

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)» (МАИ)

Ракетные двигатели, их устройство и особенности

Выполнил: студент группы Т12О-308Б-19 Бобров Иван

Преподаватель: Бокша Л.В.

Москва 2021

ВОПРОСЫ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В РЕФЕРАТЕ

1) Общие сведения о ракетных двигателях

- Принцип работы РД;
- История создания;

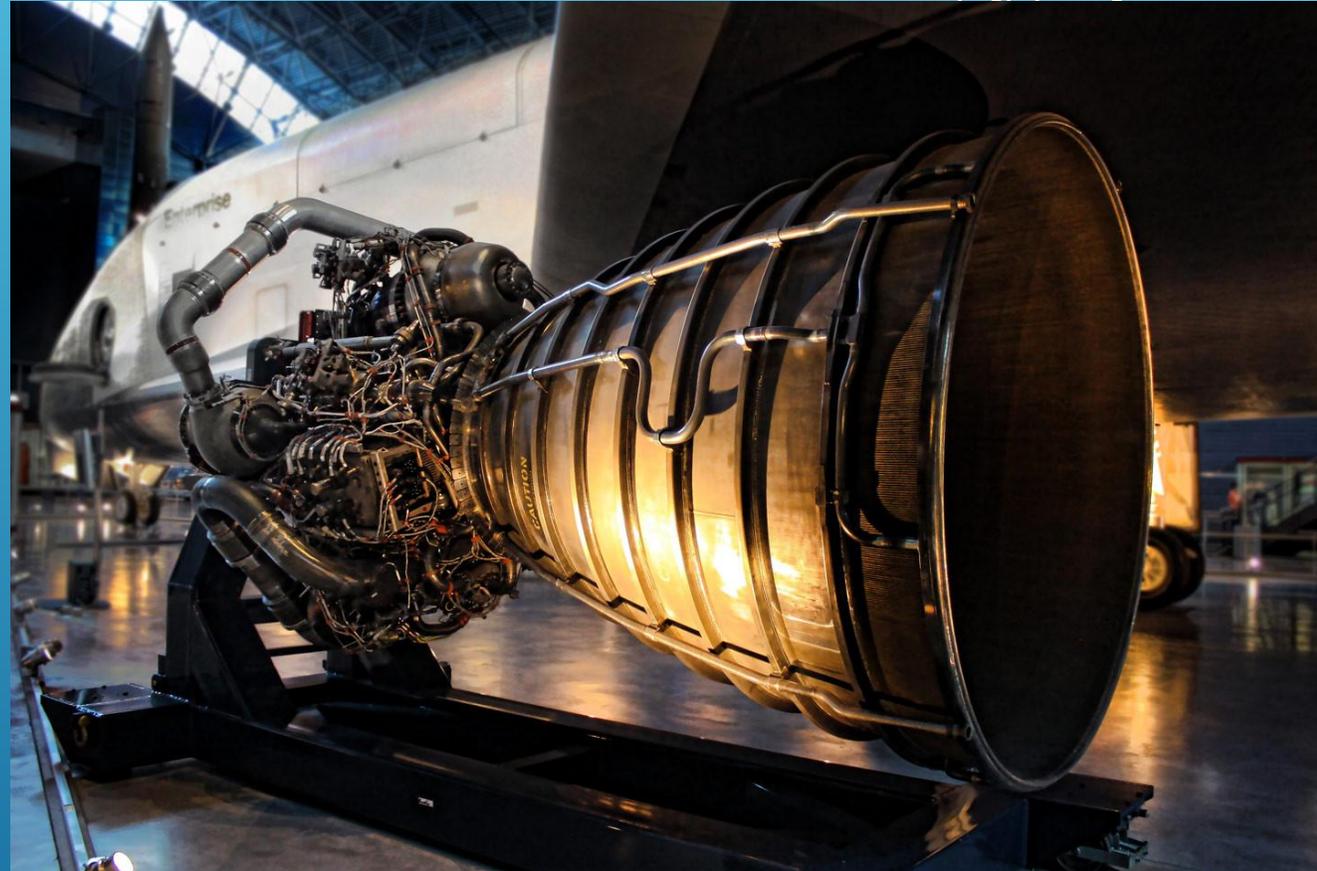
2) Виды РД

- Химический РД;
 - Ядерный РД;
 - Электрический РД
- 
- A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying lengths, slanted upwards from left to right, located in the bottom right corner of the slide.

РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

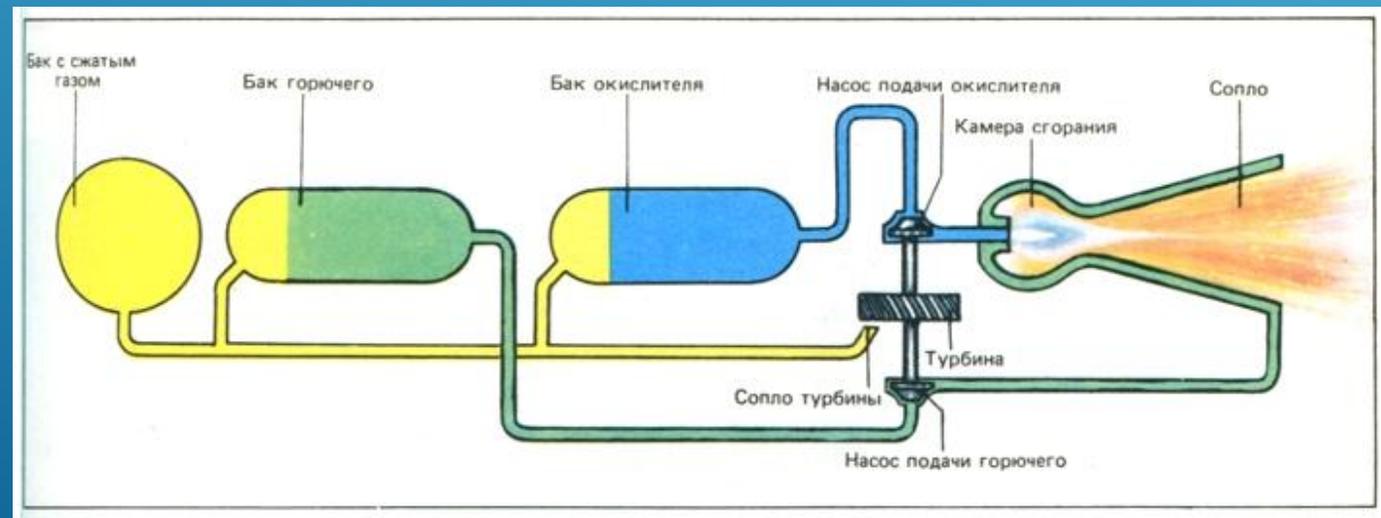
Ракетный двигатель (РД) – это разновидность реактивного двигателя, рабочее тело и источник энергии которого находится непосредственно на борту летательного аппарата. Это его главное отличие от воздушно-реактивных двигателей. Таким образом, РД не зависит от кислорода атмосферы и поэтому может использоваться для полетов в космическом (безвоздушном) пространстве.

В настоящее время наиболее распространены так называемые химические ракетные двигатели, в которых удельный импульс образуется за счет сгорания топлива. Кроме них, существуют также ядерные и электрические двигатели.



Как работают РД?

Разные типы ракетных двигателей имеют существенные отличия в своей конструкции, но работа любого из них базируется на знаменитом третьем законе Ньютона, который гласит, что «каждому действию есть равное противодействие». РД выбрасывает струю рабочего тела в одном направлении, а сам, в соответствии с ньютоновским постулатом, движется в противоположную. Продукты сгорания топлива выходят через сопло, образуя тягу — это основы теории ракетных двигателей. Главной характеристикой, определяющей эффективность подобных систем, является тяга (сила тяги). Она образуется в результате превращения исходной энергии в кинетическую реактивной струи рабочего тела. В метрической системе тяга ракетного двигателя измеряется в ньютонах, а американцы считают ее в фунтах. На рисунке: простейший жидкостный РД.



Еще одним важнейшим параметром ракетных двигателей является удельный импульс. Это отношение силы тяги (или количества движения) к расходу топлива в единицу времени. Данный параметр рассматривается в качестве степени совершенства того или иного РД, и является мерой его экономичности.

