



МГТУ им. Н.Э.Баумана

Кафедра СМ-10 «Колесные машины»

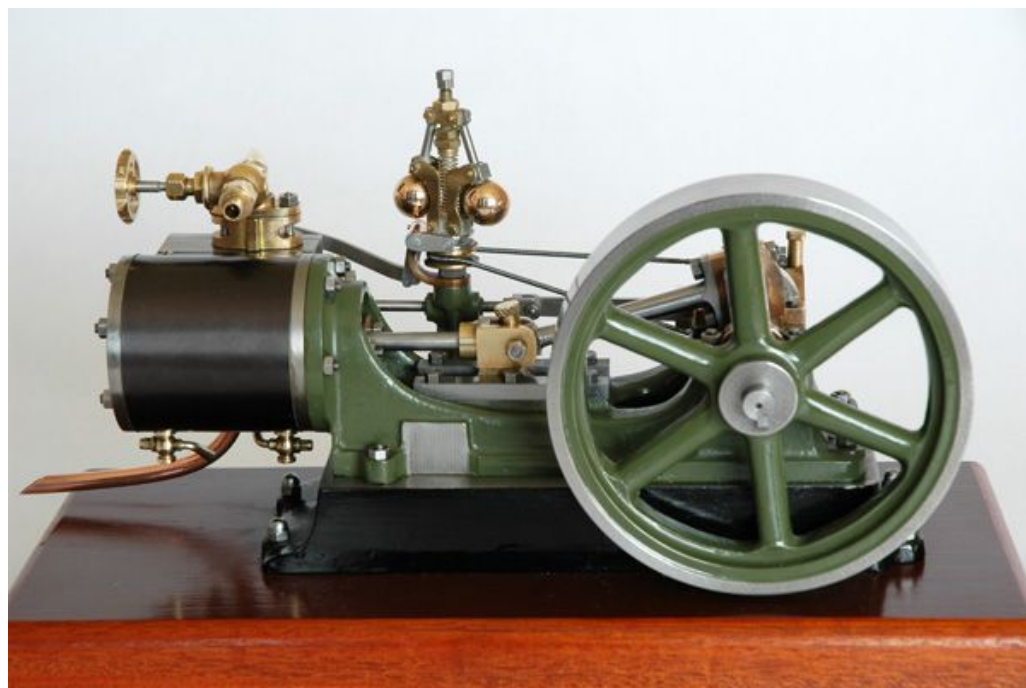
Двигатели внутреннего сгорания Лекция 2 история и классификация

преподаватель

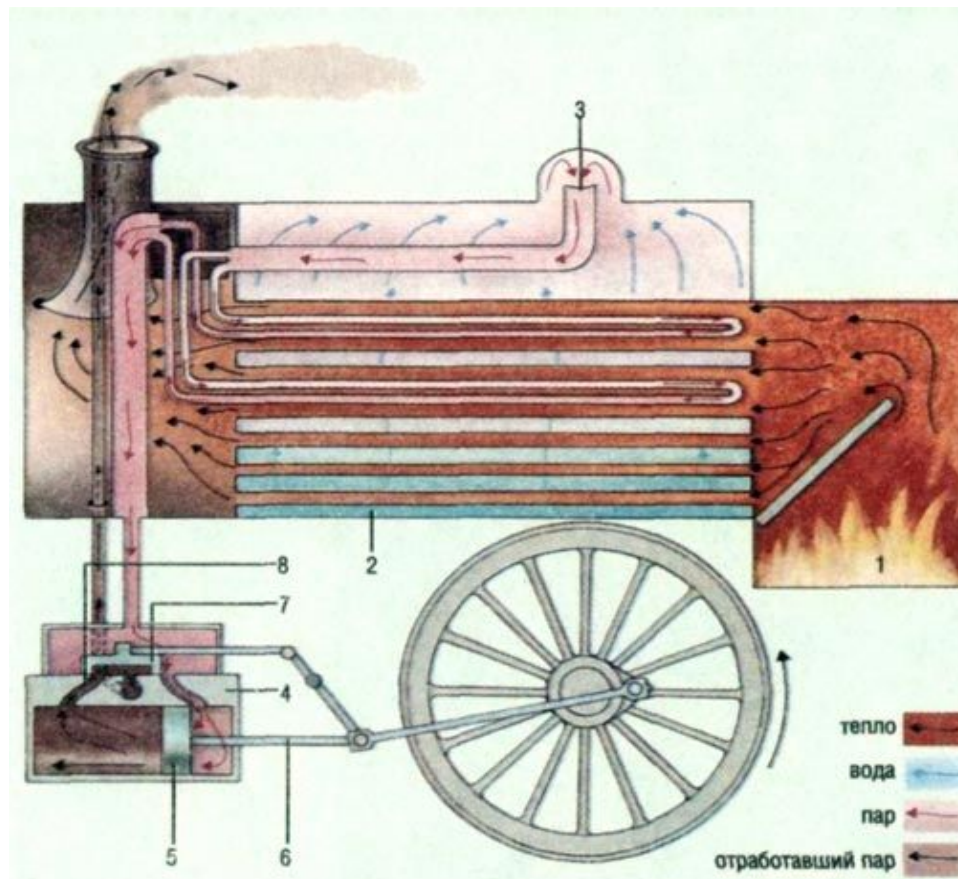
Захаров А.Ю.

Эволюция автомобильных двигателей

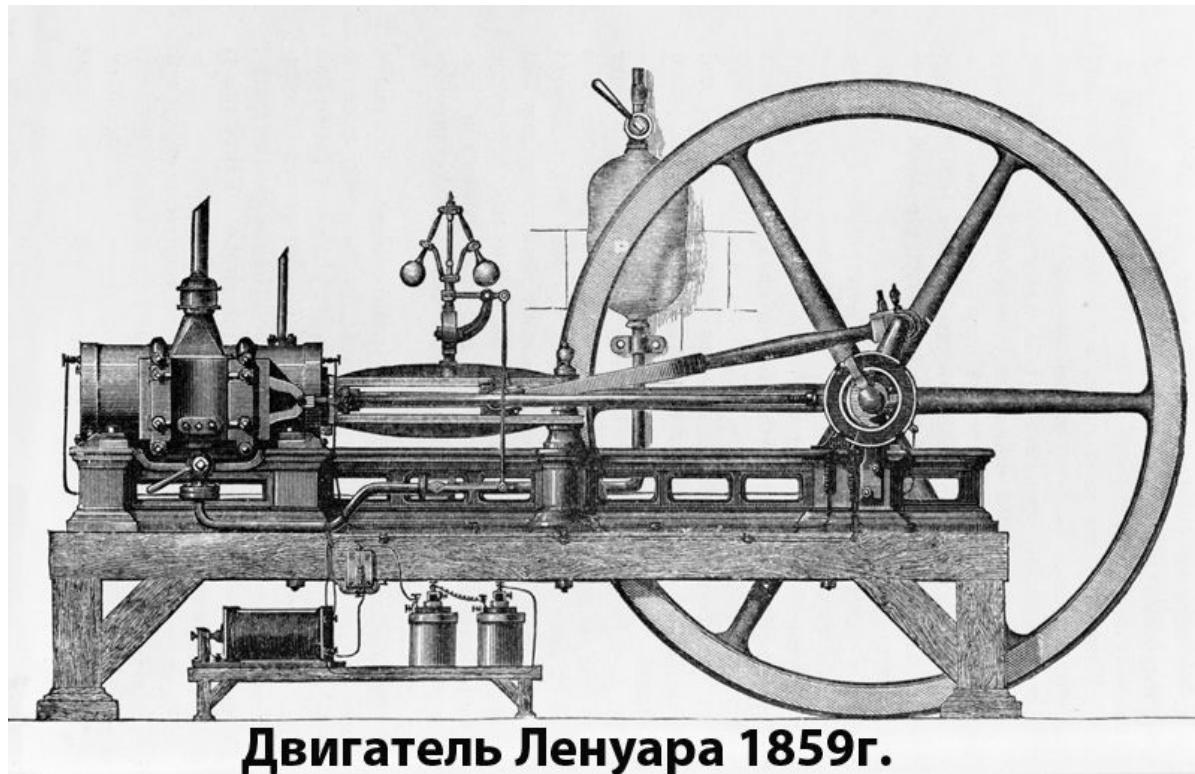
I. Паровые двигатели – внешнего сгорания Джеймс Уатт патент от 1784г.



