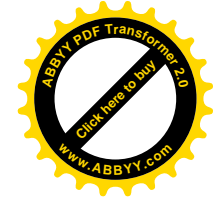
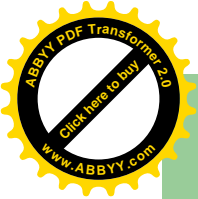


ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТОПЛИВА

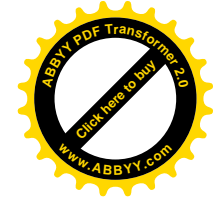
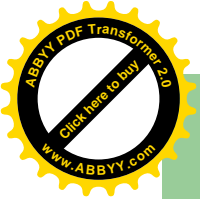
Основные
потребители топлив





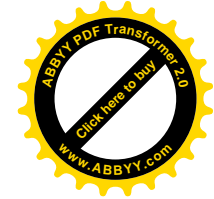
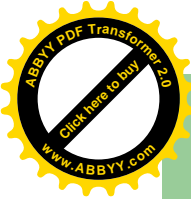
Классификация топлив





Классификация и принципы работы тепловых двигателей

- **Тепловые двигатели** предназначены для преобразования тепловой энергии, выделяющейся при сгорании топлива, в механическую
- **Тепловые двигатели подразделяют на**
 - двигатели с внешним сгоранием (паровые машины, паровые турбины)
 - двигатели внутреннего сгорания (ДВС)
- Наибольшее распространение среди тепловых двигателей получили ДВС
- **В ДВС процессы** - сжигание топлива, выделение теплоты и ее преобразование в механическую работу - происходят непосредственно внутри двигателя



Классификация и принципы работы тепловых двигателей



Классификация и принципы работы тепловых двигателей

ДВС
с циклической
подачей топлива

Карбюраторные

Автомобили



Авиация



Насосные
станции



Классификация и принципы работы тепловых двигателей

ДВС
с циклической
подачей топлива

Дизельные

Тракторы



Танки



Комбайны



Автомобили



Суда



Буровые
установки



Тепловозы



Классификация и принципы работы тепловых двигателей

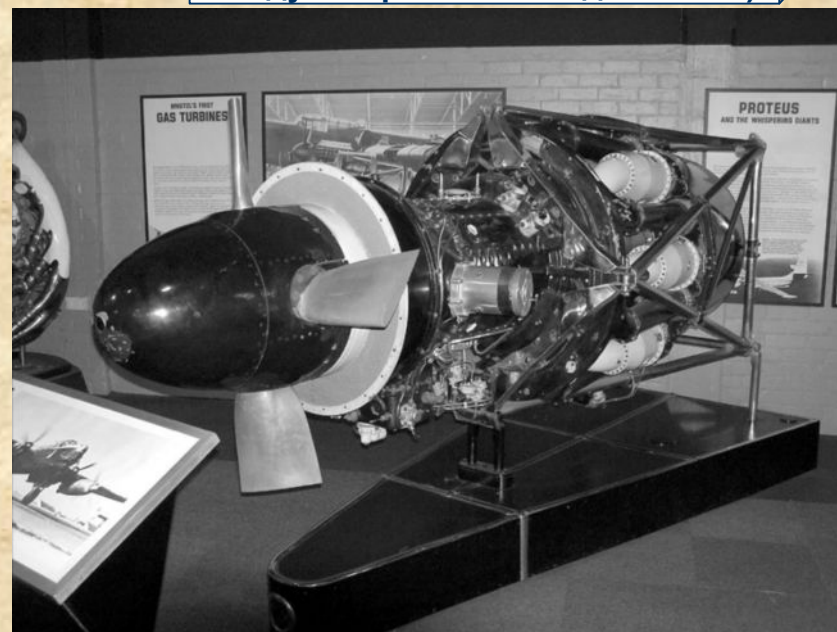
ДВС с непрерывной
подачей топлива

Компрессорные

Стационарные ГТУ



Авиационные ТКВРД
(турбокомпрессорный
воздушно-реактивный двигатель)



