

Муниципальное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная МБОУ «Школа №97»
Ленинского района Нижегородской области

АВИАМОДЕЛЬ «ЛЕТАЮЩЕЕ КРЫЛО» СВОИМИ РУКАМИ

Выполнил: Боровиков Данил

ученик 11а класса

Научный руководитель:

Прудовская Эльвира Владиславовна

учитель физики

Нижний Новгород

2021

Содержание

	Стр.
Введение.....	2
1. Теоретическая часть.	
1.1 Историческая справка.....	3
1.2 Основы аэродинамики. Основные понятия.....	5
1.3 Закон Бернулли и авиация.....	6
1.4 Основные аргументы, в пользу которых был сделан выбор модели «летающее крыло».....	7
2. Практическая часть.	
2.1 Подбор материала и инструментов.....	8
2.2 Технология изготовления.....	9
2.3 Полетные испытания и исследования.....	11
2.4 Характеристики готовой к полёту модели.....	12
Заключение.....	13
Список литературы.....	14

Введение

С глубокой древности человек хотел научиться летать. С восхищением он следил за птицами и подобно им стремился подняться в небо. Со временем люди изобрели разные летательные аппараты, но и до сих пор человек пытается их усовершенствовать, изменяя форму, с целью добиться наилучших аэродинамических свойств.

Я захотел сделать свой собственный самолет, который смог бы преодолевать большое расстояние и поднимать большой груз. И тогда я узнал о модели самолета летающее крыло. У нее была особенность в отличие от других видов самолетов. Из-за большой нагрузки центр тяжести самолета смещался, вследствие этого ось вращения двигателя не совпадала с центром тяжести модели, это приводило к неустойчивости в полёте, а у летающего крыла нет такой проблемы, так как он имеет не стандартную форму в виде крыла без хвоста. После всех исследований, я решил, остановился на изготовлении летающего крыла.

В этом исследовании я поставил перед собой следующую **цель**:

Цель:

1. Познакомиться с историей возникновения первого самолета
2. Создание авиамодели с заданными свойствами
3. Исследование готовой авиамодели:
 - 3.1 Определение скоростных характеристик, а именно: скорость, масса, мощность.
 - 3.2 Расчёт перегрузки, действующей на модель во время выполнения мертвой петли.

1 Теоретическая часть

1.1 Историческая справка

Первым в мире самолётом, который смог самостоятельно совершить устойчивый управляемый горизонтальный полёт, стал «Флайер-1», построенный братьями Орвиллом и Уилбуром Райт в США. Первый полёт самолёта в истории был осуществлён 17 декабря 1903 года. «Флайер-1» продержался в воздухе 12 секунд и пролетел 36.58 метров. На усовершенствованных моделях братья Райт 20 сентября 1904 года впервые в мире выполнили полёт по кругу, а в 1905 году — полёт по замкнутому маршруту длиной в 39 км.

Анализ большого числа опытно и серийно выпускаемых самолетов и планеров разных назначений, построенных за все время существования авиации, позволяет выделить три их главные схемы:

- нормальная схема – это схема, в которой горизонтальное оперение размещено за крылом;
- схема типа «утка» – горизонтальное оперение размещено перед крылом;
- схема, у которой нет горизонтального оперения, а его функции выполняются самим крылом.

Первая схема наиболее распространена в самолетостроении, как в начальный период развития авиации, так и в наши дни. По второй схеме, как известно, братья Райт в 1903 году создали первый, хорошо летающий самолет. В дальнейшем схема «утка» неоднократно привлекала внимание авиаконструкторов благодаря ее некоторым положительным аэродинамическим свойствам.

Особое место в самолетостроении занимает третья схема – так называемая «бесхвостка». В этой схеме конструкция самого крыла обеспечивает продольную устойчивость, балансировку и управляемость, и необходимость в

горизонтальном оперении отпадает. «Бесхвостку», у которой толщина крыла оказывается достаточной для размещения внутри его двигательной установки и полезной нагрузки, условно называют «летающее крыло».

Схема «бесхвостка» заинтересовала авиаконструкторов в двадцатые годы. Интерес к ней возрос в 1947 году, когда благодаря применению турбореактивных двигателей (ТРД) стало возможным преодоление барьера скорости звука. Такая схема применяется и в настоящее время.

Применение схемы «бесхвостка» позволяет несколько уменьшить силу лобового сопротивления и снизить массу конструкции. Это удастся обеспечить устранением горизонтального оперения и хвостовой части фюзеляжа.