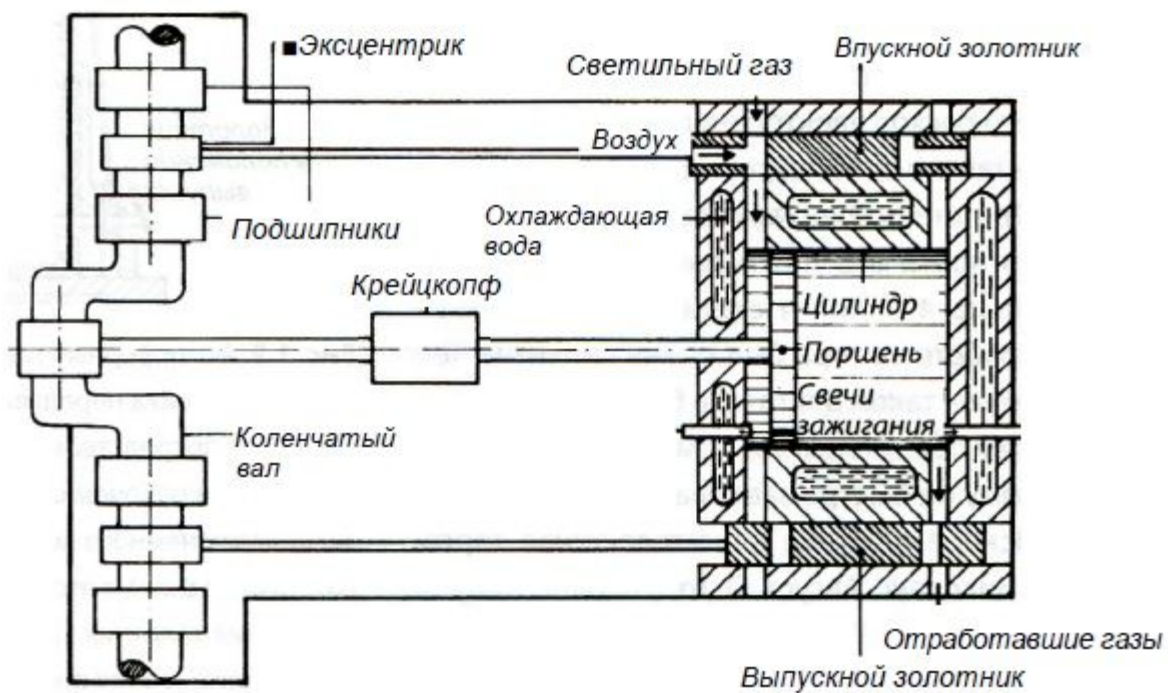
- Паровой двигатель
 - низкий КПД,
 - большой вес и размеры



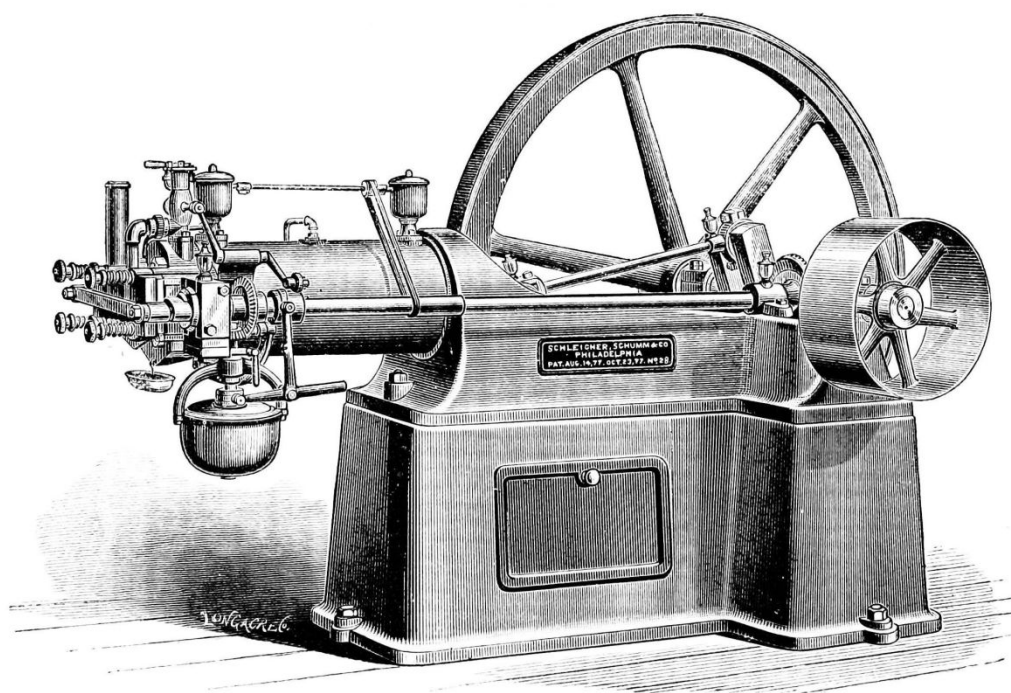
- ДВС – внутреннего сгорания
Жан-Этьен Ленуар патент 1859 г.



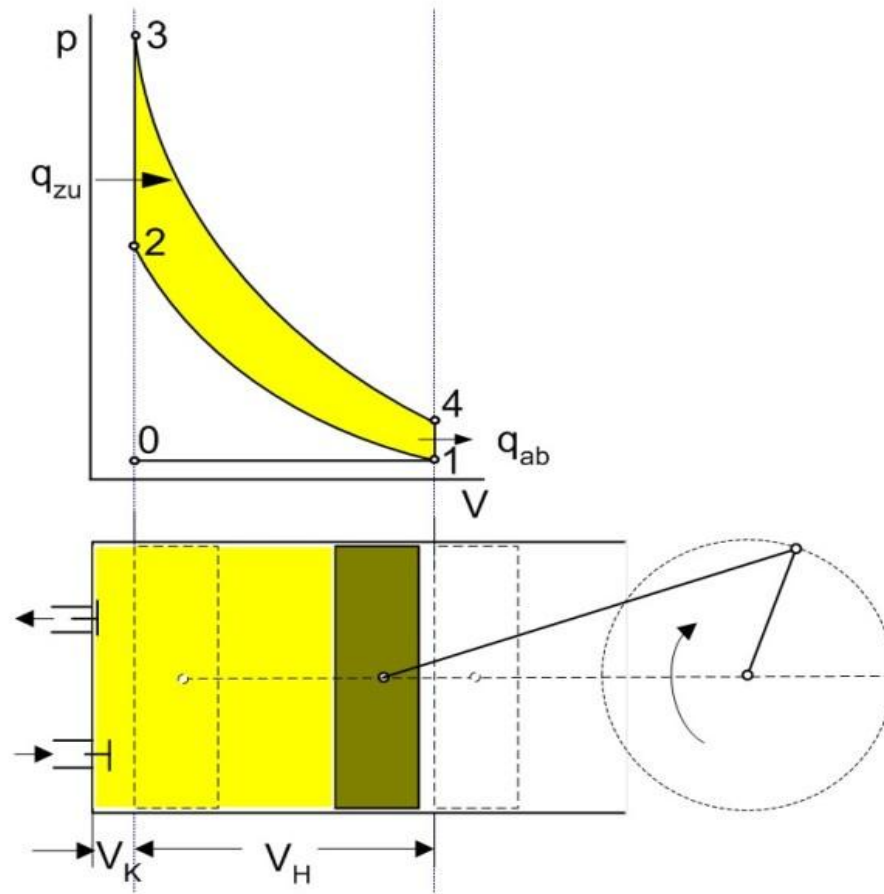
- Воспламенение смеси в середине хода поршня