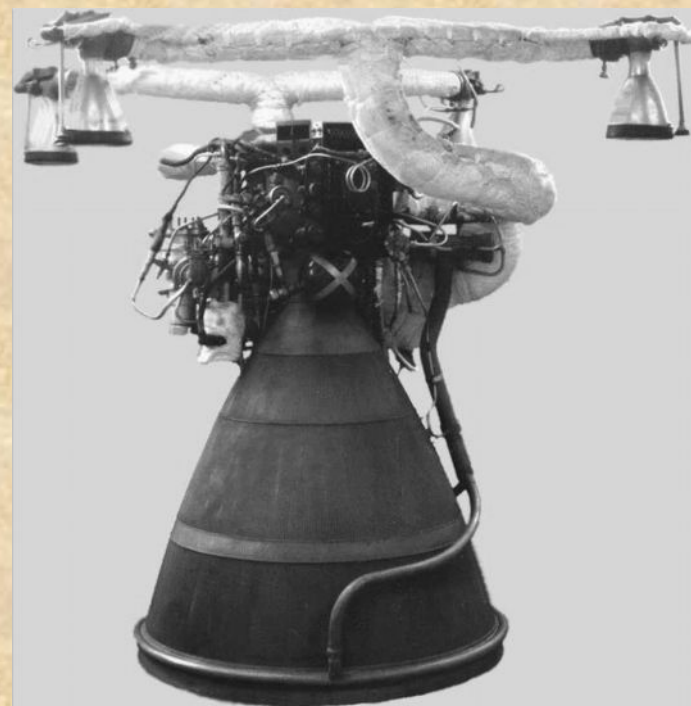
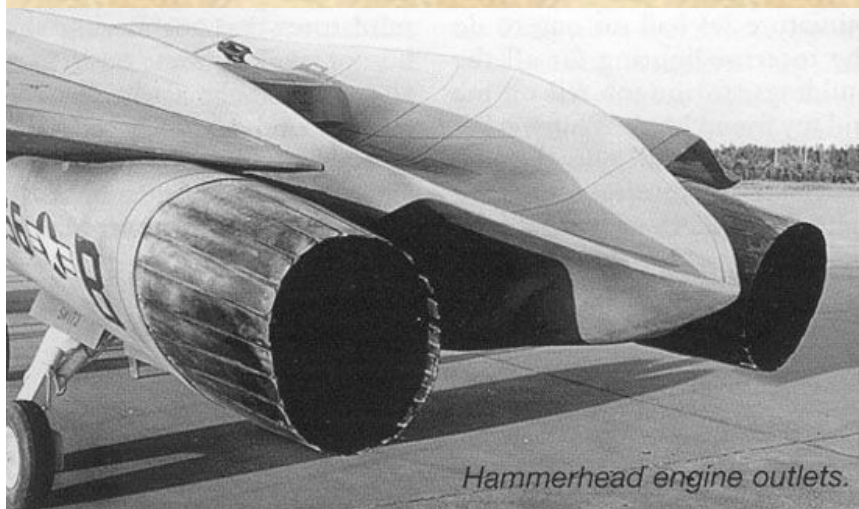
Классификация и принципы работы тепловых двигателей

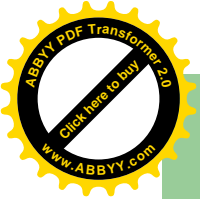
ДВС с непрерывной
подачей топлива

Бескомпрессорные

ПВРД
(прямоточный
воздушно-реактивный двигатель)

ЖРД
(жидкостной
реактивный двигатель)