Советским авиаконструктором Б.И. Черановским был создан в 1940 году одноместный, спортивный скоростной самолет типа «бесхвостка».

Аэродинамика – изучает законы движения газов (преимущественно воздуха), и их силовое воздействие на поверхность обтекаемых тел. Когда самолет летит, на него действуют аэродинамические силы. Благодаря им и возможен полет аппаратов тяжелее воздуха. Аэродинамические силы поднимают самолет в воздух, а также создают и вредное сопротивление его движению. Поэтому одной из основных задач аэродинамики является выбор рациональной внешней формы летательного аппарата и определение аэродинамических нагрузок.

Важнейшая часть самолета - это его крыло, оно делает возможным полет самолета. Формы крыла у самолетов разнообразны: эллипсовидные, прямоугольные, трапециевидные, стреловидные и треугольные крылья. За счет разности давлений воздуха над крылом и под крылом возникает подъемная сила. Подъемная сила и лобовое сопротивление во многом зависят от формы крыла.

Основными аэродинамическими характеристиками являются: коэффициент подъемной силы, коэффициент лобового сопротивления и аэродинамическое качество. Измерить их можно весовым методом.

Можно сравнить аэродинамическое качество различных летательных аппаратов и сделать выводы об их аэродинамическом совершенстве. Чем больше аэродинамическое качество крыла, тем оно совершеннее.

С помощью этого закона очень просто объяснить, как возникает подъёмная сила для летательного аппарата.

Во время полёта крыло самолёта как бы разрезает воздушный поток на две части. Одна часть обтекает верхнюю поверхность крыла, а другая нижнюю. Форма крыла такова, что верхний поток должен преодолеть больший путь для того, чтобы соединиться с нижним в одной точке. Значит, он движется с большей скоростью. А раз скорость больше, то и давление над верхней поверхностью крыла меньше, чем под нижней. За счёт разности этих давлений и возникает подъёмная сила крыла.

Во время набора самолётом высоты возрастает разница давлений, а значит, увеличивается и подъёмная сила, что позволяет самолёту подниматься вверх.

Рассмотрим упрощённый вариант появления подъёмной силы крыла, которое располагается параллельно потоку воздуха. Конструкция крыла такова, что верхняя часть его профиля имеет выпуклую форму. Воздушный поток, обтекающий крыло, разделяется на два: верхний и нижний. Скорость нижнего потока остаётся практически неизменной. А вот скорость верхнего возрастает за счёт того, что он должен преодолеть больший путь за то же время. По закону Бернулли, чем выше скорость потока, тем ниже давление в нём. Следовательно, давление над крылом становится ниже. Из-за разницы этих давлений возникает подъёмная сила, которая толкает крыло вверх, а вместе с ним поднимается и самолёт.

На практике профиль крыла самолёта располагается под углом к воздушному потоку. Этот угол называется *углом атаки*. А поток воздуха, сталкиваясь с нижней поверхностью такого крыла, скашивается и приобретает движение вниз. Согласно *закону сохранения импульса* на крыло будет действовать сила, направленная в противоположном направлении, то есть, вверх. (Рис.2)

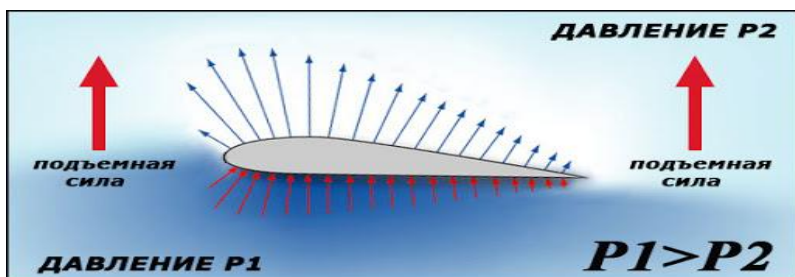


Рис.2 Подъемная сила крыла

1.4 Основные аргументы, в пользу которых был сделан выбор модели «летающее крыло»

В своём выборе я остановился на конструкции летающего крыла. Она имеет свои плюсы и минусы. Основные плюсы: большая грузоподъёмность, большой диапазон скоростей, относительно небольшие габариты, отсутствие фюзеляжа и больших плоскостей управления, что снижает удельную массу планера и даёт возможность существенно увеличить массу полезной нагрузки. Недостатки схемы: небольшое удаление плоскостей управления от центра масс обуславливает их низкую эффективность, это делает самолёт очень неустойчивым в полёте. Невозможность решить эту проблему до внедрения электродистанционных систем управления, автоматически поддерживающих прямолинейный полёт, привела к тому, что самолёты такой схемы до сих пор не получили массового распространения. В данной работе основной характеристикой является большая грузоподъёмность, и так как автопилот является дорогостоящим, то мне пришлось установить вертикальное оперение.