Химические двигатели работают за счет экзотермической реакции сгорания горючего и окислителя. Этот тип РД имеет две составные части:

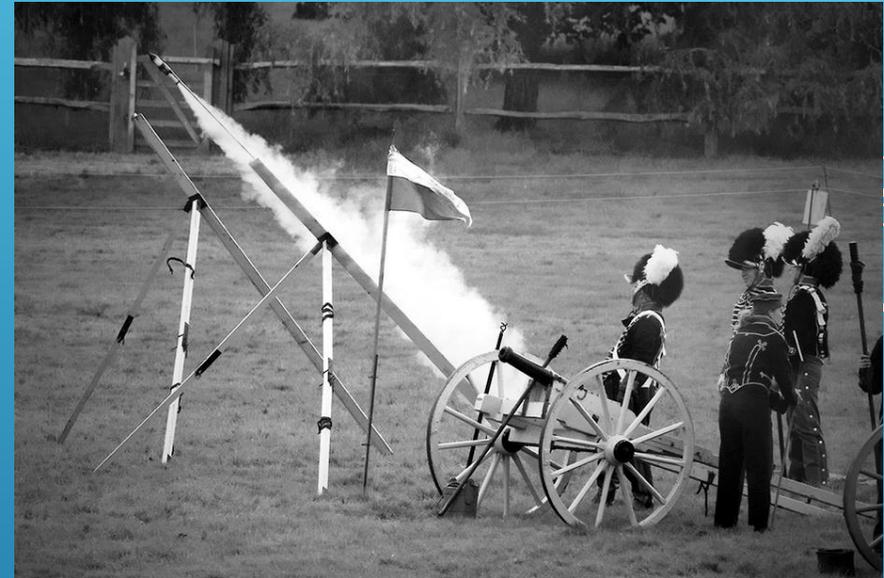
- Сопло, в котором тепловая энергия преобразуется в кинетическую;
- Камеру сгорания, где происходит процесс горения, то есть превращения химической энергии топлива в тепловую.

ИСТОРИЯ

Ракетный двигатель – один из старейших видов двигателя, известных человечеству. Мы не можем точно ответить на вопрос, когда именно была изготовлена первая ракета. Есть предположение, что это сделали еще древние греки (деревянный голубь Архита Тарентского), но большинство историков считает родиной данного изобретения Китай. Это произошло примерно в III столетии нашей эры, вскоре после открытия пороха. Первоначально ракеты использовали для фейерверков и других развлечений. Пороховой ракетный двигатель был достаточно эффективен и прост в изготовлении.

Первая боевая ракета была разработана в 1556 году Конрадом Хаасом. Практическое использование ракет началось только в XIX столетии. В 1805 году британский офицер Уильям Конгрив продемонстрировал пороховые ракеты, которые имели небывалую по тем временам мощность. Презентация произвела должное впечатление, и ракеты Конгрива были приняты на вооружение английской армии. Их главным преимуществом, по сравнению со ствольной артиллерией, была высокая мобильность и относительно небольшая стоимость, а основным недостатком – кучность огня, которая оставляла желать лучшего. К концу XIX века широкое распространение получили нарезные орудия, стрелявшие очень точно, поэтому ракеты были сняты с вооружения.

На рисунке: использование ракеты Конгрива.



В России данным вопросом занимался генерал Засядко. Он не только усовершенствовал ракеты Конгрива, но и первым предложил использовать их для полета в космос. В 1881 году российский изобретатель Кибальчич создал собственную теорию ракетных двигателей.

Огромный вклад в развитие этого направления техники внес еще один наш соотечественник – Константин Циолковский. Среди его идей жидкостный ракетный двигатель (ЖРД), работающий на смеси кислорода и водорода.

В начале прошлого столетия энтузиасты во многих странах мира занимались созданием жидкостного РД, первым добился успеха американский изобретатель Роберт Годдард. Его ракета, работающая на смеси бензина и жидкого кислорода, успешно стартовала в 1926 году.

Вторая мировая война стала периодом возвращения ракетного оружия. В 1941 году на вооружение Красной армии была принята установка залпового огня БМ-13 – знаменитая «Катюша», а в 1943 – немцы начали использование баллистической Фау-2 с жидкостным ракетным двигателем. Она была разработана под руководством Вернера фон Брауна, который позже возглавил американскую космическую программу. Германией также было освоено производство КР Фау-1 с прямоточными реактивным мотором.

ИНТЕРЕСНЫЙ ФАКТ:

После окончания войны между СССР и США началась настоящая «ракетная» гонка. Советскую программу возглавил Сергей Королев – выдающийся конструктор ракетных двигателей, именно под его руководством была создана отечественная МБР Р-7, а позже запущен первый искусственный спутник и осуществлен полет человека в космос.



ВИДЫ РД

Классификация ракетных двигателей построена на способе получения энергии для отбрасывания рабочего тела. Исходя из этого параметра, РД бывают:

- химические;
- ядерные (термоядерные);
- электрические (электроракетные);
- газовые.

