



**ЕВРАЗИЙСКИЙ**  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ЛЬВА НИКОЛАЕВИЧА ГУМИЛЕВА

# Ракетные двигатели. Классификация ракетных двигателей

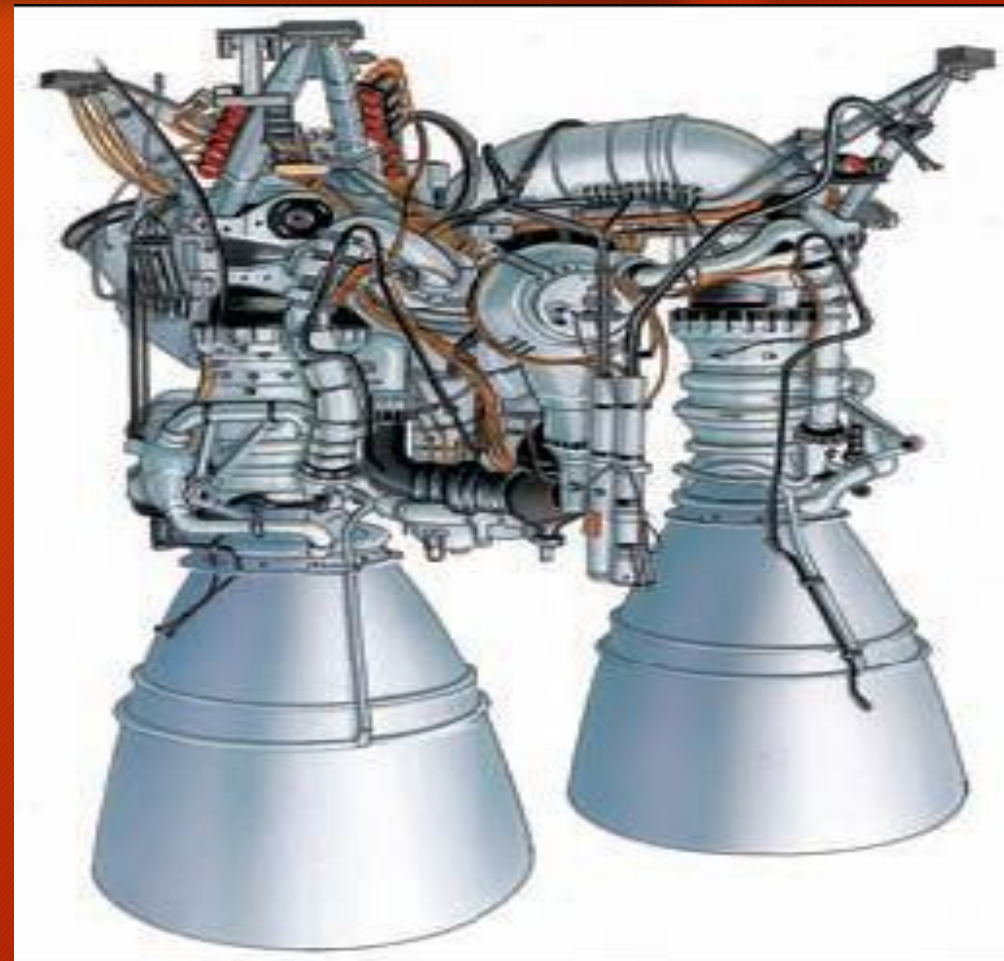
Выполнил: Лашук Максим, студент группы КТиТ-42

Проверила: Жұбаниязова К. Қ., преподаватель

# Ракетный двигатель

Ракетный двигатель - это автономный реактивный двигатель, работающий на бортовых ресурсах массы и энергии.

Определение «ракетный» содержит дополнительные ограничивающие признаки - независимость от внешних источников массы и энергии. Ракетный двигатель полностью автономный. Его работа не зависит от окружающей среды. Он может работать в любых средах и даже в космическом пространстве.



# Классификация ракетных двигателей

Ракетные двигатели могут быть классифицированы по различным признакам.

