Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Лицей "Физико-техническая школа" города Обнинска

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Физико-математические науки

«Подтверждение взлёта модели самолёта при его движении по конвейерной ленте, при условии, что скорость самолёта равна скорости движения ленты конвейера, экспериментальным методом.»

Автор работы:

Пивнев Никита Юрьевич ученик 10 Ф класса.

Научный руководитель:

Дорошенко Александр Юрьевич

Кандидат наук

Педагог-организатор в МБОУ "СОШ № 1 им. С.Т. Шацкого"

Город Обнинск, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc141205850)

[Глава 1 Основы аэродинамики 3](#_Toc141205851)

[1.1 Основные понятия и законы 3](#_Toc141205852)

[Глава 2 Аэродинамика самолёта и его основные характеристики 5](#_Toc141205853)

[2.1 Крыло 5](#_Toc141205854)

[2.2 Устойчивость самолёта 7](#_Toc141205855)

[2.3 Управляемость самолёта 7](#_Toc141205856)

[2.4 Оперение 7](#_Toc141205857)

[2.5 Аэродинамика винта 7](#_Toc141205858)

[РЕЗУЛЬТАТЫ 9](#_Toc141205859)

[ВЫВОД 9](#_Toc141205860)

[Список литературы 9](#_Toc141205861)

ВВЕДЕНИЕ

Уже долгое время в интернете ходит вопрос-задача: сможет ли взлететь самолёт с полосы, движущийся против движения самолёта с равной по модулю, но различной по направлению скоростью. Я решил исследовать этот вопрос и, поставив эксперимент, ответить на него.

**Предмет работы**:

Движущаяся конвейерная лента в безветренном пространстве. Моделирование движения тела и сил, действующих на тело, с помощью формул.

**Объект работы**:

Модель самолёта, движущаяся по конвейерной лента, при условии, что скорость самолёта равна скорости движения ленты конвейера по модулю, но обратна по направлению.

**Гипотеза**:

Предположим, что модель самолёта, движущаяся по конвейеру, с равной по модулю скорости движения полотна конвейера, но обратной по направлению скоростью не взлетит.

**Цель работы**:

Выяснить взлетит ли модель самолёта, движущаяся по конвейеру, с равной по модулю скорости движения полотна конвейера, но обратной по направлению

**Задачи работы**:

1. Экспериментально установить участок земли, необходимый для взлёта модели самолёта.
2. Поставить серию экспериментов, для выяснения поведения самолёта при его скорости, равной скорости движения полотна.
3. Аналитически объяснить результаты эксперимента.

Глава 1 Основы аэродинамики

1.1 Основные понятия и законы

Чтобы понять, как будет вести себя самолёт, в начале надо понять среду, в которой будет находится самолёт, какие силы будут на него действовать, какие законы присутствуют в этой среде. Раздел физики, изучающий физические свойства газов и действия в них, называется аэродинамика. Так как самолёты передвигаются на земле, то следует ввести понятие атмосферы. «Атмосфера— это газообразная оболочка, окружающая Землю и вращающаяся вместе с ней. Исследование состояния атмосферы представляет большой интерес для авиации, т.к. от состояния атмосферы зависят летно-технические характеристики самолетов.

Атмосфера имеет слоистое строение. По решению Международного геодезического и географического союза, принятого в 1951 году, атмосфера по характеру изменения температуры с высотой и другим физическим свойствам подразделяется на 5 слоев: Тропосфера, Стратосфера, Мезосфера, Термосфера, Экзосфера

Значения давления, температуры и плотности, характеризующие состояние атмосферы, изменяются в зависимости от времени и координат в широких пределах, что затрудняет аэродинамические расчеты летно-технических характеристик самолета.

Реальные явления природы недоступны для теоретического анализа, поэтому их упрощают, изобразив воздух в виде схем (схематически). Поток — это воздушная или жидкая среда, совершающая движение в определённом направлении относительно рассматриваемого тела. Из такого определения следует, что нет разницы двигается само тело или двигается поток.

Летящий с некоторой скоростью самолет испытывает со стороны воздуха силовое воздействие. Если самолет остановить и заставить воздушный поток двигаться относительно самолета с той же скоростью, то картина обтекания и силовое взаимодействие самолета с воздухом остались бы практически неизменными. В аэродинамике это утверждение называется принципом обращения движения и формулируется так: принцип обращения движения вытекает из теории относительности и заключается в том, что на тело, обтекаемое движущимся воздухом, и на тело, движущееся в неподвижном воздухе, при прочих равных условиях будут действовать одинаковые аэродинамические силы»[[1]](#footnote-1).