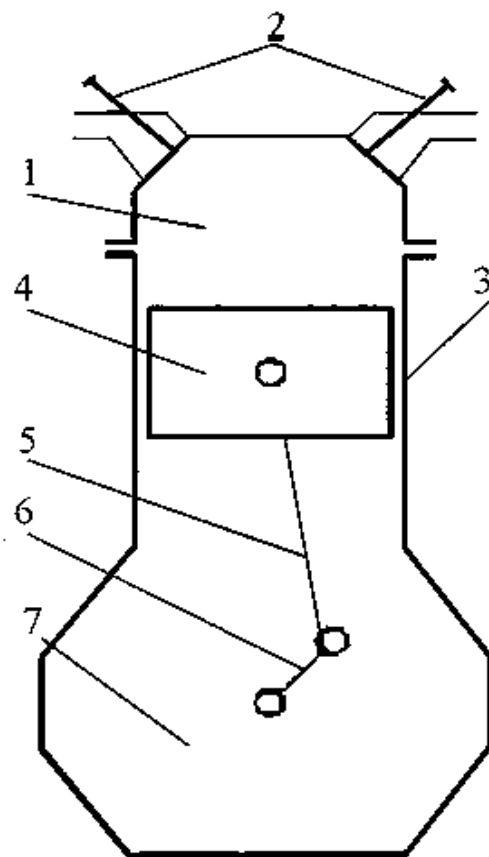




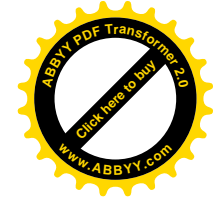
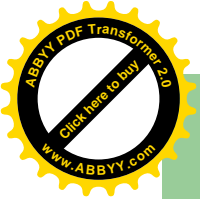
Классификация ДВС

- **ДВС с периодическим сгоранием топлива (поршневые)**
 - а) двигатели с принудительным воспламенением (БД)
 - б) двигатели с самовоспламенением — быстроходные и тихоходные дизели
- **Для обеспечения рабочего цикла ДВС имеют**
 - системы питания
 - зажигания
 - смазки
 - охлаждения

Поршневой ДВС

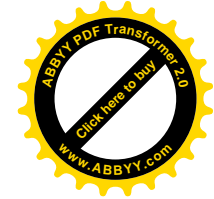
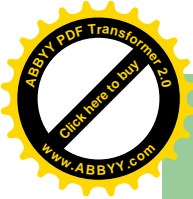


- 1 - камера сгорания
- 2- газораспределительные
клапана (впускные и
выпускные,
- 3 - цилиндр,
- 4 - поршень,
- 5 - шатун,
- 6 - коленчатый вал,
- 7 - картер



Двигатели с принудительным воспламенением (БД)

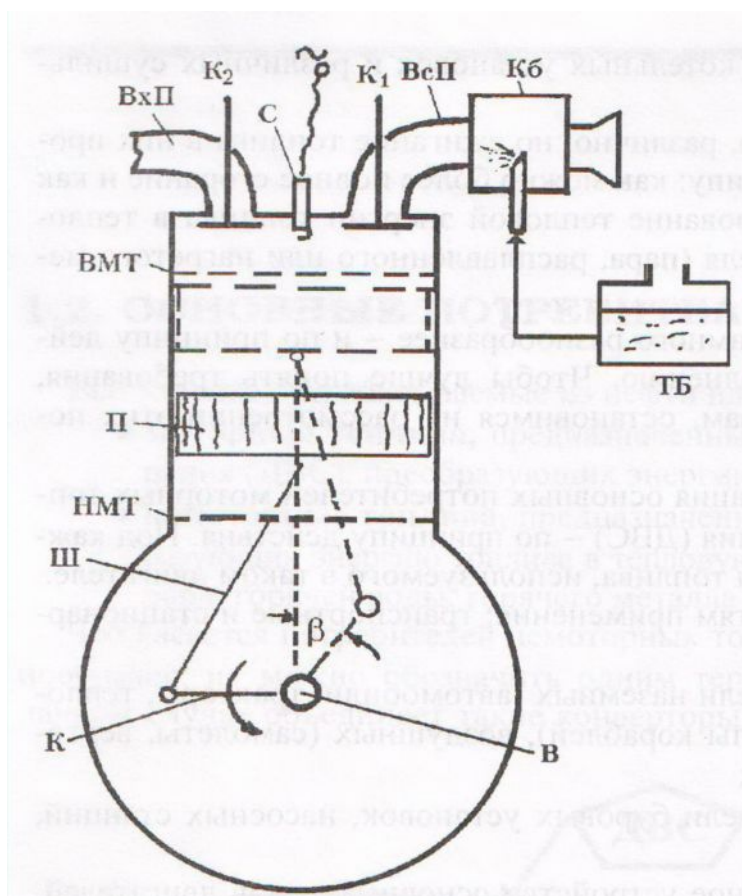
- В двигателях воспламенение смеси топлива и воздуха осуществляется от внешнего источника - **электрической искры (свечи)**
- По способу смесеобразования подразделяются:
 - на карбюраторные (старые)
 - с впрыском топлива
- **В БД горючая смесь подвергается сжатию** (до $\varepsilon=7-10$)
- При этом топливо полностью испаряется, перемешивается и нагревается
- Топливо в поршневых двигателях сгорает порциями