Каждый из вышперечисленных типов может подразделяться на более мелкие категории. Химические двигатели (ХРД), например, в зависимости от агрегатного состояния топлива бывают твердотопливными и жидкотопливными. Существует и химический гибридный ракетный двигатель (ГРД). К ХРД также относится *клиновоздушный* ракетный двигатель, который имеет другую форму и конструкцию сопла. Различают *газофазные и твердофазные ядерные РД*. Есть несколько типов электрических силовых установок.

ХИМИЧЕСКИЙ РД: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Этот тип ракетных двигателей является наиболее распространенным и хорошо освоенным. Можно сказать, что именно ХРД подарил человечеству космос. Он работает за счет экзотермической химической реакции, причем и горючее и окислитель находится на борту летательного аппарата и вместе образуют топливо. Оно одновременно служит и источниками энергии, и основой для рабочего тела.

ХРД обладают сравнительно небольшим удельным импульсом (если сравнивать их с электрическими), но позволяют развивать большую тягу. Это особенно важно для стартовых ракетных двигателей и при выведении полезной нагрузки на орбиту.

В жидкостных двигателях окислитель и горючее находится в жидкой фазе. С помощью топливной системы они подаются в камеру, где сгорают и, истекая через сопло.

В твердотопливном РД смесь горючего и окислителя размещено непосредственно в камере сгорания. Как правило, топливо имеет форму стержня с центральным каналом. Процесс горения идет от центра к периферии, газы, выходя через сопло, образуют тягу. Подобные двигатели имеют ряд преимуществ: они сравнительно просты, дешевы, безопасны в плане экологии и надежны.

К недостаткам твердотопливного химического двигателя можно отнести ограниченность времени его работы, небольшой показатель удельного импульса (по сравнению с жидкостными РД) и невозможность перезапуска – после старта его уже нельзя остановить. Вышеперечисленные особенности определяют сферу использования твердотопливных РД – это баллистические и метеорологические ракеты, ЗУР, НАР, реактивные снаряды для систем залпового огня. Твердое топливо также используют в стартовых ракетных двигателях.

В качестве компонентов топлива для жидкостных РД используют различные комбинации. Например, кислород + водород или азотный тетраоксид + несимметричный диметилгидразин. В последние годы весьма популярны ракеты, использующие кислород и керосин. Топливо может состоять из пяти и более частей. Весьма многообещающими считаются метановые ракетные двигатели, их созданием сегодня занимаются сразу в нескольких странах мира. Из других интересных разработок в этой области можно отметить так называемый детонационный ракетный двигатель, топливо которого не горит, а взрывается.

На рисунке: Российский ракетный двигатель РД-180. Он использует пару кислород + керосин.



Работы над улучшением ХРД не прекращаются, но, вероятно, предел его возможностей уже достигнут – конструкторы «выжали» из химического горючего все, что могли. Серьезной проблемой ХРД является огромная масса топлива, которую должен поднимать летательный аппарат. И это дико неэффективно. Схема с отделяемыми ступенями несколько улучшила ситуацию, но явно не стала панацеей.

Следует отметить, что химические ракетные двигатели используются не только для покорения космоса. Они нашли свое применение и на Земле, правда, в основном только в военном деле. Все боевые ракеты, начиная с маленьких авиационных или противотанковых, и заканчивая огромными МБР, оснащаются ХРД. В подавляющем большинстве они имеют более простые и надежные твердотопливные двигатели. Примером мирного использования ХРД являются геофизические и метеорологические ракеты.

Метеорологические ракеты



ЯДЕРНЫЙ РД

Ядерный ракетный двигатель (ЯРД) – это тип силовой установки, в которой рабочее тело нагревается за счет энергии ядерного деления или синтеза. В зависимости от состояния топлива он может быть твердо-, жидко- или газофазным. В качестве рабочего тела обычно используется водород или аммиак. Тяга ЯРД вполне сравнима с химическими двигателями, при этом они имеют высокий удельный импульс. Но есть одна проблема – загрязнение атмосферы радиоактивным выхлопом.

На рисунке: Схема твердофазного ЯРД.



ИСТОРИЯ

История ядерных двигателей началась еще в середине 50-х годов, их практическим созданием занимались две страны в мире – США и Советский Союз. Уже в 1958 году американцы поставили задачу создания ЯРД для полетов на Луну и Марс (программа NERVA). Примерно в это же время схожими вопросами занимались и советские конструкторы. К концу 70-х годов был создан ядерный ракетный двигатель РД-0410, но он так и не прошел полноценных испытаний.