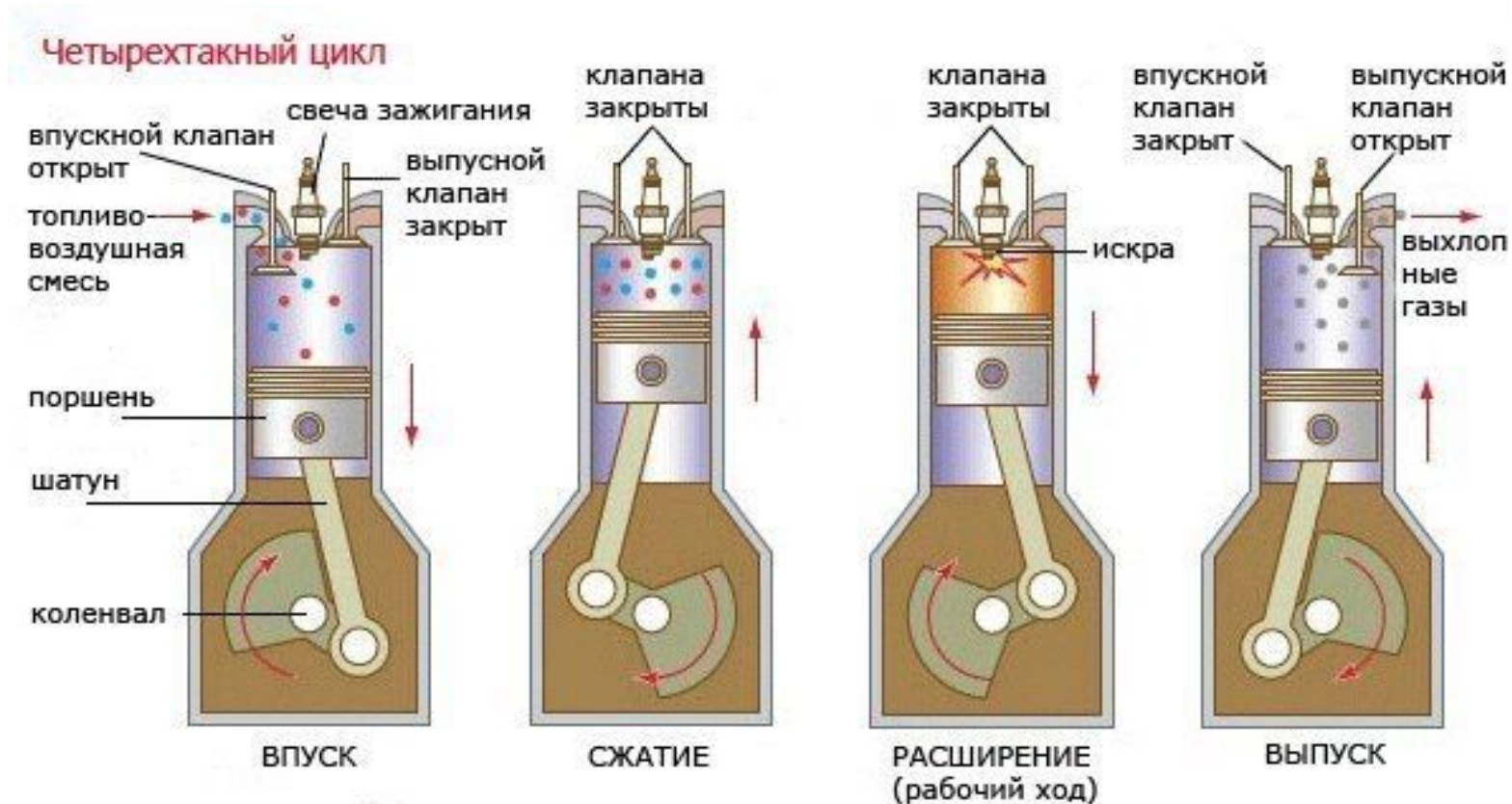
- ДВС- Отто Николаус Август 1866г.
четырехтактный двигатель внутреннего
сгорания



- Цикл Отто – высокий КПД,
сжатие смеси перед воспламенением



● Такты работы ДВС Отто



● Двухтактный ДВС Дугласа Кларка



- ДВС Рудольфа Дизеля 1892г.
«Дизельный двигатель»

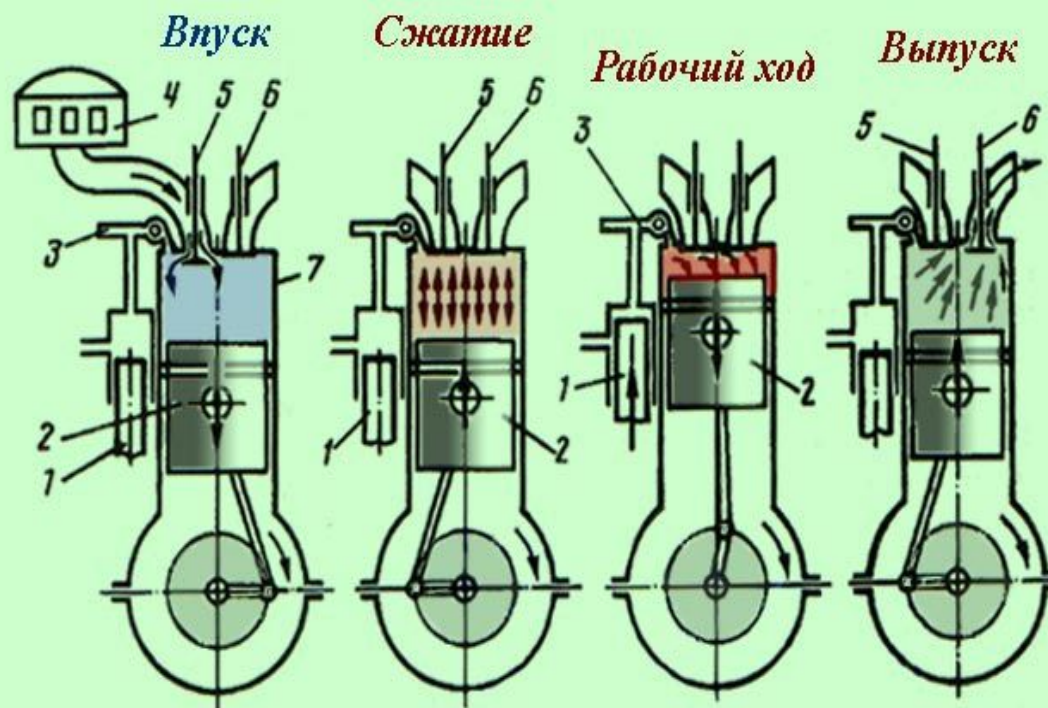
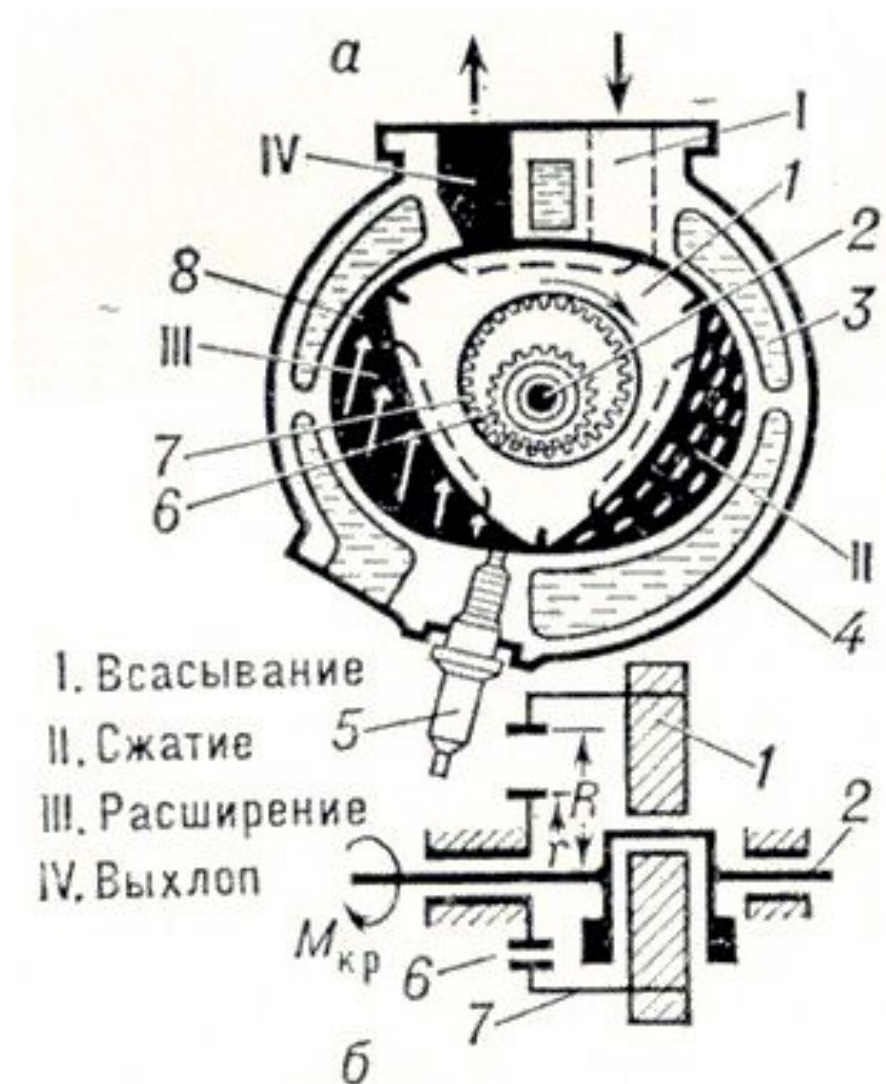