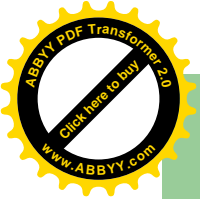
Двигатели с принудительным воспламенением (БД)

- В ДВС рабочий такт совершается за счет энергии сгорания топлива
- Остальные такты рабочего цикла совершаются за счет энергии маховика, укрепленного на коленчатом валу.
- Для обеспечения равномерной работы ДВС в одном блоке располагают несколько цилиндров, поршни которых через шатуны приводят во вращение коленчатый вал.
- Сгорание и рабочие циклы в цилиндрах происходят поочередно, что обеспечивает стабильную и равномерную работу двигателя

Двигатели с принудительным воспламенением (БД)

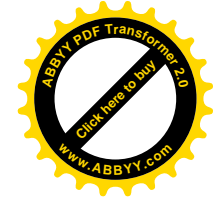
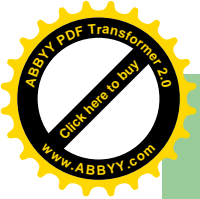


- В – вал
- К – кривошип
- Ш – шатун
- П – поршень
- С – свеча зажигания
- ВхП – выхлопной патрубок
- ВсП – всасывающий птртубок
- К1 – всасывающий клапан
- К2 – выхлопной клапан
- Кб – карбюратор
- ТБ – топливный бак
- ВМТ – верхняя мертвая точка
- НМТ – нижняя мертвая точка
- β – угол опережения зажигания



Двигатели с самовоспламенением (дизели)

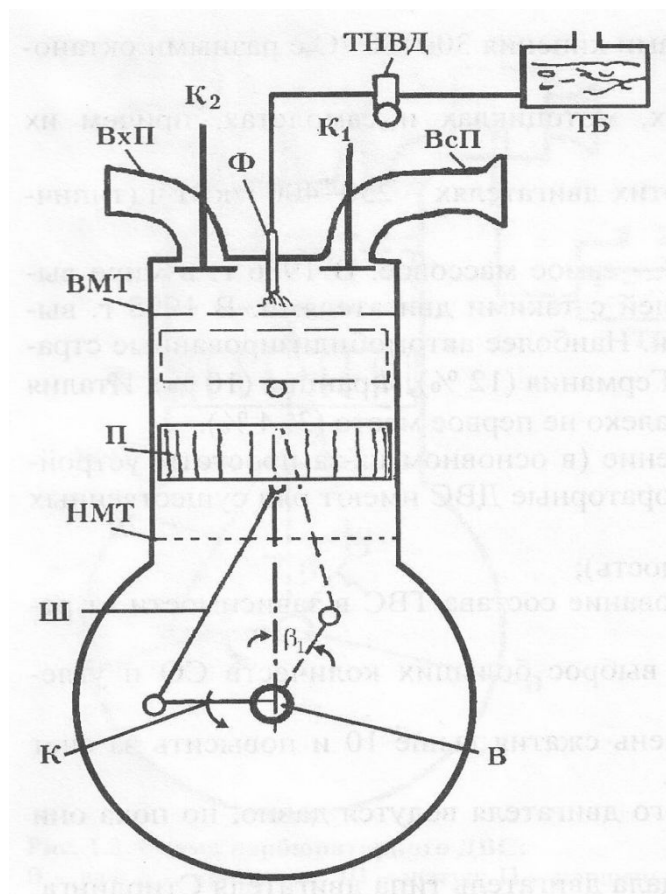
- **Особенность рабочего цикла дизельного двигателя (ДД)** - самовоспламенение горючей смеси без какого-либо внешнего источника воспламенения
- **В такте впуска** дизеля в цилиндр поступает не горючая смесь, а только воздух
- **Воздух подвергается сильному сжатию** ($\varepsilon = 16\text{--}20$) и нагревается до $500\text{--}600\text{ }^{\circ}\text{C}$
- В конце такта сжатия в цилиндр под большим давлением впрыскивается топливо через форсунку