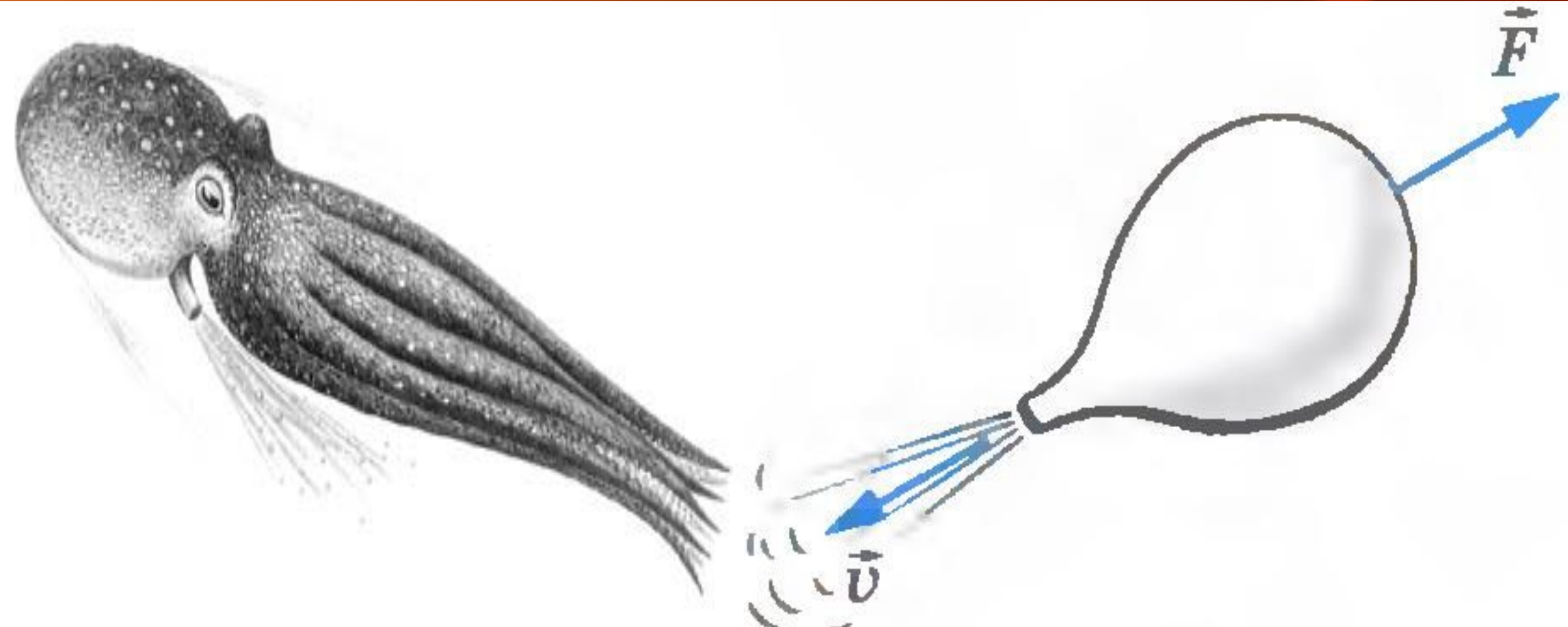


# Принцип движения реактивных двигателей

Для движения в среде, где отсутствует плотность окружающей среды, например в космическом пространстве, характерна независимость движения центра масс КА и угловых поворотов КА вокруг центра масс. Однако и здесь управление КА требует создания необходимой величины управляющих импульсов силы и моментов, т.е. управляющих сил. Реализация этих функций, т.е. создание требуемых сил на ЛА и КА осуществляется с помощью двигателей, которые в подавляющем большинстве своем являются реактивными. Реактивным называют такой двигатель, который создает тягу, использует принцип реактивного движения. Тяга - это сила, развиваемая двигателем. Тяга реактивных двигателей представляет собой реактивную силу, создаваемую при выбрасывании некоторой массы с определенной скоростью в сторону, противоположную действию тяги, т.е. при истечении из двигателя струи продуктов сгорания.

Принцип действия реактивных двигателей основан на законе сохранения количества движения.

# Примеры реактивного движения



# Химические ракетные двигатели.

Наиболее распространены химические ракетные двигатели, в которых, в результате экзотермической химической реакции горючего и окислителя (вместе именуемые топливом), продукты сгорания нагреваются в камере сгорания до высоких температур, расширяясь, разгоняются в сверхзвуковом сопле и истекают из двигателя. Топливо химического ракетного двигателя является источником, как тепловой энергии, так и газообразного рабочего тела, при расширении которого его внутренняя энергия преобразуется в кинетическую энергию реактивной струи.