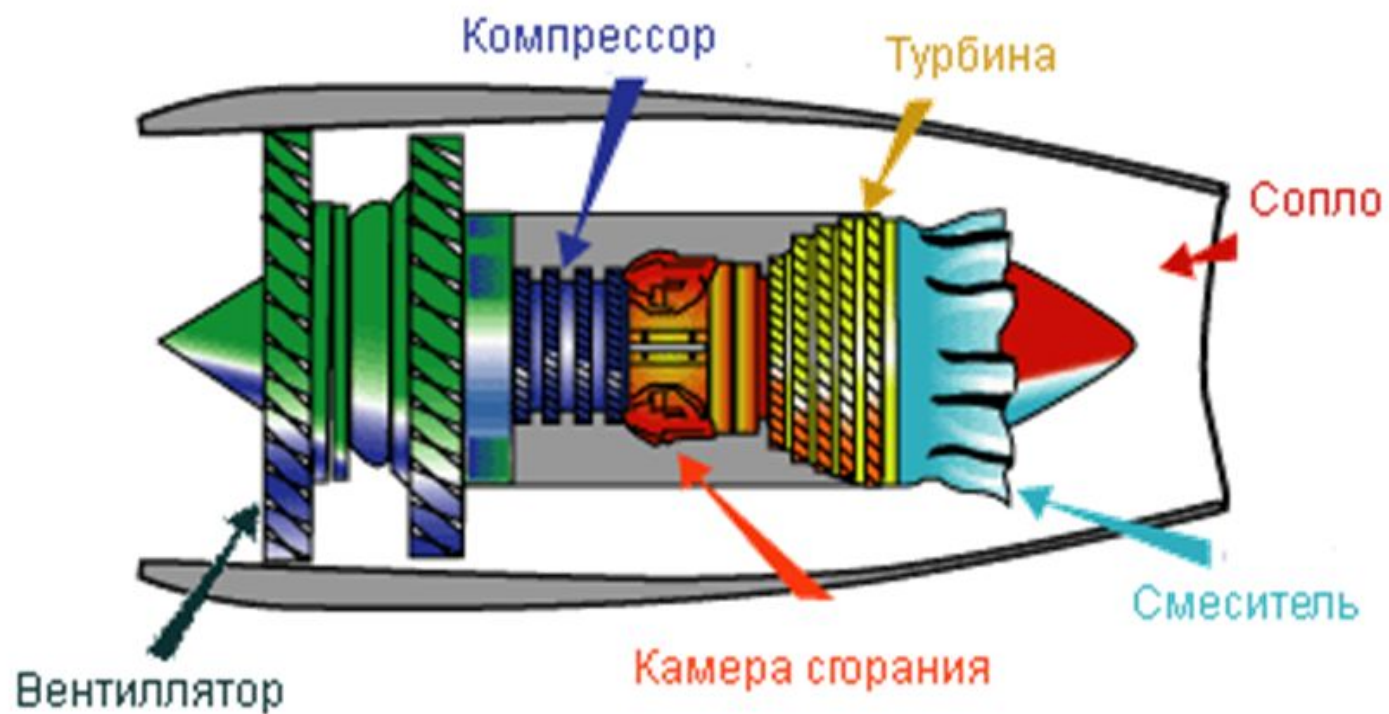
Рис. 2 Рабочий цикл четырехтактного дизеля

1 - топливный насос высокого давления, 2 - поршень, 3 - форсунка;
4 - воздушный фильтр, 5 - впускной клапан, 6 - выпускной клапан, 7 - цилиндр

● Роторный ДВС Ванкеля



- Газотурбинный ДВС



Классификация Двигателей

● По назначению:

- Стационарные — на электростанциях, насосные установки, нефте-газо перекачка, сельское хозяйство.
- Транспортные — устанавливаются на автомобилях, тракторах, самолетах, судах, локомотивах и др. транспортных машинах.

● По роду используемого топлива:

- **на легком жидком топливе** (бензин, керосин.),
- **на тяжелом жидком топливе** (мазут соляровое масло, дизельное топливо, газойль),
- **на газовом топливе** (газ природный, генераторный промысловый и др.)
- **на смешанном топливе** (основное топливо газ, для пуска двигателя используется жидкое топливо)
- **различных топливах** (бензине, керосине, дизельном топливе и др.) **многотопливные двигатели.**

- По способу преобразования тепловой энергии в механическую двигатели классифицируют на двигатели:

- **внутреннего сгорания** поршневые и роторно-поршневые, в которых процессы химического реагирования и превращения тепловой энергии в механическую работу происходят во внутрицилиндровом объеме (в над поршневым пространстве);
- **с внешним подводом теплоты.** Сюда относятся: газотурбинные двигатели, в которых процессы химического реагирования происходят в отдельном агрегате (камере сгорания), образующееся при этом рабочее тело (продукты сгорания) поступает на лопатки колеса турбины, где совершает работу;
- **комбинированные**, в которых сгорание топлива осуществляется в поршневом двигателе, являющемся генератором газа, механическая работа совершается в цилиндре поршневого двигателя и частично на лопатках колеса газовой турбины (свободнопоршневые генераторы газов, турбопоршневые двигатели и т. п.).

● По способу смесеобразования поршневые двигатели внутреннего сгорания делят на двигатели:

- с внешним смесеобразованием горючая смесь образуется вне цилиндра (карбюраторные и газовые двигатели, а также двигатели с впрыском топлива во впускную трубу);
- с внутренним смесеобразованием при впуске в цилиндр поступает только воздух, а рабочая смесь образуется внутри цилиндра. По такому способу работают дизели, в которых топливо в камеру сгорания подается, когда поршень находится вблизи верхней мертвой точки (в. м. т.) в конце процесса сжатия; двигатели с искровым зажиганием и впрыском топлива в цилиндр и газовые двигатели с подачей жидкого топлива или газа в цилиндр в начале процесса сжатия;
- с расслоением заряда, при котором в различных зонах камеры сгорания образуется рабочая смесь разного состава.

- По способу воспламенения рабочей смеси различают двигатели:

- с воспламенением рабочей смеси от электрической искры (с искровым зажиганием);
- с воспламенением от сжатия (дизели);
- с форкамерно-факельным зажиганием, в которых смесь воспламеняется искрой в специальной камере сгорания небольшого объема, а дальнейший процесс горения происходит в основной камере;
- с воспламенением газового топлива от небольшой порции дизельного топлива, воспламеняющегося от сжатия, газожидкостный процесс.

- По способу осуществления рабочего цикла поршневые двигатели разделяются на:

- **четырехтактные** без наддува (впуск воздуха из атмосферы) и с наддувом (впуск свежего заряда под давлением);
- **двухтактные** без наддува и с наддувом

Применяют наддув с приводом компрессора от газовой турбины, работающей на отработавших газах (газотурбинный наддув); от компрессора, механически связанного с двигателем, и от компрессоров, один из которых приводится в действие газовой турбиной, а другой двигателем.

- По способу регулирования в связи с изменением нагрузки различают двигатели:

- с качественным регулированием, в которых при постоянном количестве вводимого в цилиндр воздуха увеличивается или уменьшается количество подаваемого топлива и состав смеси изменяется;
- с количественным регулированием, в которых состав смеси остается постоянным и меняется только ее количество;
- со смешанным регулированием изменяются количество и состав смеси.