2 Практическая часть

2.1 Подбор материала и инструментов

Для силовых элементов конструкции и лонжеронов была выбрана деревянная линейка. В качестве обшивки крыла была выбрана потолочная плитка. Был куплен цветной скотч, которым было покрыто всё крыло, это повышало прочность обшивки и придавало эстетичный вид.

Инструменты:

- наждачная бумага
- канцелярский нож
- линейка
- ножницы

Материалы:

- Потолочная плитка
- Клей Titan
- Скотч
- Деревянная линейка

Я много думал из чего сделать самолет. С самого начала, я хотел сделать из пенопласта, так как он был достаточно легкий и доступный, но после пробы я понял, что с ним очень тяжело работать и труден в обработке. Я начал искать другой материал и остановился на потолочной плитке. Она была доступна и для обработки не нужно оборудование, а по прочности и легкости не отличалась от пенопласта.

Деревянную линейку я выбрал в качестве лонжеронов. Я выбрал ее потому что, ее легко достать и время на обработку тратилось мало. Был вариант использовать потолочную плиту. Можно было склеить ее в три слоя, но на нее слишком много времени я бы потратил, поэтому остановился на линейке.

2.2 Технология изготовления

Разработка чертежей в электронном виде.

С помощью программы для создания чертежей и деталей в 3D мной была создана модель крыла в электронном виде в масштабе 1:1.

Печать чертежей и вырезка деталей.

Все детали были распечатаны в масштабе 1:1, переведены на потолочную плитку и вырезаны.

Склейка обшивки. Вся обшивка была разделена на 2 части: «верхнюю» и «нижнюю». Каждая из этих обшивок была склеена из 4 листов потолочной плитки (размер потолочной плитки 50x50мм.).

Вырезка и склейка лонжеронов. Лонжерон – это основная силовая конструкция, на которой держится все крыло. Деревянная линейка была склеена с профилем из потолочки, она выполняла роль лонжерона, что создало более жесткую конструкцию при не большом весе. Лонжероны были склеены в силовую конструкцию, которая потом зашивалась обшивкой. На рисунке 3 показано, где располагаются лонжероны у модели.

Сборка моторама. Моторама – конструкция, на которой держится двигатель. Двигатель было решено «утопить» в крыло, этому способствовала длина вала двигателя. Эстетичный вид достигнут, благодаря тому, что двигатель оказался полностью закрыт моторама. Для охлаждения регулятора оборота был предусмотрен воздухозаборник. Моторама представляет собой основание, на которое приклеивается мотошпангоут. За ним размещается регулятор оборотов двигателя, который установлен радиатором наружу для охлаждения. Всё это зашито сверху обшивкой.

Сборка крыла. На «нижнюю» обшивку была приклеена система лонжеронов, а поверх них - «верхняя» обшивка. После того, как крыло склеилось, приклеивается моторама.

Установка электроники. Вся электроника, включая аккумулятор, размещена в крыле. Сервомашинки размещены ближе к центру крыла для того чтобы максимально соблюсти центровку модели. Аккумулятор размещён в самом носу крыла для нормальной центровки, так как аккумулятор является самой тяжёлой частью модели.

Навешивание элеронов(элевоны) и установка винглетов. Элероны были вырезаны из потолочной плитки и навешаны на скотч. Винглеты тоже изготовлены из пластика и приклеены на концах крыла. Функция винглетов заключается в том, что они обеспечивают курсовую устойчивость модели и управляемость.

Оклейка скотчем. Вся модель была оклеена скотчем для придания прочности и защиты обшивки, а также цветной скотч придаёт эстетичный вид модели.