При полёте крыло самолёта обтекает воздух, который называется аэродинамическим спектром. Аэродинамическим спектром называется видимая глазу картина обтекания тела потоком воздуха. Существуют различные виды аэродинамических спектров:

а) плавные;

б) вихревые;

в) симметричные;

г) несимметричные.

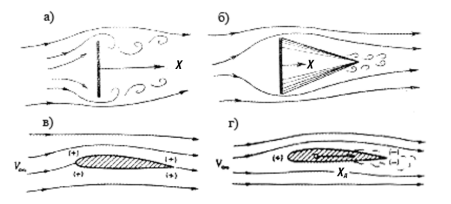


Рис. 1

«Наличие повышенного давления перед телом и разряжения за ним приводит к возникновению воздушного сопротивления, которое называется сопротивлением давления.

Тела неплавной формы, вызывающие интенсивный изгиб линий тока и мощное вихреобразование за телом, называется неудобообтекаемыми.

Тела с плавным спектром обтекания называется удобообтекаемыми. Спектры обтекания зависят от: формы и размеров тела, ориентации тела относительно потока воздуха, скорости набегающего потока»[[2]](#footnote-2).

Глава 2 Аэродинамика самолёта и его основные характеристики

2.1 Крыло

«Крыло - несущая поверхность самолета, предназначенная для создания аэродинамической подъемной силы, необходимой для обеспечения полета и маневров самолета на всех режимах, предусмотренных ТТТ (Тактико-технические требования).

Внешние формы крыла характеризуются его видом в плане, профилем поперечного сечения и видом спереди (углом поперечного И. Формы крыльев в плане показаны на рис. 1.4. Однако наибольшее распространение получили лишь крылья, представленные на рис. 3.1: прямые крылья прямоугольный- нос (рис. 3.1. ф) и трапециевидное (рис. 3.1, б); крылья прямой (рис. 3.1, 0), обратной (рис. 3.1. и изменяемой в полете (рис. 3.1, е) стреловидности, крылья как часть интегральной с фюзеляжем схемы (рис. 3.1, ж), треугольные крылья (рис. 3.1, д). На этом же рисунке приведены и их основные геометрические параметры»[[3]](#footnote-3).

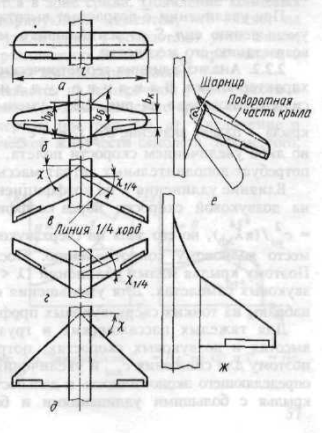


Рис. 3.1. формы крыльев в плане. Геометрические параметры крыла

Из сказанного выше можно понять, что крыло – одна из важнейших частей самолёта и именно благодаря крылу самолёт может летать и подниматься в воздух, крыло создаёт подъёмную силу, а также является местом для крепления органов управления таких как: двигатели, элероны, закрылки, спойлеры и т.д.

«Крыло, находящееся в потоке воздуха, деформирует обтекающие его струйки. Изменения сечений струйки сопровождается изменением скорости в соответствии с уравнением неразрывности. Изменение скорости, согласно уравнению Бернулли, приводит к изменению давления в разных точках поверхности крыла»[[4]](#footnote-4).

То есть при движении крыла в потоке воздуха воздух над крылом преодолевает больший путь по сравнению с воздухом под крылом, следовательно, над крылом создаётся область с пониженным давлением, а снизу с повышенным, из-за разницы давлений создаётся подъёмная сила.

2.2 Устойчивость самолёта

«Устойчивостью самолёта называется его способность самостоятельно без вмешательства лётчика восстанавливать случайно нарушенное равновесие»[[5]](#footnote-5).

2.3 Управляемость самолёта

«Управляемостью называется способность самолета реагировать на отклонение органов управления и по воле пилота выполнять маневр в пределах ограничений, устанавливаемых инструкцией по летной эксплуатации самолета»[[6]](#footnote-6).

2.4 Оперение

«Оперение - это несущие поверхности, являющиеся органами устойчивости и управляемости самолета. Оно состоит из горизонтального и вертикального оперения. Горизонтальное оперение (ГО) предназначено для обеспечения продольной, а вертикальное оперение (BO) путевой устойчивости и управляемости самолета. Эти задачи решаются образованием на оперении переменных по величине и направлению аэродинамических сил, необходимых для обеспечения заданных режимов полета»[[7]](#footnote-7).

2.5 Аэродинамика винта

«Воздушный винт представляет собой лопастный движитель, приводимый во вращение двигателем, и предназначен для получения тяги. Он применяется на самолетах с ТВД (Турбовинтовой двигатель) для создания тяги, а на вертолетах – для создания тяги и подъемной силы»[[8]](#footnote-8).