- По конструкции различают
- поршневые двигатели; они, в свою очередь, делятся

- **по расположению цилиндров**

на вертикальные рядные,

горизонтальные рядные,

V-образные,

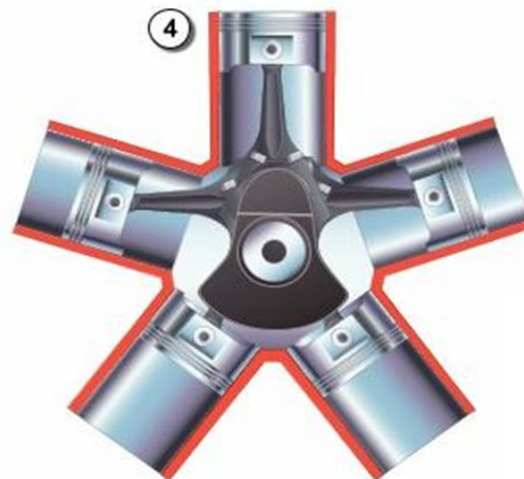
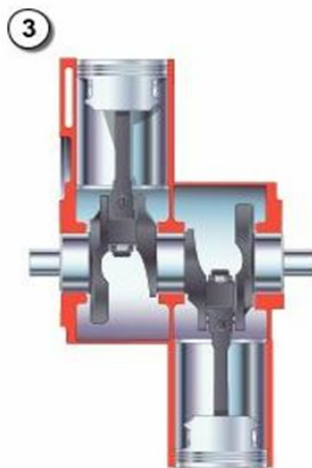
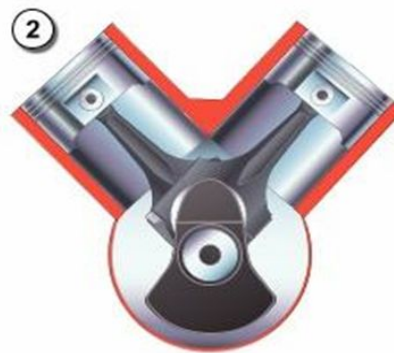
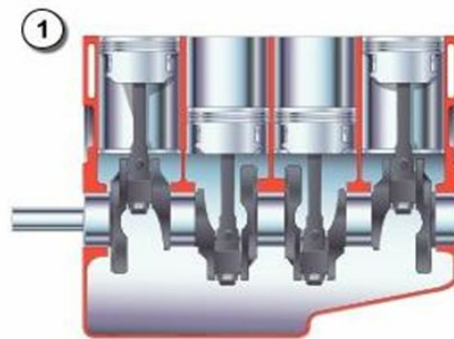
звездообразные и с противолежащими цилиндрами;

- **по расположению поршней**

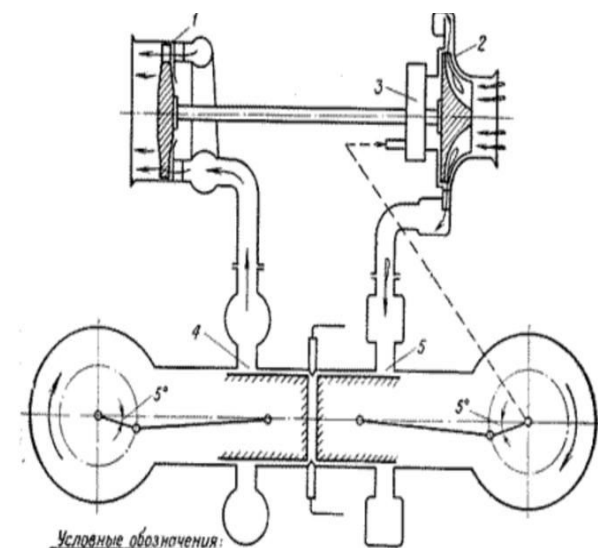
на *одно поршневые* (в каждом цилиндре имеются один поршень и одна рабочая полость),

с противоположно движущимися поршнями (рабочая полость расположена между двумя поршнями, движущимися в одном цилиндре в противоположные стороны),

двойного действия (по обе стороны поршня имеются рабочие полости);



- 1 рядный двигатель
- 2 V-образный двигатель
- 3 оппозитный двигатель
- 4 звездообразный двигатель



Условные обозначения:

- Направление движения воздуха
- Направление движения отработавших газов

Рис. 1. Принципиальная схема двигателя:

1 — турбина, 2 — компрессор, 3 — редуктор, 4 — выпускные окна, 5 — пропеллерные окна

- роторно-поршневые двигатели, которые могут быть трех типов

- ротор (поршень) совершает планетарное движение в корпусе; при движении ротора между ним и стенками корпуса образуются камеры переменного объема, в которых совершается цикл. Эта схема получила преимущественное применение;
- корпус совершает планетарное движение, а поршень неподвижен;
- ротор и корпус совершают вращательное движение бироторный двигатель.

- По способу охлаждения различают двигатели

- с жидкостным охлаждением;
- с воздушным охлаждением

Применение на ТССН

- На ТССН применяют поршневые двигатели с воспламенением от искры (карбюраторные, газовые, с впрыском топлива) и с воспламенением от сжатия (дизели), а также роторно-поршневые двигатели.
- Для автомобилей малой грузоподъемности иногда используются электрические двигатели, работающие от аккумуляторных батарей.

Основные показатели, характеризующие качество двигателей внутреннего сгорания,

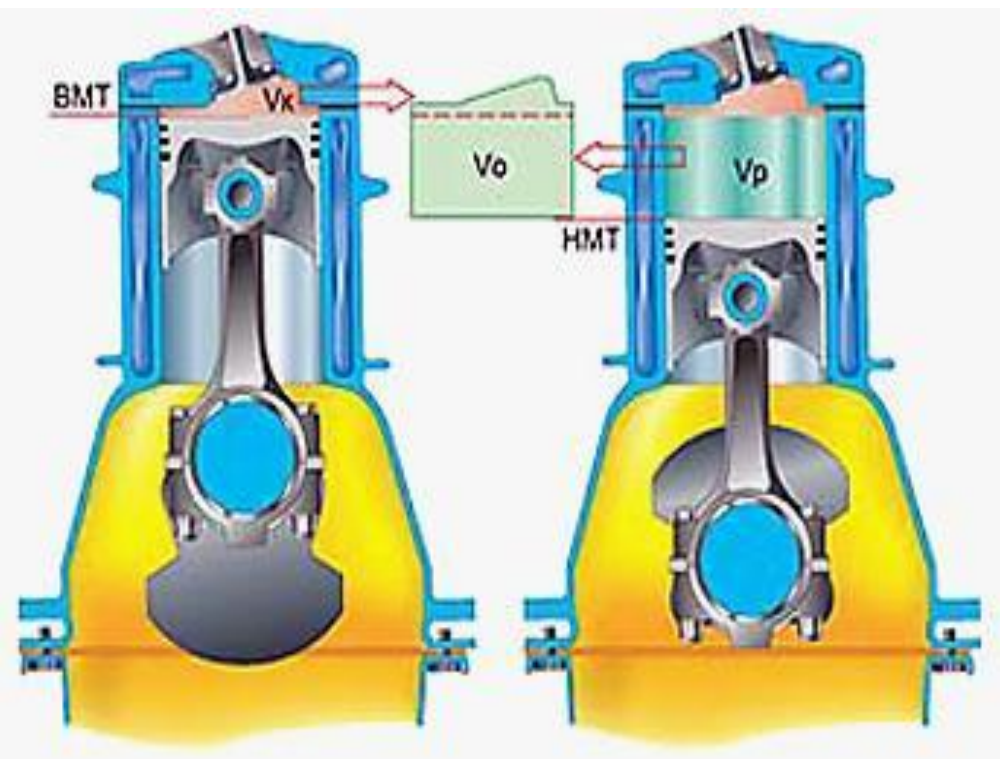
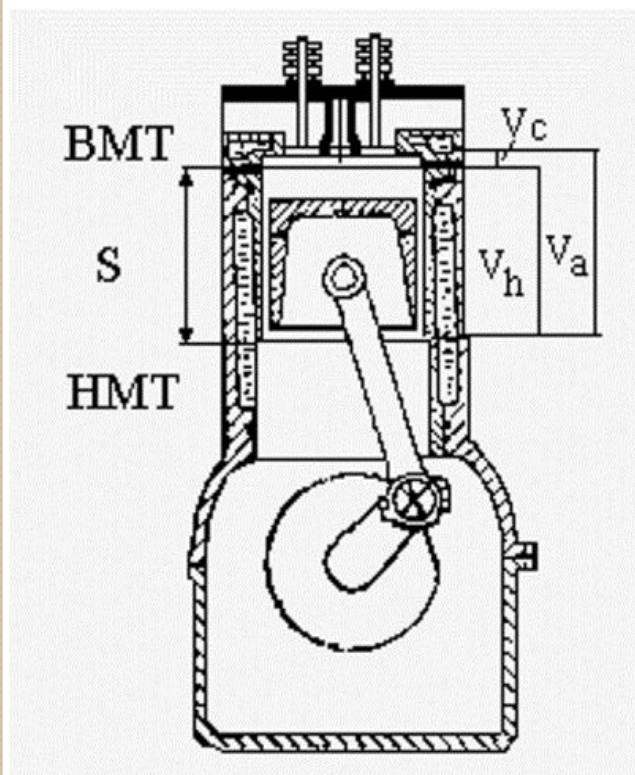
- 1. Надежность всех элементов конструкции.
- 2. Степень совершенства преобразования тепловой энергии в механическую; она оценивается КПД или удельным расходом топлива, представляющим собой количество топлива (в массовых или объемных единицах), расходуемого в единицу времени на единицу мощности.
- 3. Мощность двигателя, отнесенная к единице рабочего объема цилиндра или к единице площади поршня (удельная мощность).

