**Реактивное движение.**

Закон сохранения импульса позволяет объяснить и получить основные уравнения, описывающие реактивное движение. Главной особенностью движения ракеты является то, что это движение тела с переменной массой. Выбрасывая ежесекундно определенную часть массы в виде газов сгоревшего топлива, ракета разгоняется. Чтобы учесть переменность массы ракеты, следует воспользоваться уравнением Ньютона в форме: Δp/Δt = 0.

Здесь Δp = p2 - p1 - разность конечного и начального импульсов системы, состоящей из ракеты и испущенных за время Δt газов. Предполагается для простоты, что на ракету не действуют внешние силы (конечно, это не так, тяготение Земли очень важно, но в этом случае уравнения сильно усложняются). Введем обозначения: m - масса ракеты вместе с топливом ,vр - скорость ракеты относительно

Земли, vг - скорость газов относительно Земли, vгр - скорость газов относительно ракеты, Δmг - масса газа, вытекшего из сопла ракеты за время Δt и равная уменьшению полной массы ракеты за это же время.

Начальный импульс ракеты вместе с топливом относительно Земли в произвольный момент времени равен



Через время Δt масса ракеты становится равной m - Δmг, скорость ракеты относительно Земли получает приращение и становится равной vр + Δvр. Таким образом, суммарный импульс ракеты и выброшенных газов относительно Земли равен



Принято выражать скорость газов относительно Земли через их скорость относительно ракеты (скорость истечения) vгр с помощью закона сложения скоростей: vг = vгр + vр. Это векторное равенство, и так как в большинстве случаев скорость истечения газов противоположна скорости ракеты, то |vг| < |vгр|. Подставляя это равенство в выражение для импульса системы, получаем



Найдем закон возрастания скорости ракеты. Оно носит имя нашего великого соотечественника К. Э. Циолковского.



Реактивный двигатель

двигатель, создающий необходимую для движения силу тяги путём преобразования исходной энергии в кинетическую энергию реактивной струи рабочего тела; в результате истечения рабочего тела из сопла двигателя образуется реактивная сила в виде реакции (отдачи) струи, перемещающая в пространстве двигатель и конструктивно связанный с ним аппарат в сторону, противоположную истечению струи. В кинетическую (скоростную) энергию реактивной струи в реактивном двигателе могут преобразовываться различные виды энергии (химическая, ядерная, электрическая, солнечная). Реактивный двигатель (двигатель прямой реакции) сочетает в себе собственно двигатель с движителем, т. е. обеспечивает собственное движение без участия промежуточных механизмов.

Для создания реактивной тяги, используемой реактивным двигателем, необходимы: источник исходной (первичной) энергии, которая превращается в кинетическую энергию реактивной струи; рабочее тело, которое в виде реактивной струи выбрасывается из реактивного двигателя; сам реактивный двигатель - преобразователь энергии. Исходная энергия запасается на борту летательного или др. аппарата, оснащенного реактивным двигателем (химическое горючее, ядерное топливо), или (в принципе) может поступать извне (энергия Солнца). Для получения рабочего тела в реактивном двигателе может использоваться вещество, отбираемое из окружающей среды (например, воздух или вода); вещество, находящееся в баках аппарата или непосредственно в камере реактивного двигателя; смесь веществ, поступающих из окружающей среды и запасаемых на борту аппарата. В современных реактивных двигателях в качестве первичной чаще всего используется химическая энергия. В этом случае рабочее тело представляет собой раскалённые газы - продукты сгорания химического топлива. При работе реактивного двигателя химическая энергия сгорающих веществ преобразуется в тепловую энергию продуктов сгорания, а тепловая энергия горячих газов превращается в механическую энергию поступательного движения реактивной струи и, следовательно, аппарата, на котором установлен двигатель. Основной частью любого реактивного двигателя является камера сгорания, в которой генерируется рабочее тело. Конечная часть камеры, служащая для ускорения рабочего тела и получения реактивной струи, называется реактивным соплом.

В зависимости от того, используется или нет при работе реактивного двигателя окружающая среда, их подразделяют на 2 основных класса - воздушно-реактивные двигатели (ВРД) и ракетные двигатели (РД). Все ВРД - тепловые двигатели, рабочее тело которых образуется при реакции окисления горючего вещества кислородом воздуха. Поступающий из атмосферы воздух составляет основную массу рабочего тела ВРД. Таким образом, аппарат с ВРД несёт на борту источник энергии (горючее), а большую часть рабочего тела черпает из окружающей среды. В отличие от ВРД все компоненты рабочего тела РД находятся на борту аппарата, оснащенного РД. Отсутствие движителя, взаимодействующего с окружающей средой, и наличие всех компонентов рабочего тела на борту аппарата делают РД единственно пригодным для работы в космосе. Существуют также комбинированные ракетные двигатели, представляющие собой как бы сочетание обоих основных типов.