Основными элементами конструкции винтов являются лопасти и втулка. Лопасть – основная рабочая часть винта, создающая тягу при вращении винта (состоит из комеля 1 и пера 2, рис.3.2). Втулка винта – соединяет лопасти с валом двигателем. [3]

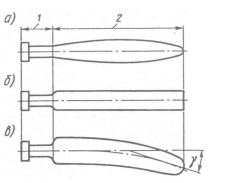


Рис. 3.1.

При вращении винта можем рассмотреть силы действующие только на один элемент (на одну лопасть), и , используя первый принцип обращения движения аэродинамики, рассмотрим ситуацию, что на лопасть набегает воздушный поток. «Профиль сечения лопасти - наиболее полно характеризует форму сечения лопасти. Обычно форма профиля задается в виде таблицы безразмерных координат его верхней и нижней сторон»[[9]](#footnote-9). Профиль сечения лопасти похож на профиль сечения крыла самолёта, следовательно, аналогично ему, воздух над элементом преодолевает больший путь по сравнению с воздухом под элементом, следовательно, над элементом создаётся область с пониженным давлением, а снизу с повышенным, из-за разницы давлений создаётся подъёмная сила. Так как лопасть вертикальна по отношению к самолёту, то подъёмная сила толкает самолёт вперёд. Из написанного выше можно сделать вывод, что самолёт движется и поддерживает скорость за счёт отталкивания винта от воздуха.

Р**ЕЗУЛЬТАТЫ**

Была поставлена серия экспериментов, в результате которой было выявлено, что в более чем 50% случаев модель самолёта взлетела с конвейерной ленты, при чём было замечено, что при встречном ветре самолёт взлетал быстрее, а при боковом и попутном медленнее (требовалось немного большее расстояние для взлёта)

ВЫВОД

Поставленный эксперимент позволил выяснить необходимые условия взлёта самолёта с движущейся конвейерной ленты, а также при данных условиях подтвердить факт достаточности подъёмной силы, создаваемой потоком воздуха, который нагнетается винтом модели, способной поднять самолёт с конвейерной ленты.

Список литературы

1. Демонова Т. Аэродинамика [Электронный ресурс] - http://taviak.ru/distance/Materials/162105/uchebnyye%20posobiya/Aerodinamika%20T.Demonova.pdf
2. Житомирский Г.И. Конструкция самолётов 2-е издание – Москва: Машиностроение, 1995. – 415 с.
3. Особенности аэродинамики воздушных винтов [Электронный ресурс] - http://akpla.ucoz.com/Aeroflot/lekcii\_pilotam\_tema3.pdf

1. 1. Цит. по: Демонова Т. Аэродинамика [Электронный ресурс] - http://taviak.ru/distance/Materials/162105/uchebnyye%20posobiya/Aerodinamika%20T.Demonova.pdf

   [↑](#footnote-ref-1)
2. 1. Цит. по: Демонова Т. Аэродинамика [Электронный ресурс] - http://taviak.ru/distance/Materials/162105/uchebnyye%20posobiya/Aerodinamika%20T.Demonova.pdf

   [↑](#footnote-ref-2)
3. Цит. по: Житомирский Г.И. Конструкция самолётов 2-е издание – Москва: Машиностроение, 1995. – 415 с. [↑](#footnote-ref-3)
4. Цит. по: Демонова Т. Аэродинамика [Электронный ресурс] - http://taviak.ru/distance/Materials/162105/uchebnyye%20posobiya/Aerodinamika%20T.Demonova.pdf [↑](#footnote-ref-4)
5. Цит. по: Демонова Т. Аэродинамика [Электронный ресурс] - http://taviak.ru/distance/Materials/162105/uchebnyye%20posobiya/Aerodinamika%20T.Demonova.pdf [↑](#footnote-ref-5)
6. Цит. по: Демонова Т. Аэродинамика [Электронный ресурс] - http://taviak.ru/distance/Materials/162105/uchebnyye%20posobiya/Aerodinamika%20T.Demonova.pdf [↑](#footnote-ref-6)
7. Цит. по: Житомирский Г.И. Конструкция самолётов 2-е издание – Москва: Машиностроение, 1995. – 415 с. [↑](#footnote-ref-7)
8. Цит. по: Особенности аэродинамики воздушных винтов [Электронный ресурс] - http://akpla.ucoz.com/Aeroflot/lekcii\_pilotam\_tema3.pdf [↑](#footnote-ref-8)
9. Цит. по: Особенности аэродинамики воздушных винтов [Электронный ресурс] - http://akpla.ucoz.com/Aeroflot/lekcii\_pilotam\_tema3.pdf [↑](#footnote-ref-9)