

Падение тел конусообразной формы в воздухе при низких скоростях

Кириленко А. И., Шавель Ю. А.

Белорусская государственная академия авиации

При первоначальных испытаниях ракеты, установленной в хвостовой части самолета для защиты от нападения сзади, было обнаружено, что после старта через какое-то время она разворачивается и догоняет самолет. Физика процесса оказалась простой. При запуске относительные скорости самолета и ракеты отличаются мало, т.е. ракета движется в том же направлении, что и самолет. На нее действуют значительные аэродинамические силы, момент которых разворачивает ракету в сторону движения самолета. Запустившиеся двигатели разгоняют ее и она поражает самолет. Решение проблемы состоит в том, что двигатель ракеты включается не сразу после отделения от самолета, а спустя какое-то время. За это время ракета успевает затормозиться и начинает движение в нужном направлении.

Это объяснение можно проверить экспериментально. Два прямых круговых конуса с одинаковыми диаметрами оснований 13 см массами по 10 грамм сбрасывали с высоты 320 см. Результаты сбрасывания приведены в таблице. Движение конусов неустановившееся, хотя сила тяжести лишь незначительно превышает силу сопротивления. Можно записать

$$a = g - \frac{F_C}{m} = \frac{2h}{t^2},$$

где h - высота сбрасывания, t - время падения, F_C - сила сопротивления.

Ориентация конуса	Время полета	Характер движения	Ориентация конуса	Время полета	Характер движения
Большой конус: образующая 20 см, угол раствора 37,93 градуса					
Вершиной вниз	6,3 с	Переворот на высоте 1,0 – 1,2 м	Основанием вниз	5,5 с	Переворот на высоте 1,0 м
	6,3 с			5,3 с	
	5,0 с				
Малый конус: образующая 12 см, угол раствора 65,6 градуса					
Вершиной вниз	5,7 с	Не перевернулся	Основанием вниз	6,5 с	Переворот высоте 0,5-1,0 м
	5,5 с			6,5 с	
	5,0 с			6,0 с	

Таким образом, как бы ни сбрасывался конус с достаточно большой высоты, он обязательно переворачивается, за исключением конуса с большим углом у вершины. Были проведены сбрасывания конусов без дна. Существенных отличий в движении не обнаружено. Вероятная причина переворота – турбулентные потоки, возникающие при обтекании тел.