

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ВЗЛЁТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Федосов А.П., магистрант; Рычковский А.В., магистрант;

Паслён В.В., зав. каф., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк ДНР)

Введение.

Беспилотные авиационные комплексы в настоящее время получили широкое распространение. В частности, они используются в системах защиты информации, как средства видеонаблюдения. Они позволяют осуществлять контроль за зонами больших размеров в режиме реального времени. Исключительное видение – это способность видеть то, что не могут видеть другие. Это способность увидеть первым, действовать первым.

Целью работы является создание в среде моделирования COMSOL Multiphysics программы, которая позволит оценить способность взлететь беспилотного летательного аппарата, с такими характеристиками, которые необходимы пользователю.

COMSOL Multiphysics является удобной, высокопроизводительной и универсальной средой для моделирования физических процессов. Используя настраиваемые шаблоны, можно моделировать любую комбинацию взаимосвязанных физических полей.

Основная часть.

Рассмотрим силы, действующие на аппарат:

1. Сила тяги двигателя.

Силу тяги можно определить через полезную мощность и скорость движения [1]:

$$F_T = \frac{P}{v}, \quad (1)$$

где P – мощность двигателя БПЛА;

v – скорость движения в текущий момент времени.

2. Сила упругости резиновой катапульты.

Вычисление значения силы упругости, возникающей в теле при деформации, происходит по закону Гука. Согласно ему, сила упругости равна произведению жесткости тела на изменение коэффициента деформации этого тела [2]:

$$F_{упр} = k\Delta l \quad (2)$$

где k – жесткость резины;

Δl – абсолютное удлинение:

$$\Delta l = l - l_0,$$

где l – длина растянутого резинового шнура;

l_0 – начальная длина резинового шнура.

3. Вес аппарата.

Величина неизменная, зависит только от массы аппарата:

$$G = mg, \quad (3)$$

где m – масса аппарата;

g – ускорение свободного падения.

4. Сила лобового сопротивления.

Лобовым сопротивлением крыла называется аэродинамическая сила, которая тормозит движение крыла в воздухе и направлена в сторону, противоположную движению [3]:

$$X = C_x \frac{\rho v^2}{2} S, \quad (4)$$

где C_x – аэродинамический коэффициент сопротивления, который получают путём продувки крыла в аэродинамической трубе;

ρ – плотность воздуха, изменяется при изменении высоты полёта;

v – скорость полёта;

S – площадь крыла.

5. Подъёмная сила - возникает вследствие обтекания крыла и образования разности давлений под крылом и над крылом [3]:

$$Y = C_y \frac{\rho v^2}{2} S, \quad (5)$$

где C_y – коэффициент подъёмной силы, зависящий от угла атаки. Коэффициент получают путём продувки крыла в аэродинамической трубе;

ρ – плотность воздуха, изменяется при изменении высоты полёта;

v – скорость полёта;

S – площадь крыла.

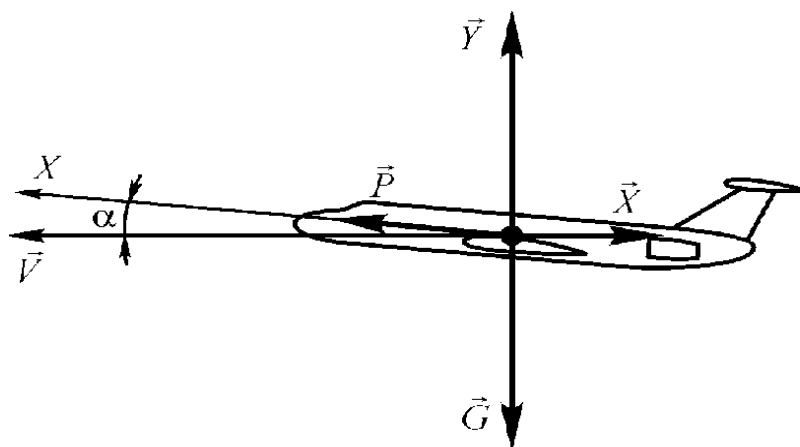


Рисунок 1 – Силы, действующие на БПЛА (α – угол атаки аппарата)

Далее, используя формулы (1-5) необходимо найти равнодействующие сил по осям X и Y.

По оси Y (силы, направленные вверх):

$$\left(\frac{P}{v} + k\Delta l\right) \times \sin\alpha + C_y \frac{\rho v^2}{2} S - mg. \quad (6)$$

По оси X (силы, направленные вперёд):

$$\left(\frac{P}{v} + k\Delta l\right) \times \cos\alpha - C_x \frac{\rho v^2}{2} S. \quad (7)$$

Разделив на массу аппарата выражения (6) и (7) получим ускорения по соответствующим осям. Далее проинтегрируем дважды, уже при помощи COMSOL Multiphysics. Это позволит из заданных выражений перейти к перемещению.