В камере сгорания образуется горячий газ, который затем вытекает из сопла. Максимальная скорость струи вытекающего газа около 4500 м/с, тяга — от долей Н до десятков МН. Основные типы химических ракетных двигателей — жидкостные ракетные двигатели (ЖРД), ракетные двигатели твердого топлива (РДТТ) и гибридные ракетные двигатели.

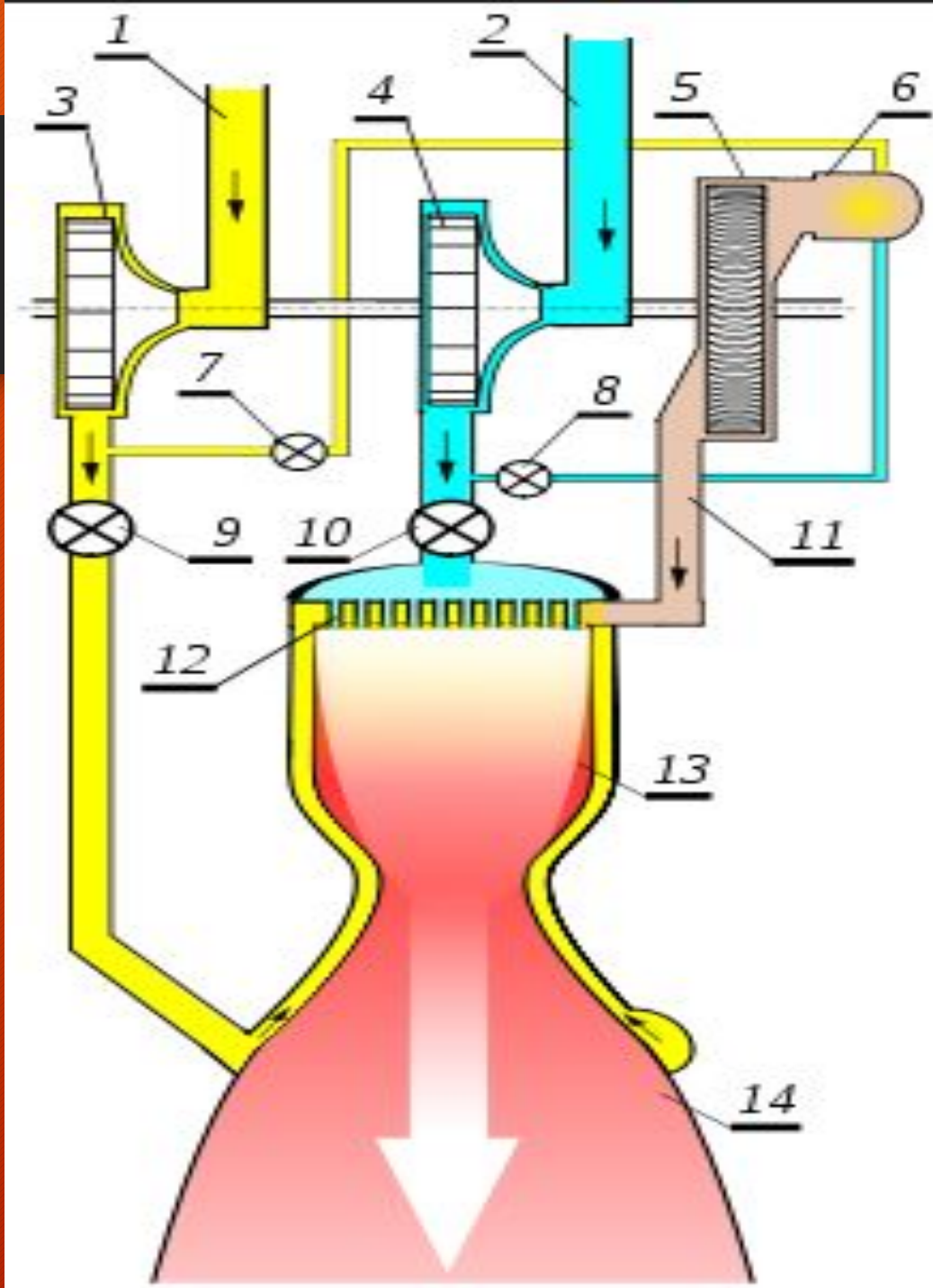
# Жидкостные ракетные двигатели

Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД) — химический ракетный двигатель, использующий в качестве ракетного топлива жидкости, в том числе сжиженные газы.