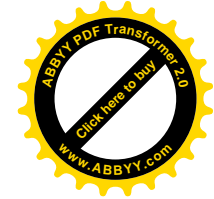
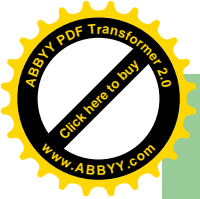
Двигатели с самовоспламенением (дизели)

- Топливо мелко распыливается, нагревается, испаряется и перемешивается с воздухом (образуется горючая смесь), которая при высокой t самовоспламеняется
- Все остальные стадии рабочего цикла происходят так же, как и в карбюраторном двигателе
- Более высокая степень сжатия в дизеле обеспечивает более высокий КПД двигателя
- Высокое давление требует применения более прочных толстостенных деталей (повышается металлоемкость) дизеля

Двигатели с самовоспламенением (дизели)

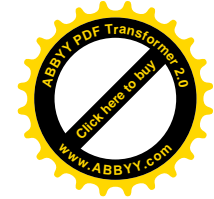
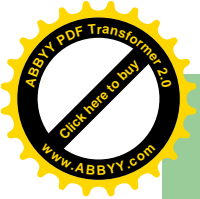


- В – вал
- К – кривошип
- Ш – шатун
- П – поршень
- ВхП – выхлопной патрубок
- ВсП – всасывающий птртубок
- К1 – всасывающий клапан
- К2 – выхлопной клапан
- Кб – карбюратор
- ТБ – топливный бак
- ВМТ – верхняя мертвая точка
- НМТ – нижняя мертвая точка
- Ф – форсунка
- ТНВД – топливный насос высокого давления
- β_1 – угол опережения впрыска топлива



Двигатели с непрерывным сгоранием топлива

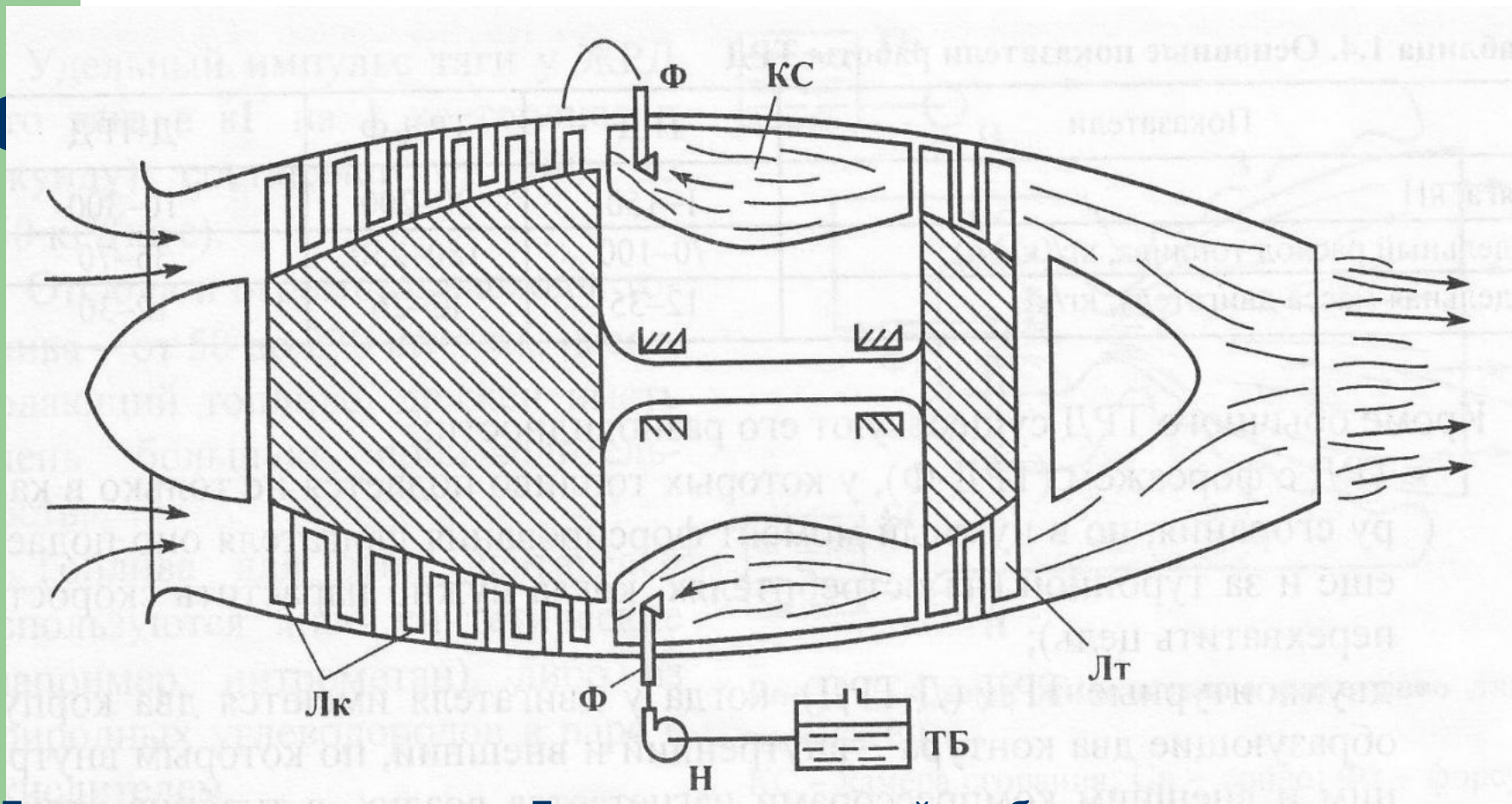
- **Основной элемент двигателей** — камера сгорания постоянного объема
- В нее непрерывно подаются горючее и окислитель
- Газовый поток продуктов сгорания за счет высокой t приобретает большую кинетическую энергию, которая преобразуется в реактивную силу тяги двигателя или энергию вращения ротора газовой турбины
- **Реактивная сила тяги**, возникающая при истечении газов из сопла, не зависит от скорости движения реактивной установки и от плотности окружающей среды, как у винтовых транспортных средств, и может обеспечивать движение летательных аппаратов в безвоздушном межпланетном пространстве
- Эта особенность реактивного движения легла в основу создания ракет