- 
- 4. Масса двигателя, приходящаяся на единицу мощности (удельная масса), и его габаритные размеры.
 - 5. Степень токсичности и дымности отработавших газов, уровень шума при работе двигателя.
 - 6. Простота конструкций, удобство обслуживания и стоимость изготовления двигателя, его эксплуатации и ремонта.
 - 7. Надежность пуска двигателя.
 - 8. Перспективность конструкции, позволяющая производить дальнейшую ее модернизацию путем форсирования двигателя и повышения его показателей в соответствии с уровнем развития техники.

- 
- Для транспортных двигателей важным качеством является быстрая приспособляемость к работе на переменных режимах в зависимости от условий эксплуатации.

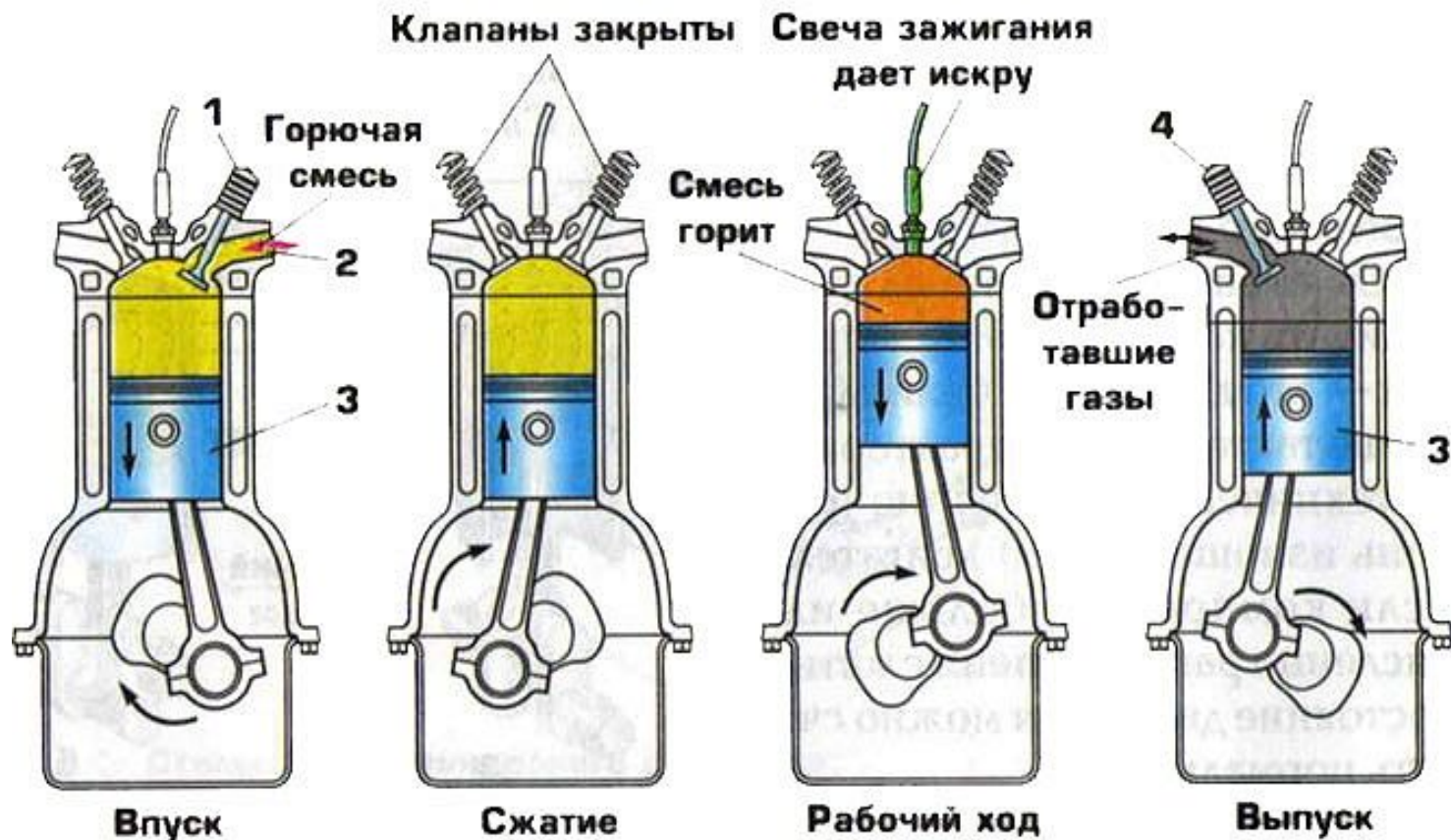
ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

- ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ



ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

- ВМТ - положение, которое занимает поршень в конце его хода вверх, называется верхней мертвой точкой,
- НМТ - положение которое занимает поршень в конце его хода вниз — нижней мертвой точкой.
- S - Ход поршня - перемещение поршня от одной мертвой точки до другой (при работе двигателя - такт).
- V_c - объем, который образуется над поршнем при нахождении его в ВМТ, называется объемом камеры сгорания.
- V_h - объем, который освобождает поршень при его движении от ВМТ к НМТ, называется рабочим объемом, сумма всех рабочих объёмов называется литражом двигателя.
- V_a - сумма объема камеры сгорания и рабочего объема называется полным объемом цилиндра.
- Степень сжатия - параметр поршневого двигателя, который определяется как отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания. V_a/V_c

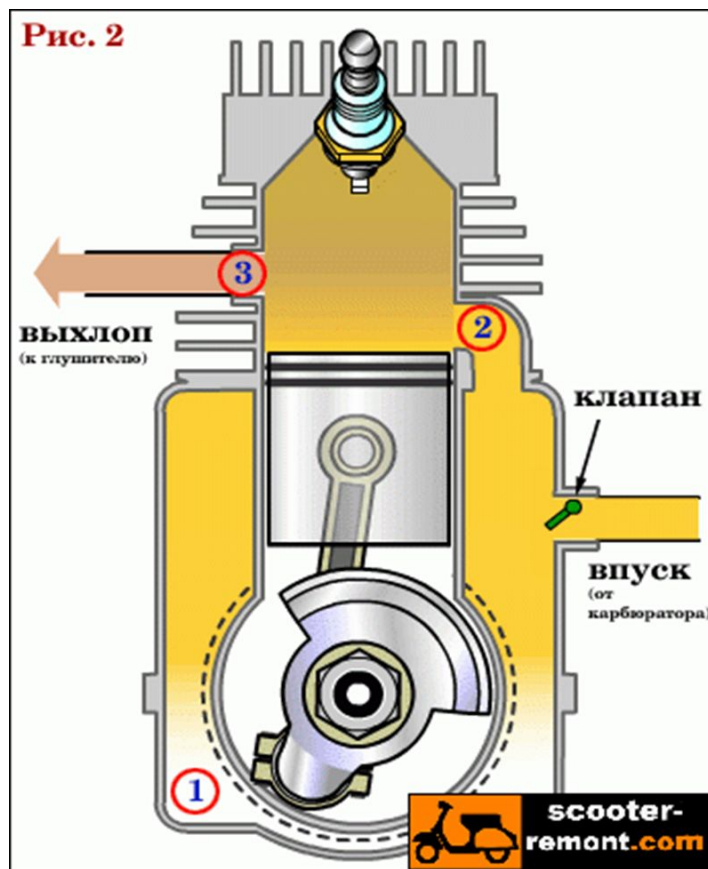


Рабочий цикл четырехтактного двигателя:

1 — впускной клапан, 2 — впускной канал, 3 — поршень, 4 — выпускной клапан. — — — движение деталей

ДВУХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

- Двухтактный ДВС обычно не имеет клапанов (за исключением двухтактных дизелей), а вместо них в определенных местах цилиндра выполнены отверстия, которые называются продувочными окнами



● Рабочие циклы двухтактного двигателя

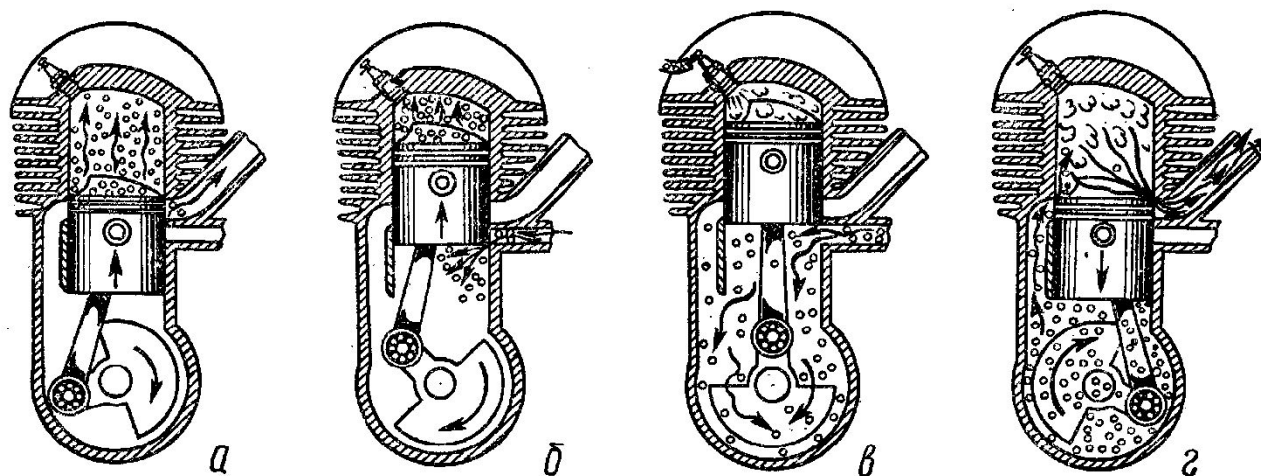


Рис. 4. Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя:
а — впуск; б — сжатие; в — рабочий ход; г — выпуск

РОТОРНО-ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ (двигатель Ванкеля)

- Роторно-поршневой двигатель работает по четырехтактному циклу, как и обычный поршневой ДВС.
- Вместо поршня в этом двигателе применяется вращающийся ротор специальной формы, имеющий название «дельтроид».
- Ротор вращается внутри корпуса двигателя, который называется статором и имеет сложную геометрическую форму. Ротор связан зубчатой передачей с корпусом двигателя, а за счет эксцентрикового вала, может совершать планетарное перемещение внутри статора, при этом все три вершины ротора постоянно соприкасаются с внутренней поверхностью статора.
- Между ротором и статором образуются три полости переменного объема, в которых можно осуществить четырехтактный цикл.

РПД Ванкеля

- Роторно-поршневые ДВС более легкие и компактные по сравнению с поршневыми двигателями и отличаются более высокой максимальной частотой вращения



