Рассмотрим несколько примеров, подтверждающих справедливость закона сохранения импульса.

Наверняка многие из вас наблюдали, как приходит в движение надутый воздухом воздушный шарик, если развязать нить, стягивающую его отверстие.

Объяснить это явление можно с помощью закона сохранения импульса.

Пока отверстие шарика завязано, шарик с находящимся внутри него сжатым воздухом покоится, и его импульс равен нулю.

При открытом отверстии из него с довольно большой скоростью вырывается струя сжатого воздуха. Движущийся воздух обладает некоторым импульсом, направленным в сторону его движения.

Согласно действующему в природе закону сохранения импульса, суммарный импульс системы, состоящей из двух тел - шарика и воздуха в нём, должен остаться таким же, каким был до начала истечения воздуха, т.е. равным нулю. Поэтому шарик начинает двигаться в противоположную струе воздуха сторону с такой скоростью, что его импульс равен по модулю импульсу воздушной струи. Векторы импульсов шарика и воздуха направлены в противоположные стороны. В результате суммарный импульс взаимодействующих тел остаётся равным нулю.

Движение шарика является примером реактивного движения. Реактивное движение происходит за счёт того, что от тела отделяется и движется какая-то его часть, в результате чего само тело приобретает противоположно направленный импульс.

На принципе реактивного движения основано вращение устройства, называемого сегнеровым колесом (рис. 46). Вода, вытекающая из сосуда конической формы через сообщающуюся с ним изогнутую трубку, вращает сосуд в направлении, противоположном скорости воды в струях. Следовательно, реактивное действие оказывает не только струя газа, но и струя жидкости.

Реактивное движение используют для своего перемещения и некоторые живые существа, например осьминоги, кальмары, каракатицы и другие головоногие моллюски (рис. 47). Движутся они благодаря тому, что всасывают, а затем с силой выталкивают из себя воду. Существует даже разновидность кальмаров, которые с помощью своих «реактивных двигателей» могут не только плавать в воде, но и на короткое время вылетать из неё, чтобы поскорее настичь добычу или спастись от врагов.

Вы знаете, что принцип реактивного движения находит широкое практическое применение в авиации и космонавтике. В космическом пространстве нет среды, с которой тело могло бы взаимодействовать и тем самым изменять направление и модуль своей скорости. Поэтому для космических полётов могут быть использованы только реактивные летательные аппараты, т.е. ракеты.

Рассмотрим вопрос об устройстве и запуске так называемых ракет-носителей, т.е. ракет, предназначенных для вывода в космос искусственных спутников Земли, космических кораблей, автоматических межпланетных станций и других полезных грузов.

В любой ракете, независимо от её конструкции, всегда имеется оболочка и топливо с окислителем. На рисунке 48 изображена ракета в разрезе. Мы видим, что оболочка ракеты включает в себя полезный груз (в данном случае это космический корабль 1), приборный отсек 2 и двигатель (камера сгорания 6, насосы 5 и пр.).

Основную массу ракеты составляет топливо 4 с окислителем 3 (окислитель нужен для под­ держания горения топлива, поскольку в космосе нет кислорода).

Топливо и окислитель с помощью насосов подаются в камеру сгорания. Топливо, сгорая, превращается в газ высокой температуры и высокого давления, который мощной струёй устремляется наружу через раструб специальной формы, называемый соплом 7. Назначение сопла состоит в том, чтобы повысить скорость струи.

С какой целью увеличивают скорость выхода струи газа? Дело в том, что от этой скорости зависит скорость ракеты. Это можно показать с помощью закона сохранения импульса.

Для простоты рассуждений будем пока считать, что ракета представляет собой замкнутую систему (т.е. не будем учитывать действие на неё силы земного притяжения).

Поскольку до старта импульс ракеты был равен нулю, то по закону сохранения суммарный импульс движущейся оболочки и выбрасываемого из неё газа тоже должен быть равен нулю. Отсюда следует, что импульс оболочки и направленный противоположно ему импульс струи газа должны быть равны по модулю. Значит, чем с большей скоростью вырывается газ из сопла, тем больше будет скорость оболочки ракеты.

Помимо скорости истечения газа существу­ ют и другие факторы, от которых зависит скорость движения ракеты.

Мы рассмотрели устройство и принцип действия одноступенчатой ракеты, где под ступенью подразумевается та часть, которая содержит баки с горючим и окислителем и двигатель. В практике космических полётов обычно используют многоступенчатые ракеты, развивающие гораздо большие скорости и предназначенные для более дальних полётов, чем одноступенчатые.

На рисунке 49 показана схема трёхступенчатой ракеты. После того как топливо и окислитель первой ступени будут полностью израсходованы, эта ступень автоматически отбрасывается и в действие вступает двигатель второй ступени.

Уменьшение общей массы раке­ ты путём отбрасывания уже не­ нужной ступени позволяет сэкономить топливо и окислитель и увеличить скорость ракеты. Затем таким же образом отбрасывается вторая ступень.

Если возвращение космического корабля на Землю или его посадка на какую-либо другую планету не планируется, то третья ступень, как и две первых, используется для увеличения скорости ракеты. Если же корабль должен совершить посадку, то она используется для торможения корабля перед посадкой. При этом ракету разворачивают на 180°, чтобы сопло оказалось впереди. Тогда вырывающийся из ракеты газ сообщает ей импульс, направленный против скорости её движения, что приводит к уменьшению скорости и даёт возможность осуществить посадку.

Идея использования ракет для космических полётов была выдвинута в начале ХХ в. русским учёным и изобретателем Константином Эдуардовичем Циолковским. Циолковский разработал теорию движения ракет, вывел формулу для расчёта их скорости, был первым, кто предложил использовать многоступенчатые ракеты.

Полвека спустя идея Циолковского была развита и реализована советскими учёными под руководством Сергея Павловича Королёва.