Двигатели с непрерывным сгоранием топлива

- Большинство современных самолетов оборудовано воздушными реактивными двигателями (ВРД)
- Между камерой сгорания и реактивным соплом установлена газовая турбина
- Часть кинетической энергии газового потока преобразуется во вращательное движение турбины
- После турбины продукты сгорания поступают в реактивное сопло, где основная часть кинетической энергии газов преобразуется в реактивную силу тяги
- Подобные двигатели называют турбокомпрессорными воздушно-реактивными двигателями
- Турбокомпрессорные воздушно-реактивные двигатели относятся к двигателям с непрерывно-протекающим рабочим процессом
- Топливо подается в камеру сгорания непрерывно, и процесс горения протекает постоянно. Внешнее зажигание необходимо только в начальный момент пуска двигателя

Турбокомпрессорный воздушно-реактивный двигатель (ТКВРД)



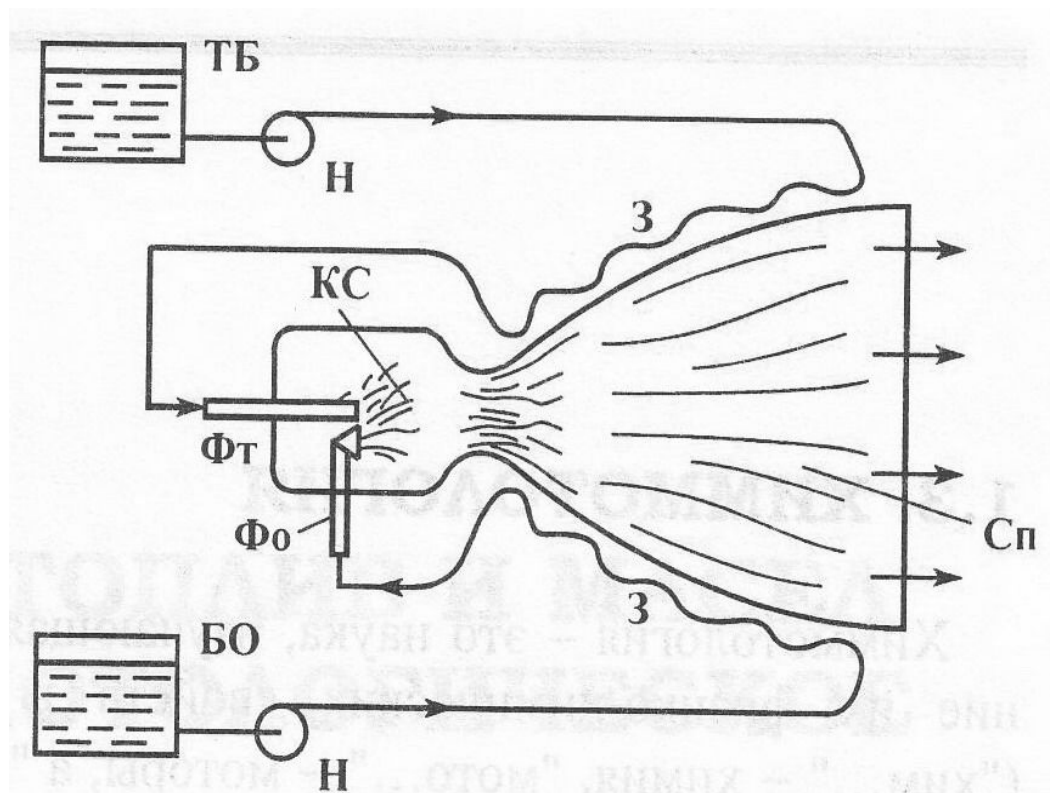
Лк – лопатки компрессора; Лт – лопатки газовой турбины
Ф – форсунки; КС – камера сгорания; Н – насос; ТБ – топливный бак

Жидкостной ракетный двигатель (ЖРД)

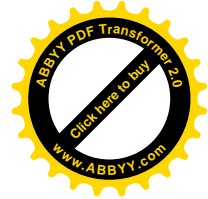
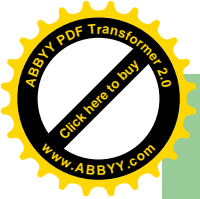
- В двигателе нет вращающихся частей
- Вся энергия горения идет на создание реактивной тяги



Жидкостной реактивный двигатель (ЖРД)



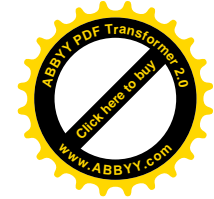
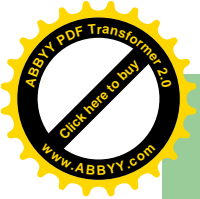
КС- камера сгорания
Сп – сопло
Ап – форсунка
топливная
Фо – форсунка
окислителя
ТБ – топливный бак
БО – бак окислителя
Н – насосы
З – змеевики