Топливо ЖРД может быть двухкомпонентным и однокомпонентным (монотопливо). Двухкомпонентное топливо состоит из жидкого окислителя (кислород, окислы азота и т. д.) и жидкого горючего (водород, углеводороды и т. д.), хранящихся в отдельных баках. Монотопливо представляет собой жидкость (например, гидразин), способную к каталитическому разложению.

Если компоненты топлива являются самовоспламеняющимися, то есть вступающими в химическую реакцию горения при физическом контакте друг с другом (например, гептил/азотная кислота), инициация процесса горения не вызывает проблем. Но в случае, когда компоненты не являются таковыми, необходим внешний инициатор воспламенения, действие которого должно быть точно согласовано с подачей компонентов топлива в камеру сгорания.

Устройство и принцип действия двухкомпонентного ЖРД.





# Сфера использования, преимущества и недостатки.

К преимуществам ЖРД можно отнести следующие:

- ❖ Самый высокий удельный импульс в классе химических ракетных двигателей (свыше 4 500 м/с для пары кислород-водород, для керосин-кислород — 3 500 м/с).
- ❖ Управляемость по тяге: регулируя расход топлива, можно изменять величину тяги в большом диапазоне и полностью прекращать работу двигателя с последующим повторным запуском. Это необходимо при маневрировании аппарата в космическом пространстве.
- ❖ При создании больших ракет, например, носителей, выводящих на околоземную орбиту многотонные грузы, использование ЖРД позволяет добиться весового преимущества по сравнению с твёрдотопливными двигателями (РДТТ). Во-первых, за счёт более высокого удельного импульса, а во-вторых за счёт того, что чем больше объём топлива на ракете, тем больше размер контейнеров для его хранения, и тем больше сказывается весовое преимущество ЖРД по сравнению с РДТТ. Чем больше объём топлива на ракете, тем больше размер контейнеров для его хранения, и тем больше сказывается весовое преимущество ЖРД по сравнению с РДТТ.

# Сфера использования, преимущества и недостатки.

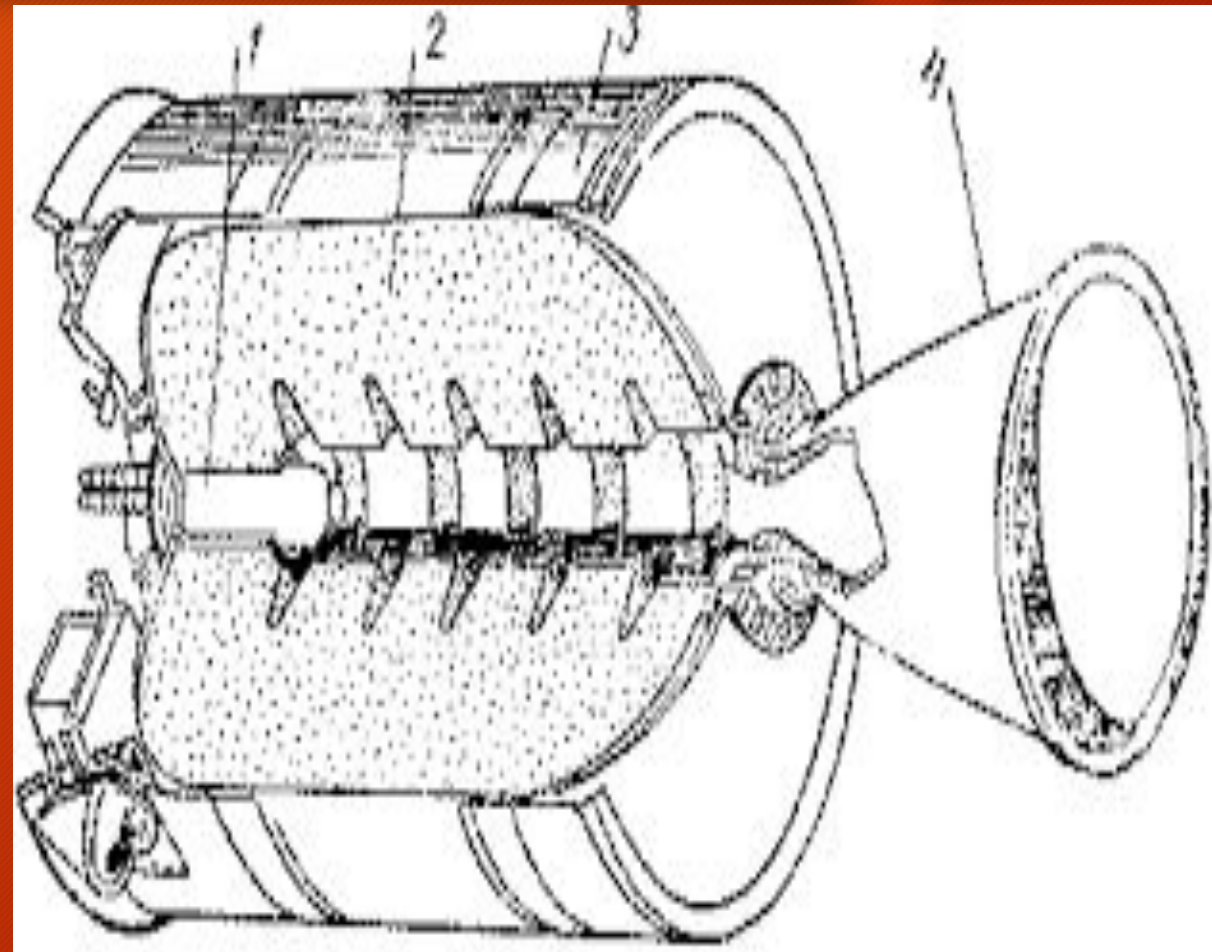
## Недостатки ЖРД:

- ЖРД и ракета на его основе значительно более сложно устроены, и более дорогостоящи, чем эквивалентные по возможностям твёрдотопливные (несмотря на то, что 1 кг жидкого топлива в несколько раз дешевле твёрдого). Поэтому для ракет военного назначения предпочтение в настоящее время оказывается твёрдотопливным двигателям, ввиду их более высокой надёжности, мобильности и боеготовности.
- Компоненты жидкого топлива в невесомости неуправляемо перемещаются в пространстве баков. Для их осаждения необходимо применять специальные меры, например, включать вспомогательные двигатели, работающие на твёрдом топливе или на газе.
- В настоящее время для химических ракетных двигателей (в том числе и для ЖРД) достигнут предел энергетических возможностей топлива, и поэтому теоретически не предвидится возможность существенного увеличения их удельного импульса.

# Твердотопливный ракетный двигатель (РДТТ).

Твердотопливный ракетный двигатель (РДТТ — ракетный двигатель твёрдого топлива) использует в качестве топлива твёрдое горючее и окислитель.

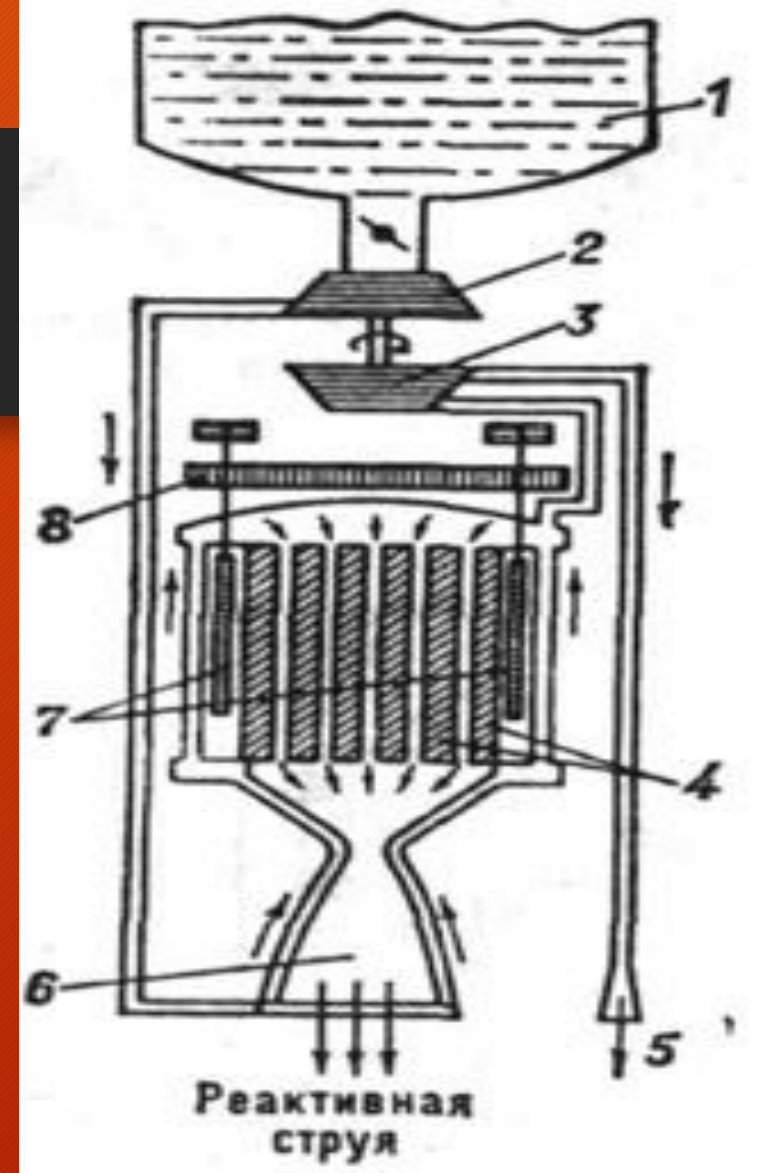
В твердотопливном двигателе (РДТТ) горючее и окислитель хранятся в форме смеси твёрдых веществ, а топливная ёмкость одновременно выполняет функции камеры сгорания. Твердотопливный двигатель и ракета, оборудованная им, конструктивно устроены гораздо проще всех других типов ракетных двигателей и соответствующих ракет, а потому они надёжны, дешёвы в производстве, не требуют больших трудозатрат при хранении и транспортировке, время подготовки их к пуску минимально. Поэтому в настоящее время они вытесняют другие типы ракетных двигателей из области военного применения. Вместе с тем, твёрдое топливо энергетически менее эффективно, чем жидкое.



# Ядерные ракетные двигатели.

Ядерный ракетный двигатель (ЯРД) - разновидность ракетного двигателя, которая использует энергию деления или синтеза ядер для создания реактивной тяги. Бывают реактивными (нагрев рабочего тела в ядерном реакторе и вывод газа через сопло) и импульсными (ядерные взрывы малой мощности при равном промежутке времени).

Традиционный ЯРД в целом представляет собой конструкцию из ядерного реактора и двигателя. Рабочее тело (чаще — аммиак или водород) подаётся из бака в активную зону реактора, где, проходя через нагретые реакцией ядерного распада каналы, разогревается до высоких температур и затем выбрасывается через сопло, создавая реактивную тягу. Существуют различные конструкции ЯРД — твёрдофазный, жидкофазный и газофазный, соответственно агрегатному состоянию ядерного топлива в активной зоне реактора — твёрдое, расплав или высокотемпературный газ (либо плазма).