Принцип реактивного движения известен давно. Родоначальником реактивного двигателя можно считать шар Герона. Твёрдотопливные ракетные двигатели - пороховые ракеты появились в Китае в 10 в. н. э. На протяжении сотен лет такие ракеты применялись сначала на Востоке, а затем в Европе как фейерверочные, сигнальные, боевые. В 1903 К. Э. Циолковский в работе "Исследование мировых пространств реактивными приборами" впервые в мире выдвинул основные положения теории жидкостных ракетных двигателей и предложил основные элементы устройства РД на жидком топливе. Первые советские жидкостные ракетные двигатели - ОРМ, ОРМ-1, ОРМ-2 были спроектированы В. П. Глушко и под его руководством созданы в 1930-31 в Газодинамической лаборатории (ГДЛ). В 1926 Р. Годдард произвёл запуск ракеты на жидком топливе. Впервые электротермический РД был создан и испытан Глушко в ГДЛ в 1929-33. В 1939 в СССР состоялись испытания ракет с прямоточными воздушно-реактивными двигателями конструкции И. А. Меркулова. Первая схема турбореактивного двигателя  была предложена русским инженером Н. Герасимовым в 1909.

В 1939 на Кировском заводе в Ленинграде началась постройка турбореактивных двигателей конструкции А. М. Люльки. Испытаниям созданного двигателя помешала Великая Отечественная война 1941-45. В 1941 впервые был установлен на самолёт и испытан турбореактивный двигатель конструкции Ф. Уиттла (Великобритания). Большое значение для создания Р. д. имели теоретические работы русских учёных С. С. Неждановского, И. В. Мещерского, Н. Е. Жуковского, труды французского учёного Р. Эно-Пельтри, немецкого учёного Г. Оберта. Важным вкладом в создание ВРД была работа советского учёного Б. С. Стечкина "Теория воздушно-реактивного двигателя", опубликованная в 1929.

Реактивные двигатели имеют различное назначение, и область их применения постоянно расширяется. Наиболее широко реактивные двигатели используются на летательных аппаратах различных типов. Турбореактивными двигателями и двухконтурными турбореактивными двигателями оснащено большинство военных и гражданских самолётов во всём мире, их применяют на вертолётах. Эти реактивные двигатели пригодны для полётов как с дозвуковыми, так и со сверхзвуковыми скоростями; их устанавливают также на самолётах-снарядах, сверхзвуковые турбореактивные двигатели могут использоваться на первых ступенях воздушно-космических самолётов. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели устанавливают на зенитных управляемых ракетах, крылатых ракетах, сверхзвуковых истребителях-перехватчиках. Дозвуковые прямоточные двигатели применяются на вертолётах (устанавливаются на концах лопастей несущего винта). Пульсирующие воздушно-реактивные двигатели имеют небольшую тягу и предназначаются лишь для летательных аппаратов с дозвуковой скоростью. Во время 2-й мировой войны 1939-45 этими двигателями были оснащены самолёты-снаряды ФАУ-1.

РД в большинстве случаев используются на высокоскоростных летательных аппаратах. Жидкостные ракетные двигатели применяются на ракетах-носителях космических летательных аппаратов и космических аппаратах в качестве маршевых, тормозных и управляющих двигателей, а также на управляемых баллистических ракетах. Твёрдотопливные ракетные двигатели используют в баллистических, зенитных, противотанковых и др. ракетах военного назначения, а также на ракетах-носителях и космических летательных аппаратах. Небольшие твёрдотопливные двигатели применяются в качестве ускорителей при взлёте самолётов. Электрические ракетные двигатели и ядерные ракетные двигатели могут использоваться на космических летательных аппаратах.

Основные характеристики реактивного двигателя: реактивная тяга, удельный импульс - отношение тяги двигателя к массе ракетного топлива (рабочего тела), расходуемого в 1 сек, удельная масса двигателя (масса реактивного двигателя в рабочем состоянии, приходящаяся на единицу развиваемой им тяги). Для многих типов реактивных двигателей важными характеристиками являются габариты и ресурс.

Тяга - сила, с которой реактивный двигатель воздействует на аппарат, оснащенный этим реактивным двигателем. Тяга реактивного двигателя зависит от давления окружающей среды. Она больше всего в пустоте и меньше всего в наиболее плотных слоях атмосферы, т. е. изменяется в зависимости от высоты полёта аппарата, оснащенного реактивным двигателем, над уровнем моря, если речь идёт о полёте в атмосфере Земли. Удельный импульс реактивного двигателя прямо пропорционален скорости истечения рабочего тела из сопла. Скорость же истечения увеличивается с ростом температуры истекающего рабочего тела и уменьшением молекулярной массы топлива (чем меньше молекулярная масса топлива, тем больше объём газов, образующихся при его сгорании, и, следовательно, скорость их истечения). Реактивные двигатели малой тяги применяются главным образом в системах стабилизации и управления летательных аппаратов. В космосе, где силы тяготения ощущаются слабо и практически нет среды, сопротивление которой приходилось бы преодолевать, они могут использоваться и для разгона. РД с максимальной тягой необходимы для запуска ракет на большие дальность и высоту и особенно для вывода летательных аппаратов в космос, т. е. для разгона их до первой космической скорости. Такие двигатели потребляют очень большое количество топлива; они работают обычно очень короткое время, разгоняя ракеты до заданной скорости.