охлаждения сопла и
подогрева
компонентов горения



Требования к топливам

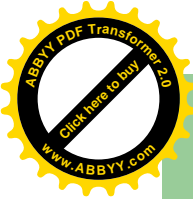
При применении и хранении к топливам предъявляются следующие требования:

- **Высокие энергетические и термодинамические характеристики продуктов сгорания**
- **Высокая теплота сгорания** (При горении топлива должно выделяться максимальное количество тепла)
- **Хорошая прокачиваемость** (Топлива должны надежно прокачиваться по топливной системе машин, трубопроводам, насосам, системам регулирования и другим агрегатам и коммуникациям при любых условиях окружающей среды - низкой и высокой температурах, различных давлениях, запыленности и влажности)



Требования к топливам

- **Оптимальная испаряемость** (В условиях хранения и транспортирования испарение должно быть минимальным. При применении в двигателе топлива должны иметь такую испаряемость, чтобы обеспечить надежное воспламенение и горение топлива с оптимальной скоростью в камерах сгорания двигателей)
- **Минимальная коррозионная активность** (Топлива не должны содержать компоненты, которые разрушают конструкционные материалы двигателя, средств хранения и транспортирования)
- **Высокая стабильность в условиях хранения и применения** (Топлива в течение длительного времени не должны изменять физико-химические и эксплуатационные свойства)



Требования к топливам

- **Нетоксичность** (Продукты сгорания также должны быть нетоксичными)
- **Широкая сырьевая база, невысокая стоимость и доступность для получения в больших масштабах**