Схема с указанием элементов

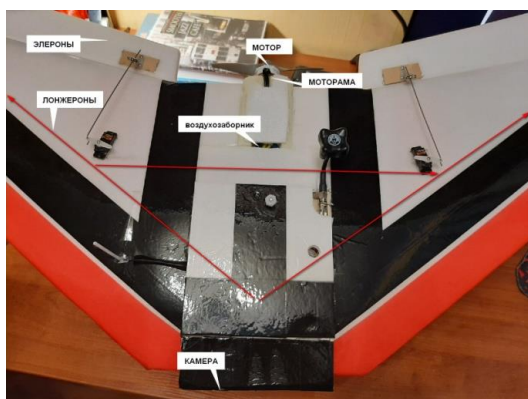


рис.3

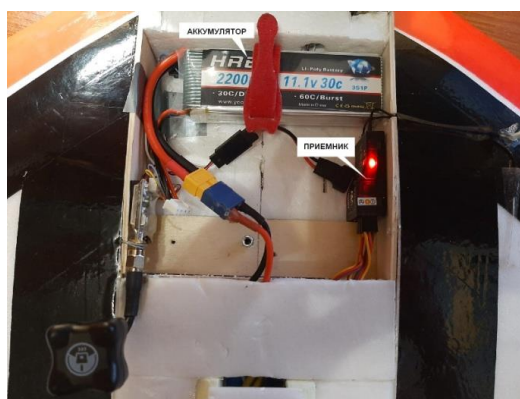


рис.4

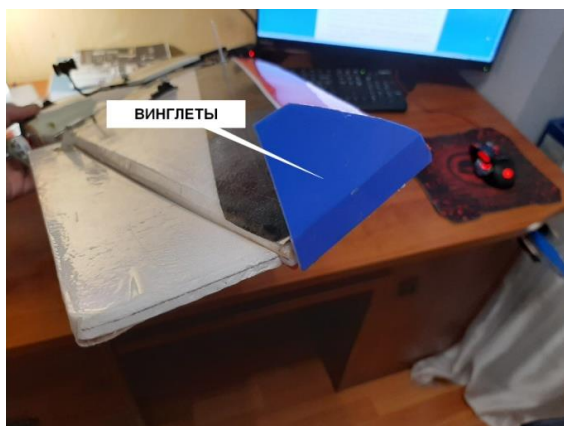


рис.5

2.3 Полётные испытания и исследования

Первый полёт состоялся в осложнённых погодных условиях с порывами ветра до 5 м/с. Модель прекрасно управлялась на взлёте и была предсказуема даже в сильный ветер. Отличные планерные характеристики позволили совершить посадку.

После первых испытательных полётов была измерена скорость модели следующим образом: я отмерил расстояние, равное 20 метрам, затем измерил время, за которое модель пролетела это расстояние (скорость=16 м/с). После того как стала известна скорость и примерный радиус виража (радиус=8,5 м), мне удалось рассчитать перегрузку, испытываемую моделью при выполнении пилотажной фигуры «мёртвая петля». Определим центростремительное ускорение. Квадрат скорости разделим на радиус окружности ($a=30 \text{ м/с}^2$). Разделив это значение на ускорение свободного падения $9,81 \text{ м/с}^2$, получим кратность перегрузки: 3 g.

$$a_{\text{центр}} = V^2/R$$

$$a_{\text{центр}} = 16^2/8,5 = 30 \text{ м/с}^2$$

$$n = a_{\text{центр}}/g$$

$$n = 30/10 = 3g$$

После сборки был найден центр тяжести, путём перемещения аккумулятора модели я добился нужного ЦТ в 30% хорды корневой нервюры.

2.4 Характеристики готовой к полёту модели

- Масса – 540г
- Длина – 470мм
- Размах – 980мм
- Высота (с винглетами) – 35 мм
- Мощность двигателя – 2400kv
- Максимальная тяга двигателя – 15 Н
- Скорость – 20 м/с (при идеальных условиях)
- Примерная перегрузка – 3 G

Вывод.

Я доволен результатом своей работы, мне удалось перейти еще к одному виду авиамodelей, изготовленных своими руками.

В полёте модель показала хорошие лётные качества. Она устойчива к ветру, имеет большую максимальную скорость (при идеальных условиях 20 м/с) и обладает отличными планерными характеристиками.

В дальнейшем планирую создать новую версию летающего крыла с добавлением киль. Будут учтены технологические ошибки, допущенные в этой версии.

Цели и задачи, поставленные в данной работе, выполнены.

Список литературы

1. Интернет- ресурсы сайта «Википедия»
2. Ефимов В.В. Ефимова М.Г. Основы авиации. Часть I Основы аэродинамики полета летательных аппаратов: Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2012 – 64с.
3. Коврижных Е.Н. Мирошин А.Н. Стариков Ю.Н. Ушаков Н.У. Аэродинамика: методические указания по выполнению лабораторных работ. – Ульяновск: УВАУГА, 2005 – 55с.
4. Костенко И. К. «Летающие крылья»
5. <http://megapredmet.ru/1-6366.html>
6. <http://www.deltaplannerizm.ru/read/aero/>

