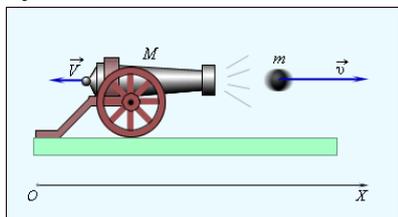


ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ

Мельников Д.М., Сендеров А.А.

ХЗОШ № 158, Харьков

Целью работы является разработка методики наглядного и простого в понимании способа изучения основ реактивного движения. Как известно, реактивное движение – это проявление закона сохранения количества движения (или импульса) - одно из следствий 2-го закона Ньютона. Например, выстрел из ружья сопровождается отдачей. Если бы вес пули равнялся бы весу ружья, они бы разлетелись в разные стороны с одинаковой скоростью. И чем больше масса пули и её скорость, тем большую силу отдачи ощущает плечо, чем сильнее реакция ружья, тем больше реактивная сила. Это легко объяснить из закона сохранения импульса, который гласит, что геометрическая (т.е. векторная) сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему «ружьё – пуля», остаётся постоянной.



При стрельбе из пушки: и пушка, и снаряд приобретают разнонаправленные скорости: снаряд летит вперёд, а пушка откатывается назад.

Задача: Из орудия массой $m_0=4$ т (т.е. 4000 кг) выстрелили в горизонтальном направлении снарядом массой $m_c=50$ кг, который приобрёл скорость

$V_c=250$ м/с относительно земли. Какую скорость V_0 при этом приобрело орудие? Решение: Согласно закону сохранения количества движения: $m_0 \times V_0 = m_c \times V_c$, откуда получим следующую формулу для расчёта V_0 : $V_0 = m_c \times V_c / m_0 = 50 \times 250 / 4000 = 3,125$ (м/с).

Однако, в данном примере, масса пушки и масса снаряда – постоянны.

В случае же надутого резинового шарика, из которого выходит воздух, или аналогично в случае движения ракеты, из которой истекает сгорающее топливо, мы имеем дело с движением тела с переменной массой. Поэтому для определения скорости ракеты более подходит формула Циолковского:

$$v_{\max} = v_0 + 2,3v_r \lg \left(1 + \frac{m}{M} \right)$$

Здесь v_{\max} – максимальная скорость ракеты, v_0 – начальная скорость, v_r – скорость истечения газов из сопла, m – начальная масса топлива, а M – масса пустой ракеты. Изменяя массу топлива m , заправленного в ракету, можно

наблюдать ускоренное движение ракеты до момента полного выгорания топлива и ее последующее равномерное движение. При этом можно получить график изменения скорости движения ракеты во времени. Таким образом, компьютерные эксперименты дают возможность наглядно определить, при каком минимальном отношении начальной и конечной масс одноступенчатой ракеты она может достичь первой космической скорости $V_1=7,9$ км/с (при заданной скорости истечения газов) или второй космической скорости $V_2=11,2$ км/с.