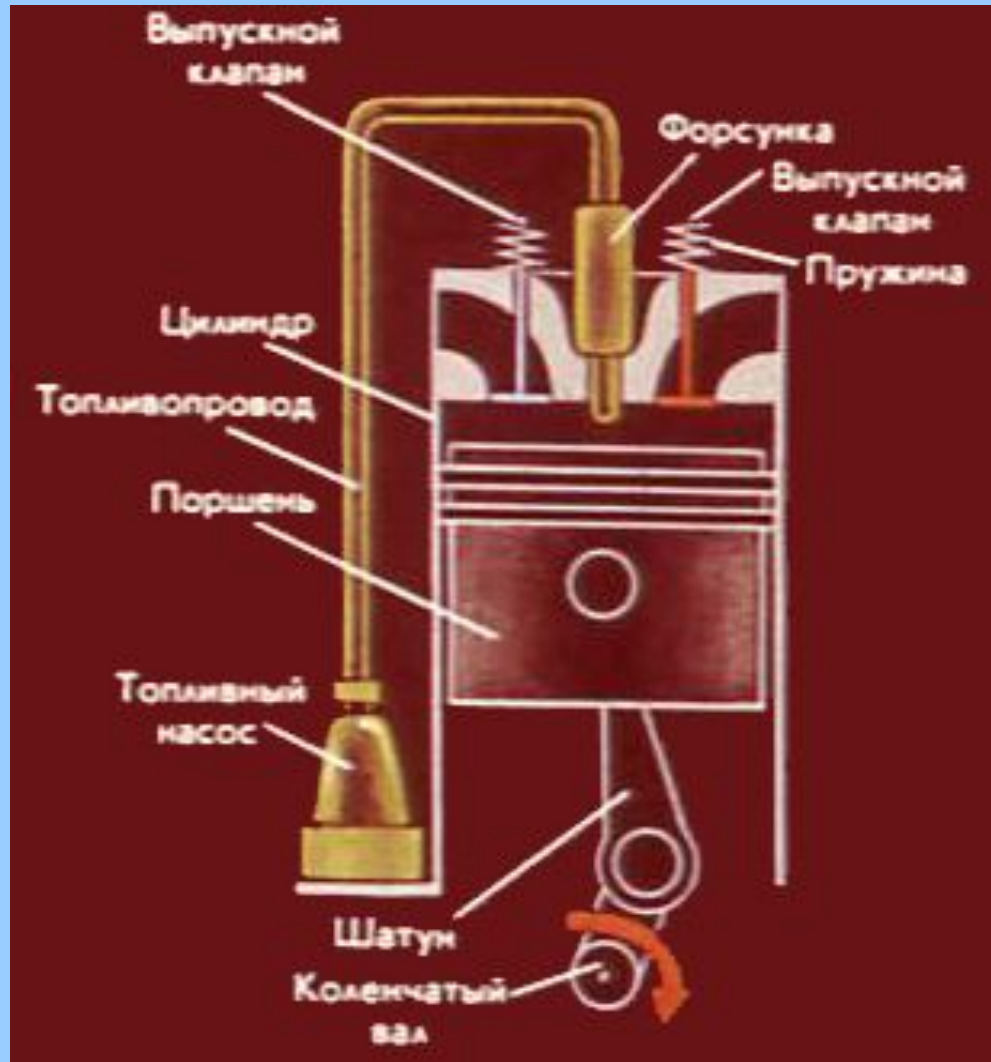
# Применение



# Вопросы:

1. Где сгорает топливо?
2. Как топливо попадает в ДВС?
3. За сколько тактов совершается один рабочий цикл двигателя?
4. Что происходит в двигателе при 1 такте?
5. Как называется 2 такт?
6. В каком такте совершается работа?
7. Как называется 4 такт?