Такты работы РПД



а – впуск
б – сжатие
в – выпуск



а – сжатие
б – рабочий ход
в – перекрытие окон

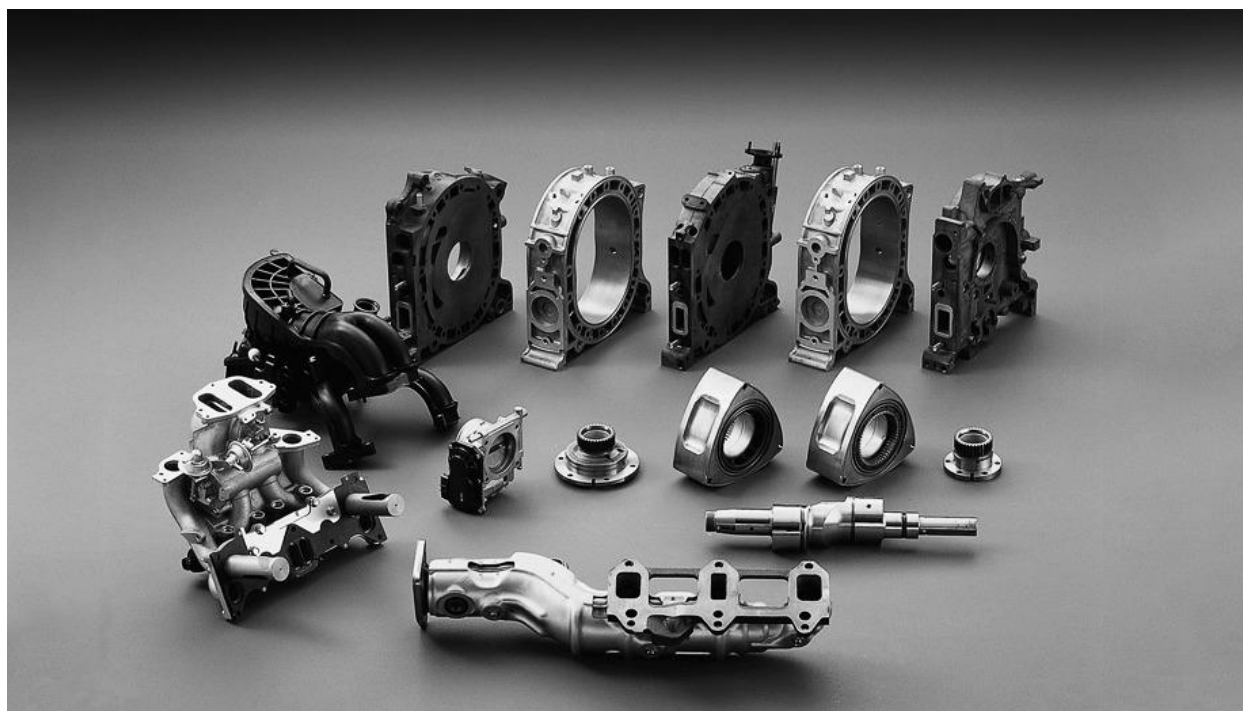


а – воспламенение
б – выпуск
в – впуск



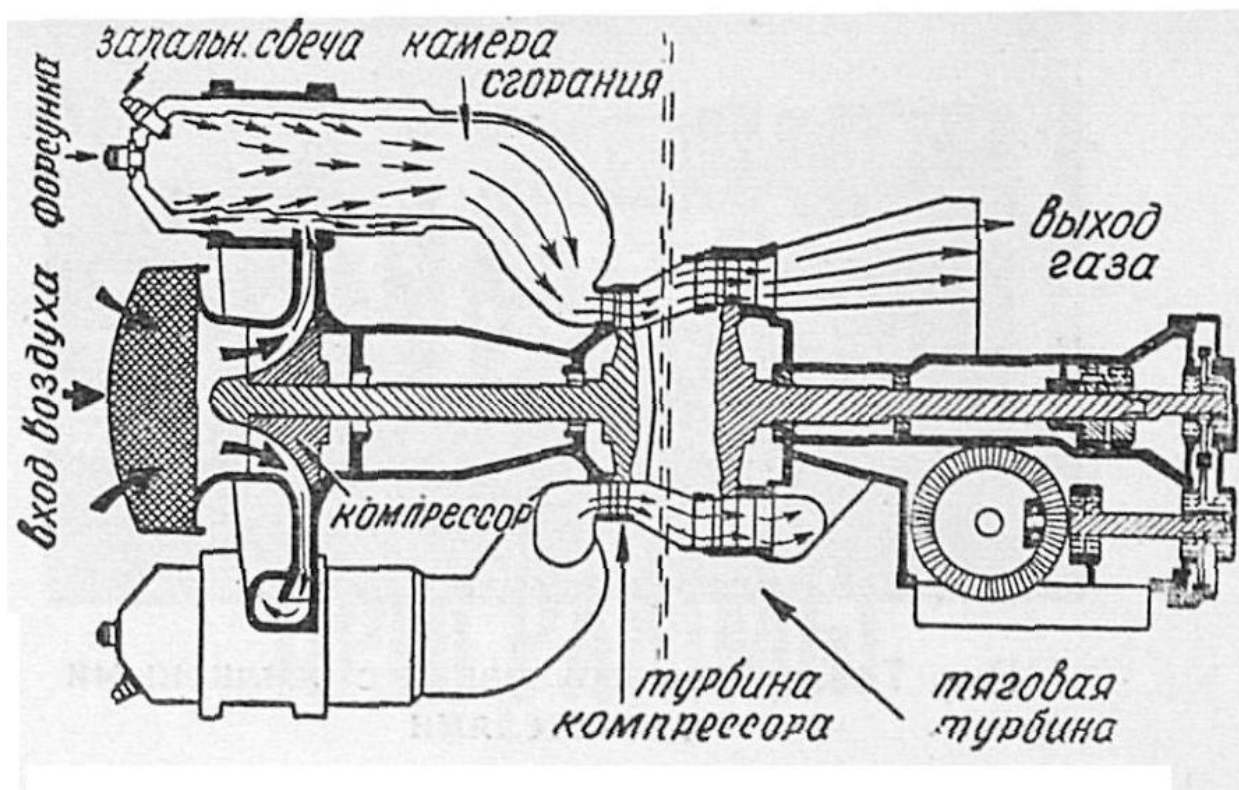
а – рабочий ход
б – выпуск
в – впуск

Компоненты РПД



ГАЗОТУРБИННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

- рабочий процесс в нем происходит не циклично, а непрерывно



Принцип работы

- Топливо постоянно впрыскивается в камеру сгорания такого двигателя и, смешавшись там с воздухом, сгорает.
- Образующиеся газы с высокой скоростью попадают на лопатки силовой турбины и турбины компрессора.
- Силовая турбина через редуктор соединяется с трансмиссией автомобиля, а компрессор служит для нагнетания воздуха в двигатель.
- Горячие газы, выходящие из турбины, попадают в теплообменник, где нагревают воздух, подающийся в камеру сгорания двигателя, после чего удаляются в атмосферу. Наличие теплообменника дает возможность повысить эффективность газотурбинного двигателя.

Преимущество газотурбинного двигателя

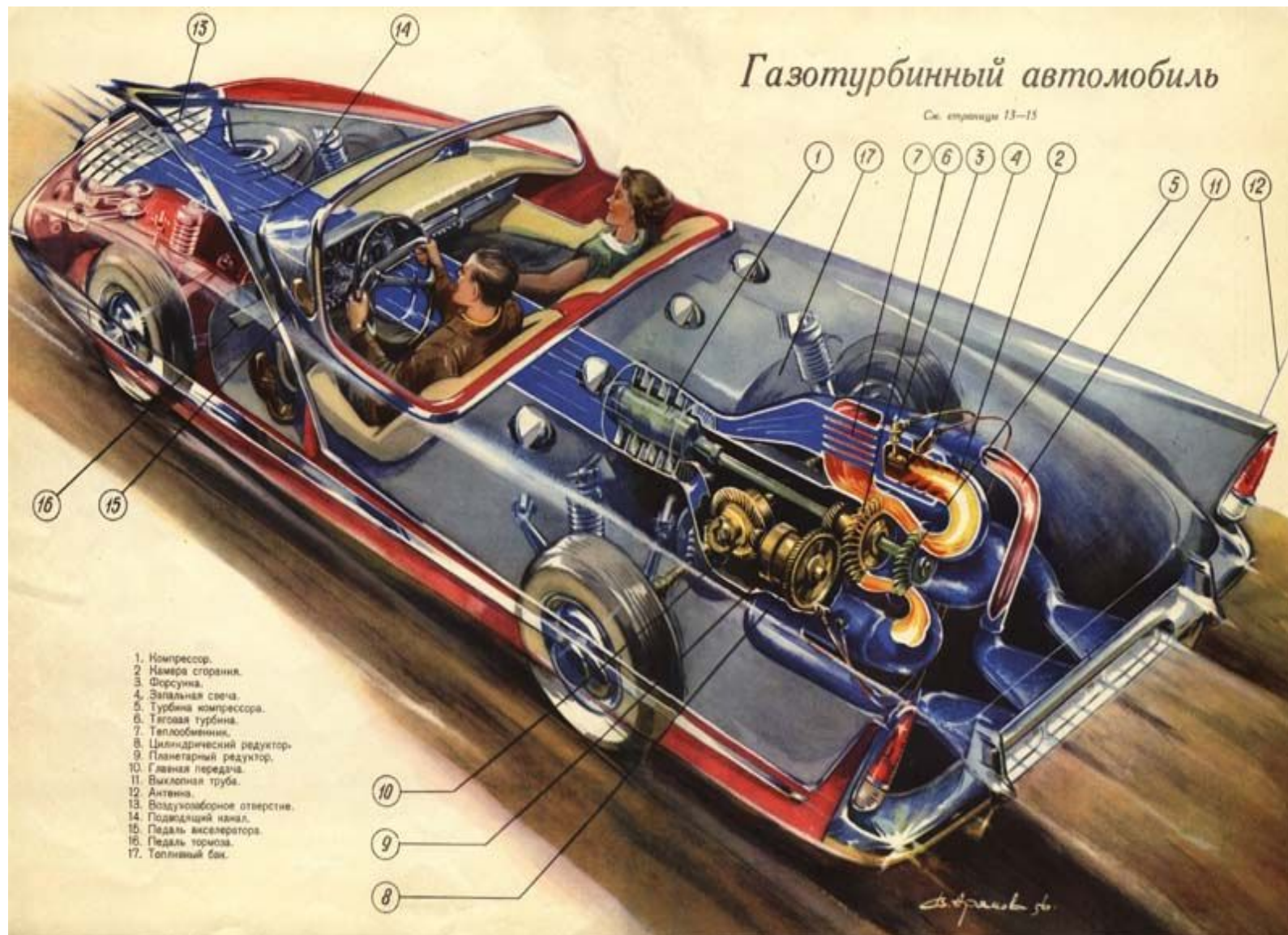
- Отсутствие возвратно-поступательных перемещений в таком двигателе обеспечивает высокую равномерность его работы.
- Легкость пуска при низких температурах.
- Малая токсичность и возможность работы на различных (жидких и газообразных) топливах.

Недостатки газотурбинного двигателя

- Низкая топливная экономичность.
- Сильный шум при работе.
- Высокая стоимость производства.
- Большая инерционность двигателя, они медленно реагируют при необходимости резкого ускорения автомобиля.

Газотурбинный автомобиль

См. страницы 13—15



Применение ГТД совместно с электрогенератором.



ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ

- Любой двигатель обладает определенной **мощностью и крутящим моментом.**
- **Мкр** - крутящий момент на вале двигателя представляет собой произведение величин силы и длины плеча ее действия. (Н.м., Кг.м)
- **Рдв** - значение мощности двигателя, развиваемой при определенной скорости вращения коленчатого вала есть произведение величины крутящего момента на его угловую скорость. (кВт., л.с)
Отношение л.с /кВт= 1.34

Внешняя скоростная характеристика

- зависимость мощности двигателя и крутящего момента от оборотов коленчатого вала, полученная при максимальной подаче топлива в цилиндры двигателя.