В настоящее время наиболее перспективно выглядят газофазные ядерные двигатели, в которых топливо находится в газообразном состоянии в специальной герметичной колбе. Это исключает его контакт с рабочим телом и значительно уменьшает вероятность радиоактивного заражения. Несмотря на то что основные технические проблемы создания ЯРД уже давно решены, до сих пор ни один из них не нашел своего применения на практике. Хотя, именно этот ЯРД выглядит наиболее перспективным с точки зрения реального применения.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ, ИХ ОСОБЕННОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Еще одним возможным конкурентом, у которого есть шансы заменить ХРД, является электрический ракетный двигатель (ЭРД), использующий для разгона рабочего тела электрическую энергию.

Идея создания подобной силовой установки родилась еще в начале XX века, в 30-е годы ее на практике реализовал советский ученый Глушко. Активные работы над ЭРД начались в США и СССР в 60-е годы, а в 70-е – первые ракетные двигатели подобного типа уже были установлены на космических аппаратах.

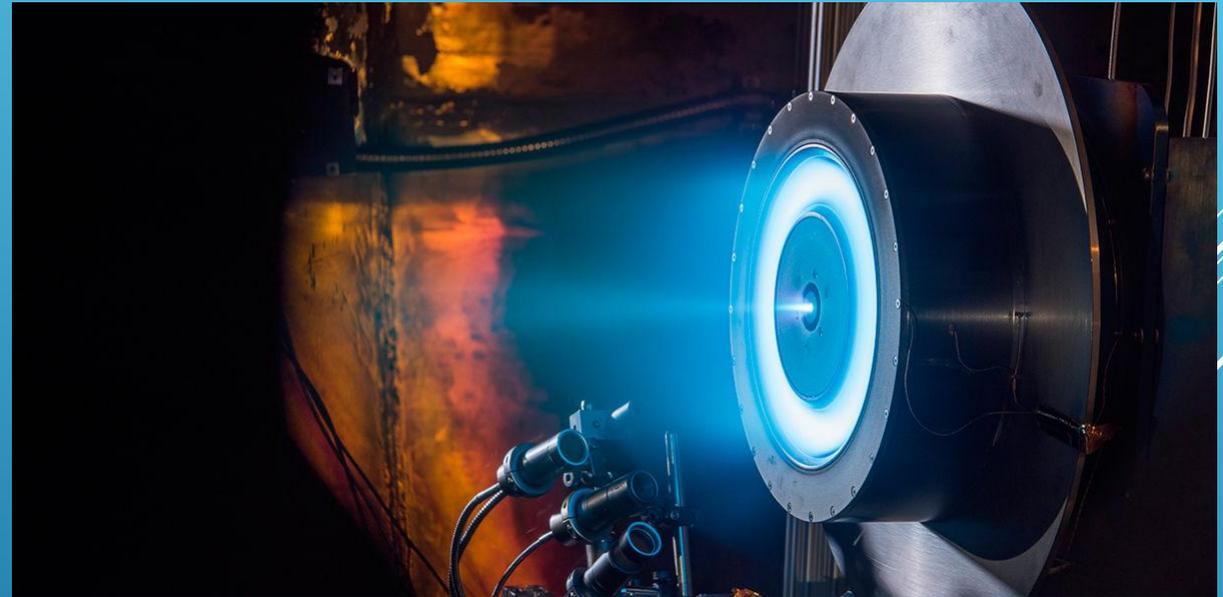
Существует несколько типов ЭРД:

- электротермический;
- электростатический;
- электромагнитный;
- плазменный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электрические ракетные двигатели имеют высокий показатель удельного импульса, что позволяет им весьма экономно расходовать рабочее тело, но при этом они нуждаются в большом количестве энергии, что является серьезной проблемой. Пока единственным реальным ее источником для ЭРД являются солнечные батареи. Они имеют малую тягу, что не позволяет использовать их в пределах земной атмосферы – стартовый ракетный двигатель из ЭРД точно не получится. В настоящее время они используются в качестве маневровых – для коррекции орбит космических аппаратов.

На рисунке: ионный двигатель



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://militaryarms.ru/novosti/raketnye-dvigateli/>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ракетный_двигатель
3. <https://zewerok.ru/rd/>