В COMSOL будем пользоваться модулем Multibody dynamics. В котором выберем пункт Prescribed displacement для заданной геометрии конструкции аппарата. В нём зададим перемещения, которые мы получили по каждой из осей.

Теперь перейдем в раздел definitions> parameters. В этом разделе зададим исходные данные, с которыми будет работать программа. Которые можно будет изменить в процессе работы приложения.

После того, как все параметры, указанные на рис.2, были введены пользователем. Программа рассчитывает траекторию взлёта аппарата, которому соответствуют заданные характеристики.

Parameters			
Name	Expression	Value	Description
v3	12[m/s]	12 m/s	Максимальная скорост...
m	3[kg]	3 kg	Масса аппарата
P	0.3[kW]	300 W	Мощность двигателя
k	25[N/m]	25 N/m	Жесткость резины
a	10[deg]	0.17453 rad	Угол атаки
S	0.6[m^2]	0.6 m ²	Площадь крыла
Cx	0.04	0.04	Коэффициент сопротив...
Cy	0.8	0.8	Коэффициент подъемн...
Ro	1.265[kg/m^3]	1.265 kg/m ³	Плотность воздуха

Рисунок 2 – Параметры для расчета

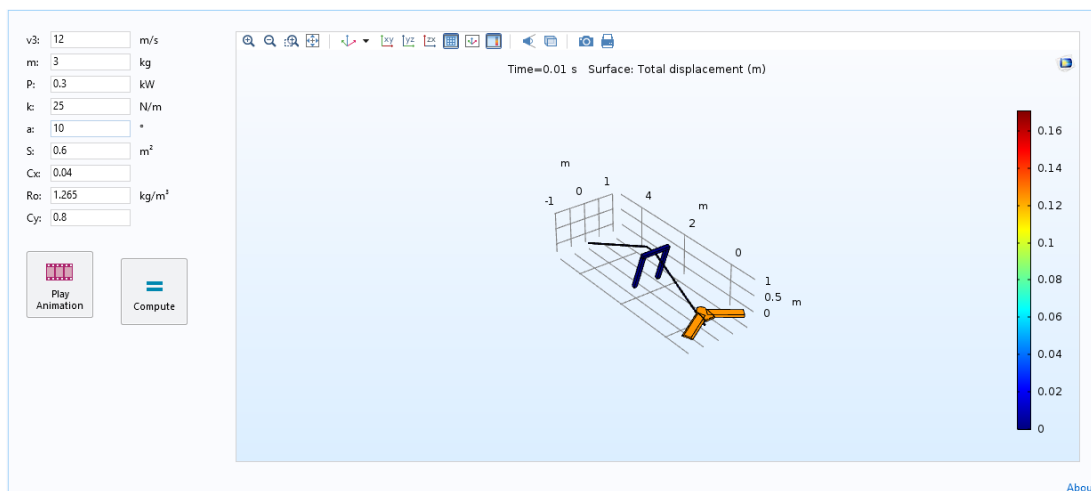


Рисунок 3 – Вид приложения

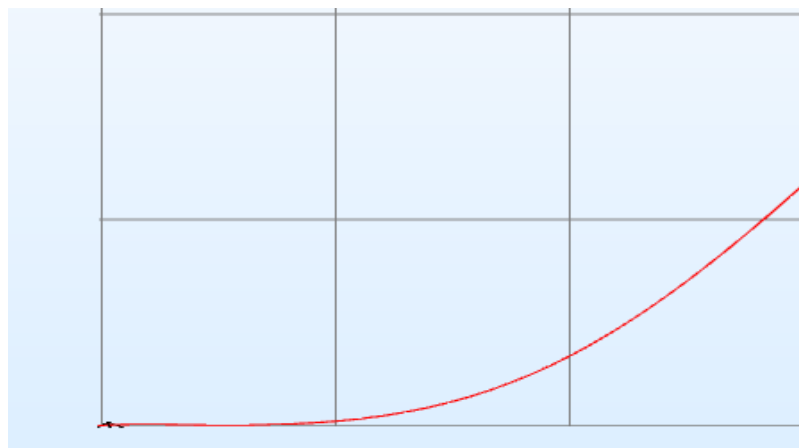


Рисунок 4 – Траектория взлёта для параметров указанных на рис.2

Вывод. В среде моделирования COMSOL Multiphysics была сделана универсальная модель взлёта для беспилотников самолётного типа. Результаты поведения аппарата при взлёте совпали с математическими расчетами.

Перечень ссылок

1. Образовательные онлайн сервисы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: Webmath.ru. – Загл.с экрана.
2. SolverBook [Электронный ресурс]. - Режим доступа: ru.solverbook.com. – Загл.с экр.
3. Ефимов, В. В. Основы авиации. Часть I. Основы аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов: Учебное пособие / В. В. Ефимов. – Москва : МГТУ ГА, 2003. – 64 с.