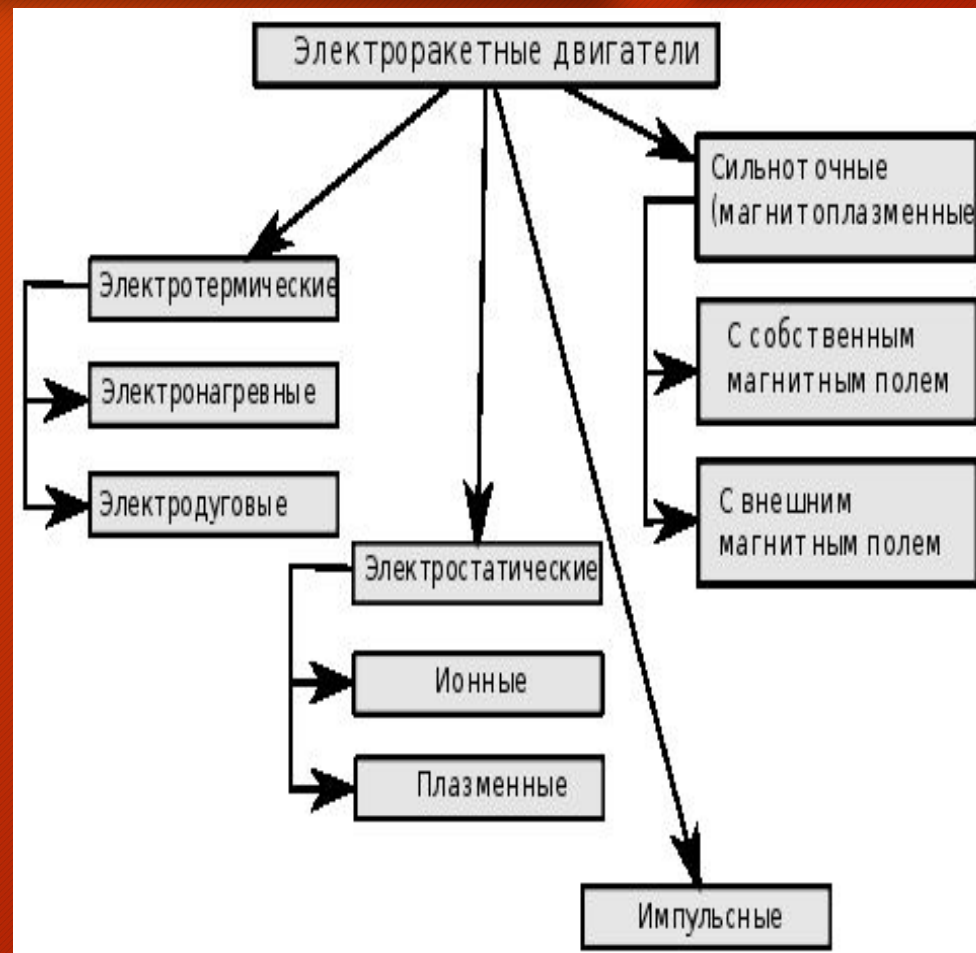


Принципиальная схема ядерного ракетного двигателя: 1 - бак с жидким водородом; 2 - насос; 3 - турбина; 4 - тепловыделяющие элементы; 5 - выпуск газов из турбины; 6 - сопло; 7 - стержни управления; 8 - защитный экран

# Электрические ракетные двигатели.

Электрический ракетный двигатель (ЭРД) — ракетный двигатель, принцип работы которого основан на преобразовании электрической энергии в кинетическую энергию частиц. Также встречаются названия, включающие слова реактивный и движитель.

Комплекс, состоящий из набора ЭРД, системы хранения и подачи рабочего тела (СХиП), системы автоматического управления (САУ), системы электропитания (СЭП), называется *электроракетной двигательной установкой (ЭРДУ)*.



K2L

A close-up photograph of a mechanical assembly, likely a microscope or probe, set against a black background. The assembly is dark and metallic, with a cylindrical component extending from the top left. A bright blue light is emitted from a circular opening on the right side of the assembly, creating a strong lens flare effect. The text "K2L" is visible on the left side of the assembly.

# Солнечный парус.

Солнечный парус — приспособление, использующее давление солнечного света или лазера на зеркальную поверхность для приведения в движение космического аппарата.

Следует различать понятия «солнечный свет» (поток фотонов, именно он используется солнечным парусом) и «солнечный ветер» (поток элементарных частиц и ионов).

Идея полетов в космосе с использованием солнечного паруса возникла в 1920-е годы в России и принадлежит одному из пионеров ракетостроения Фридриху Цандеру, исходявшему из того, что частицы солнечного света — фотоны — имеют импульс и передают его любой освещаемой поверхности, создавая давление. Величину давления солнечного света впервые измерил русский физик Пётр Лебедев в 1900 году.

Давление солнечного света чрезвычайно мало (на Земной орбите — около  $5 \cdot 10^{-10}$  Н/м<sup>2</sup>) и уменьшается пропорционально квадрату расстояния от Солнца. Однако солнечный парус совсем не требует ракетного топлива, и может действовать в течение почти неограниченного периода времени, поэтому в некоторых случаях его использование может быть привлекательно. Эффект солнечного паруса использовался несколько раз для проведения малых коррекций орбиты космических аппаратов, в роли паруса использовались солнечные батареи или радиаторы системы терморегуляции.





**Спасибо за внимание!!!!**