# Четырёхтактный дизель



**Назначение:** превращение внутренней энергии топлива в механическую энергию.

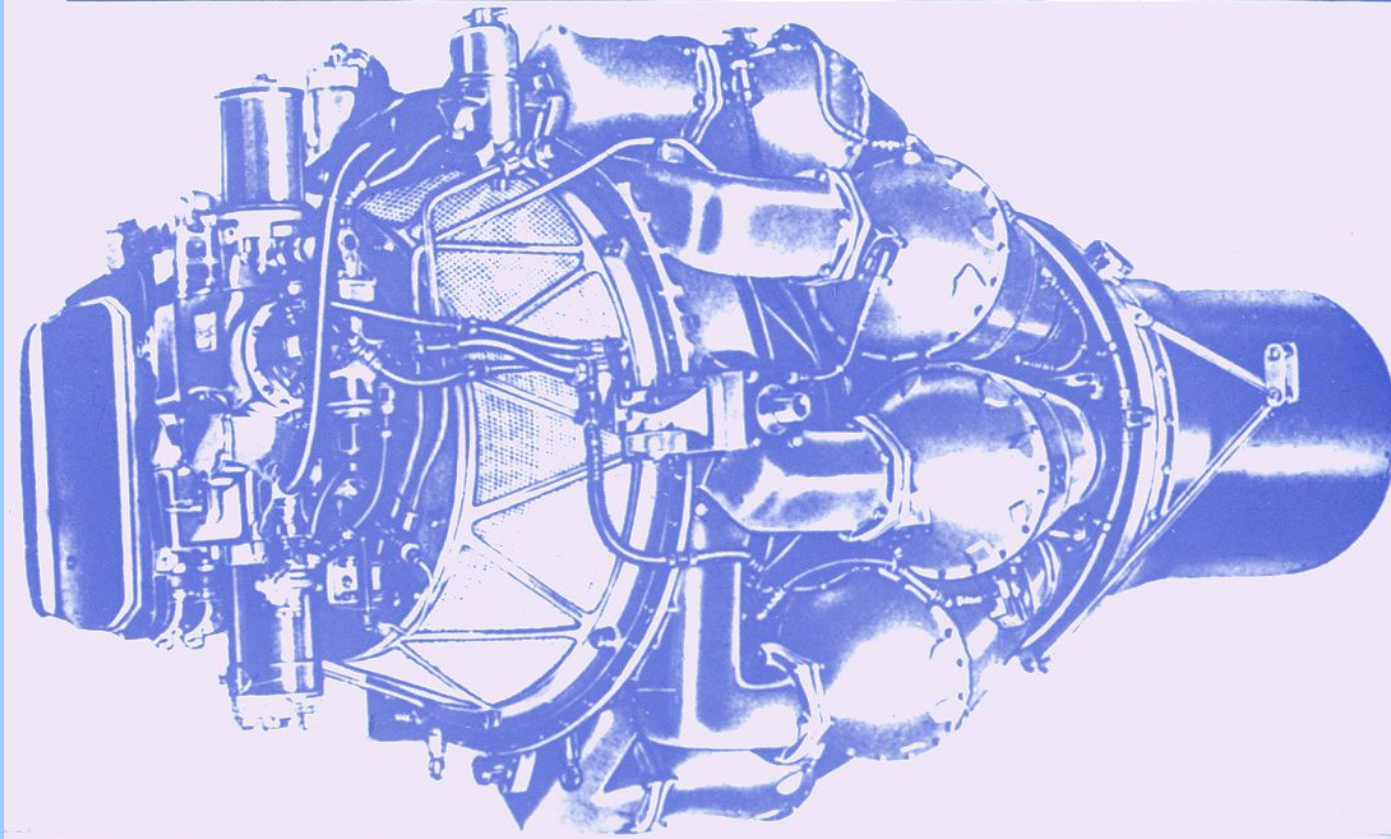
# Эксплуатационные характеристики

**КПД около 40-44%**

# Применение



# Реактивный двигатель

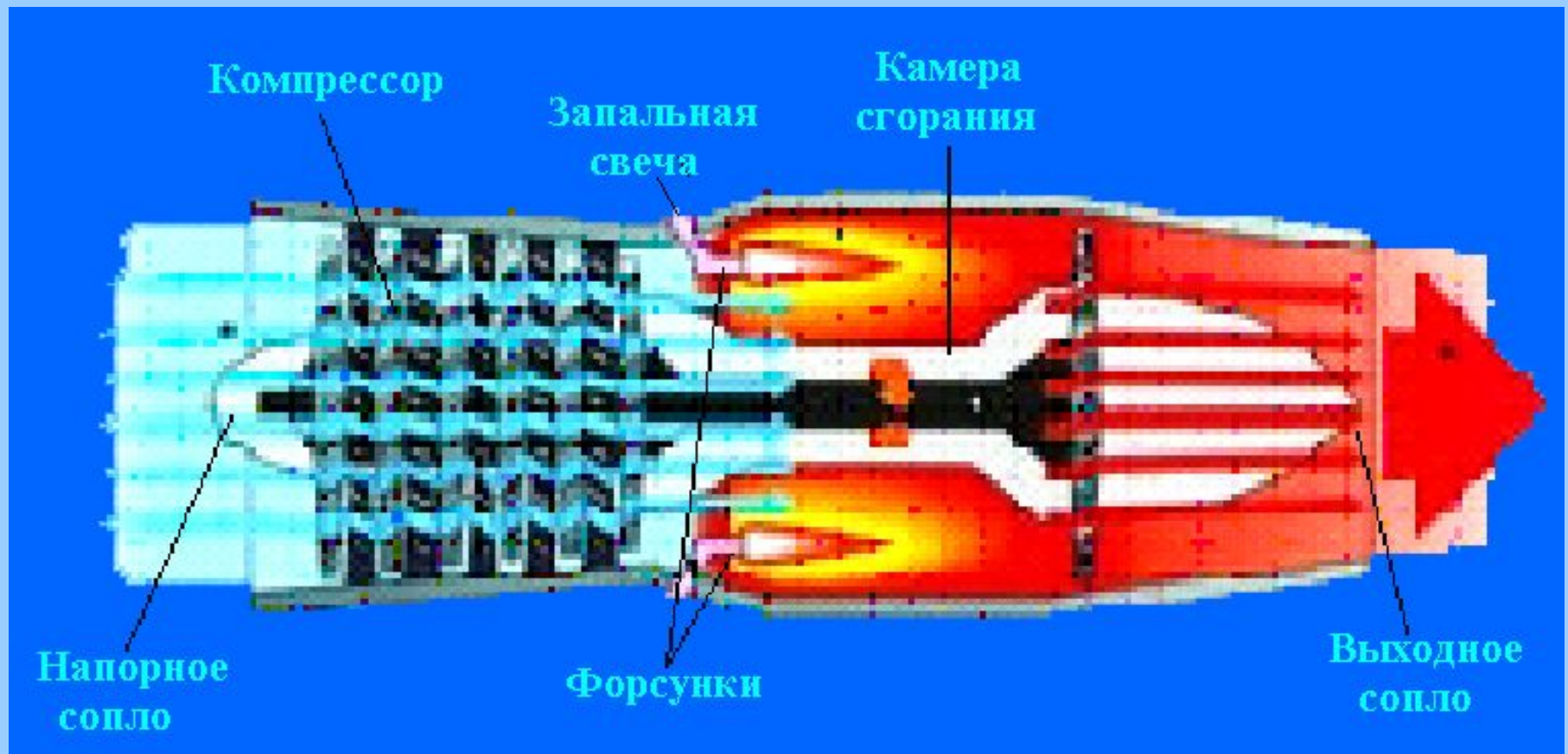


Внешний вид реактивного двигателя

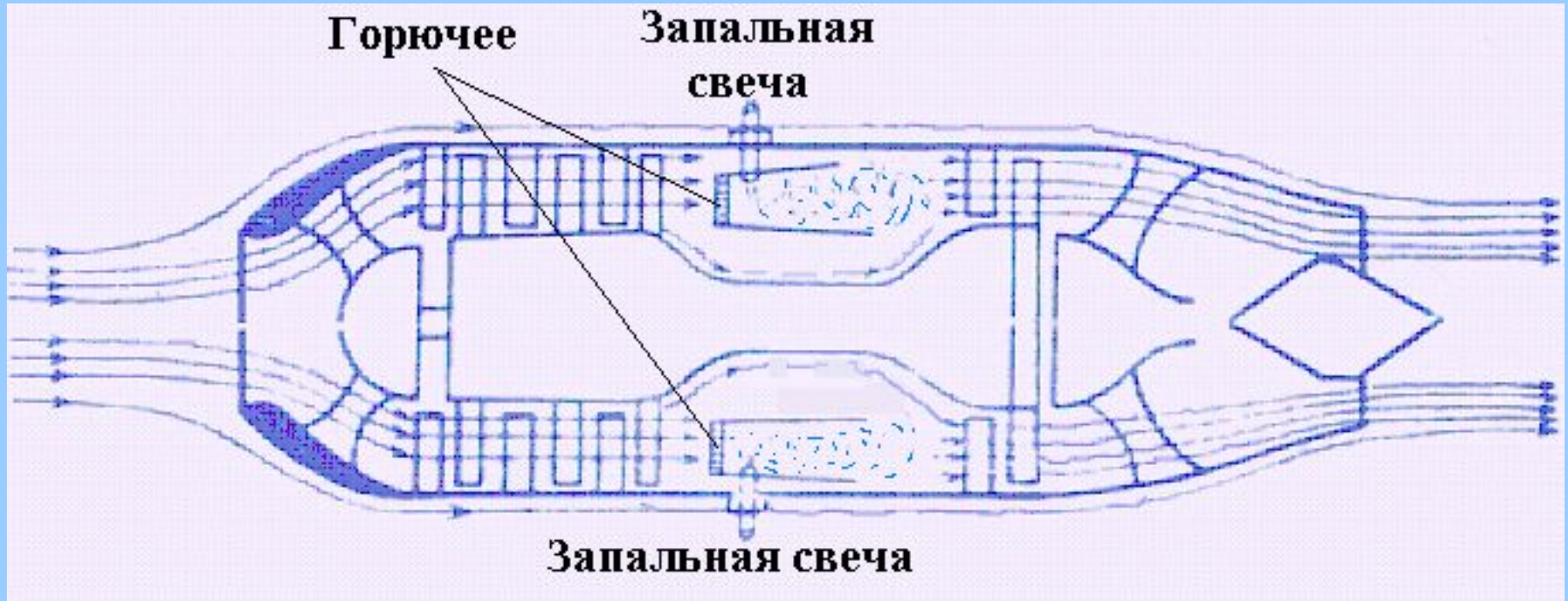
**Назначение:** превращение внутренней энергии топлива в механическую энергию.



# Схема устройства реактивного двигателя



# Принцип работы



Горючая смесь поступает в камеру, где воспламеняется запальной свечой. Расширяющиеся газы с большой скоростью выходят через сопла, вследствие чего установка получает импульс, направленный вперед.

# Эксплуатационные характеристики

**КПД около 25%**

# Применение





# Вопросы:

1. Какие виды энергии преобразуются из одного вида в другой при работе паровой машины?
2. Для чего служат машины?
3. Может ли машина иметь КПД 100%?
4. Как повысить КПД машины?
5. Во время каких тактов закрыты оба клапана в ДВС?
6. Почему в паровой турбине температура отработанного пара ниже, чем температура пара, поступающего к лопастям турбины?

# Домашнее задание:

§ 45-46;

№ 920-926 (сборник задач  
Лукашик В.И.)

или

Сравнительная хар-ка ДВС и  
дизельного двигателя.