Глава 1(Динамика)

Что есть лук? Лук – устройство, представляющее собой своеобразный аккумулятор энергии, накапливающий потенциальную энергию, возникающую при деформации стрелком тела, которым являются плечи лука и превращающий её в кинетическую энергию, передаваемую снаряду. Накопление энергии происходит в ходе совершения стрелком работы над тетивой. По мере натягивания тетивы растёт сила, необходимая для её дальнейшего растяжения. Зависимость прикладываемого к тетиве усилия от расстояния, на которое была оттянута тетива, называется силовой характеристикой лука. При отпускании тетивы расходуется накопленная потенциальная энергия. Она расходуется на сообщение кинетической энергии стреле, плечам и на преодоление трения между стрелой и самим луком. Эффективность преобразования потенциальной энергии в кинетическую можно охарактеризовать с помощью КПД, показывающего отношение кинетической энергии, сообщённой стреле, к накопленной потенциальной. Кинетическая энергия, сообщённая стреле, зависит от массы стрелы и её начальной скорости.

**Масса.**  Если масса снаряда будет слишком мала, то КПД будет невелик, так как кинетическая энергия будет мала. В таком случае огромная часть накопленной потенциальной энергии, согласно закону сохранения энергии, будет сообщено самому луку, что может повлечь даже повреждение конструкции. Если же масса снаряда будет напротив, слишком велика, то ускорение будет низким, сила трения возрастёт (особенно актуально именно для арбалетов), поэтому КПД также будет низким.

**Скорость.** Преобразование потенциальной энергии происходит за время распрямления дуг и, следовательно, возвращения тетивы в нормальное состояние. Чем меньше это время, тем большую начальную скорость получит стрела. Рассмотрим 2 случая. В первом случае время распрямления дуг больше чем во втором. Тетива была натянута на одинаковое расстояние и к её растяжению прилагалась одинаковая сила. В таком случае, скорость, сообщённая стреле, в первом случае будет значительно ниже, чем во втором (V=S/t). От величины начальной скорости будет напрямую зависеть дальность полёта стрелы и её кинетическая энергия, а значит и поражающая способность. Стоит добавить, что начальная скорость стрелы зависит также и от конструкции самого лука, а именно от массы двигающихся деталей лука, формы лука, длины плеч.

Глава 2 Полёт стрелы. (КИНЕМАТИКА) (Аэродиамика)(Баллистика)

Мы рассмотрели, что происходит со стрелой в момент отпускания тетивы и разобрались, от чего зависит начальная скорость полёта стрелы. Теперь предстоит разобраться с тем, что происходит со стрелой во время полёта. Это можно рассмотреть со стороны аэродинамики и баллистики стрелы.

**Баллистика.**

В данной главе будет описана лишь внешняя баллистика стрелы, описывающая именно движение тела во время полёта от пусковой установки до цели. Есть 3 основных способа рассмотрения полёта стрелы.

Первая это вакуумная теория. В этом случае не рассматриваются никакие силы, действующие на тело, кроме силы тяжести.

Вторая - траектории материальной точки. Здесь снаряд рассматривается как материальная точка, и учитываются его лобовое сопротивление (сила сопротивления воздуха, действующая в обратном направлении по касательной к траектории и замедляющая движение снаряда), сила тяжести, скорость вращения Земли и кривизна земной поверхности.

Третья – траектория твёрдого тела. Во многих случаях теория движения материальной точки неадекватно описывает траекторию снаряда, и тогда приходится рассматривать его как твердое тело, т.е. учитывать, что он будет не только двигаться поступательно, но и вращаться, и принимать во внимание все аэродинамические силы, а не только лобовое сопротивление.

Полёт стрелы – частный случай. Здесь нет смысла говорить о скорости вращения Земли, так как время полёта, как и расстояние слишком мало.

В евклидовом физическом пространстве перемещение тела по координатным осям рассматривается независимо. Рассматриваются проекции скорости на оси Х и У.

Полёт стрелы можно разделить на 2 основных участка: подъём стрелы вверх и её падение вниз. В полёте стрелу можно рассматривать как тело, брошенное под углом к горизонту. Однако, в отличие от задачек из учебника по физике на эту тему, нам необходимо учитывать сопротивление тела и законы аэродинамики. Следовательно, в этой главе мы рассмотрим внешнюю баллистику стрелы с точки зрения теории твёрдого тела.

Как уже было сказано, движение тела брошенного под углом к горизонту рассматривается как проекции на оси Х и У. Как известно, движение по оси Х равномерное, а по оси У равноускоренное. Это в идеальном случае, иными словами без учёта сопротивления воздуха.

**Первая часть полёта (подъём).**

Время подъёма стрелы на максимальную высоту. Как известно, время полёта тела равно отношению произведения скорости полёта тела на косинус угла под которым оно было брошено к ускорению свободного падения. Однако в нашем случае надо учитывать сопротивление воздуха, значит формула примет следующий вид: 

-проекция начальной скорости на ось У

ускорение свободного падения – 9,81м/сек²

проекция замедления (ускорения силы сопротивления воздуха) на ось У

баллистический коэффициент, где:

i- коэффициент формы стрелы.

d- диаметр стрелы в метрах.

q- вес в кг.

Из формулы видно, что чем меньше баллистический коэффициент, тем больше время подъёма тела на максимальную высоту.

максимальная высота баллистической кривой при горизонтальном выстреле

проекция горизонтальной дальности до вершины баллистической кривой на ось Х (первая часть полёта)

 средняя скорость по оси Х (первая часть полёта), но , откуда

 - конечная скорость по оси Х (первая часть полёта).

**Вторая часть полёта (спуск).**

Максимальная высота подъёма стрелы равна :

 где:

 время падения стрелы

 конечная вертикальная скорость по оси У

но , (так как, начальная вертикальная скорость равна 0) откуда , тогда первое выражение  будет выглядеть следующим образом:

 откуда время падения равно



 - проекция горизонтальной дальности от вершины баллистической кривой на ось Х до места встречи с землёй (вторая часть полёта)

Средняя скорость падения по оси У



Конечная скорость по осиУ

, (поскольку начальная скорость падения равна 0).

Средняя скорость по оси Х



Конечная скорость по оси Х

( - конечная скорость первой части пути по оси Х) (не путать с )

Результирующая конечная скорость полёта

.

Итак, максимальная дальность полёта стрелы будет равно сумме расстояний, которые стрела пролетела на первом участке и на втором. Суммарное время полёта стрелы равно сумме времени, за которое стрела преодолела первый участок и времени движения на втором участке.

 

**Аэродинамика**