

Материалы научно-исследовательских проектов Двигатель для дирижабля

Ученический научно-исследовательский проект

Авторы: Иван Ручки, Евгений Журавлев, Артем Кравченко.
Школа № 1273 ЮЗАО, 10 класс, Москва.

Тема работы: **Двигатель для дирижабля**

Научный руководитель: Устюгина Галина Павловна,
учитель физики.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена поиску новых двигателей для летательных аппаратов.

Хорошо известны и широко используются двигатели типа винта или пропеллера. Эти двигатели замещаются реактивными, что ускоряет перемещение летательных аппаратов в воздушных средах. Но с годами все более острой становится проблема создания экономичных двигателей. Это проблема уже сейчас требует скорейшего решения.

Действительно, есть транспортное средство - дирижабль, которое по воздуху может транспортировать такие грузы, для перевозки которых по суше и по воде потребуются неоправданно высокие расходы. Традиционные винтовые двигатели, встроенные в дирижабли, являются высокзатратными средствами создания силы тяги.

Многие годы многочисленными исследователями предпринимаются попытки создания махолетов или орнитоптеров, т.е. таких средств создания силы тяги, в которых, как образец используется машущий полет птиц. Исследователи принимают главным принципом создания силы тяги принцип действия махового движения крыла птицы, понимаемого ими, прежде всего, как колебательное движение, при котором птица как бы опирается о воздух. При этом птица как бы откидывает от себя маховым движением определенную массу воздуха, приобретая при этом импульс движения вперед.

В своих предыдущих исследованиях мы получили результаты, которые говорят о том, что опираться о воздух и отбрасывать его - это скорее реактивное движение, не имеющее ничего общего с машущим полетом птицы. Следовательно, двигатели, ориентированные на такое взаимодействие с воздушной средой, экономически хуже и не могут соответствовать истинному машущему движению крыла.

Наши предыдущие исследования и эксперименты привели нас к новым представлениям о механизме машущего полета птиц. В результате возникла гипотеза, что создание условий возвратно-поступательного воздействия знакопеременной силы на двигатель определенной формы приведет к появлению силы тяги, поперечной к направлению воздействия, при высокоэкономичных показателях работы двигателя.

Для реализации наших предположений в работе используется метод физического моделирования. Это означает изготовление двигателей в соответствии с нашими представлениями, а также изготовление привода для двигателей, закрепленного на подвижном макете, несущем всю двигательную систему.

В процессе лабораторных испытаний получены результаты, позволяющие считать, что предложенные новые двигатели по экономическим показателям превосходят винт и приводят к необходимости пересмотра функциональной роли пера в механизме машущего полета в соответствии с нашими результатами.

Работа выполнена в условиях физической лаборатории школы №1273 ЮЗАО г. Москвы при технической помощи ОАО "Мика-Антикор" и представлена для участия в конкурсе проектно-исследовательских работ "Ярмарка идей на Юго-Западе. Москва -2005".



1. ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ

1.1. Дирижабль как транспортное средство

Слово "дирижабль" в переводе с французского значит "управляемый". Из-за отсутствия легкого, но сильного мотора приходилось рассчитывать лишь на мускулы.

Военный инженер - француз Менье - разработал проект дирижабля с гондолой на 30 человек. Новым галерникам полагалось вращать коленвал с пропеллерами. Первую попытку снабдить дирижабль механическим двигателем совершил тоже француз Анри Жиффар. Ему удалось построить агрегат весом 45 кг при мощности 3 лошадиных силы.

Горизонтальный брус держал платформу с котлом и паровой машиной. Здесь же находился пилот. Привод шел на пропеллер диаметром 3,5 м. Сигара заполнялась легким, но взрывоопасным светильным газом. Полет состоялся 23.09.1852. Корабль плавно взмыл, дымя черными клубами топки, и поднялся до двухкилометровой высоты. Жиффар дал машине полные обороты. Винт бешено вращался, но аппарат стоял на месте: мешал встречный ветер. Пилот остановил пропеллер и опустил на землю.

На верфях Германии в 1936 году родился самый дорогостоящий пассажирский дирижабль "Гинденбург". "Отцом" движущихся аэростатов с жесткой арматурой был граф Фердинанд фон Цеппелин, давший свое имя этой категории аппаратов.

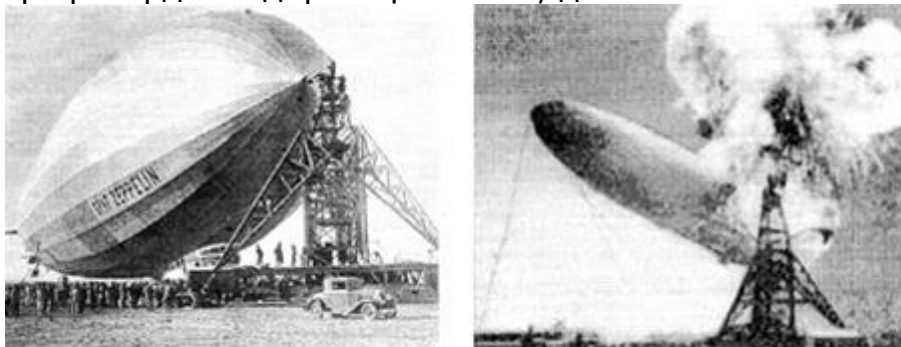


Рис.1 Две архивные фотографии дирижабля "Гинденбург": а - дирижабль у причала, б - трагическая гибель дирижабля в результате взрыва и возгорания заполнявшего его водорода.

Серебристый корпус имел длину 248 метров (у "Титаника" - 240 м); диаметр экватора - 40 м; объем - 200 тысяч кубометров. Сигара корабля разделялась на 16 отсеков, заполненных водородом. Аппарат развивал скорость 85 узлов и мог пролететь 15 тысяч километров.

Но только в 1972 году достоянием гласности стал доклад гестапо: дирижабль уничтожил взрыв мины, заложенной в четвертом отсеке." [1].

"Спустя 60 лет после гибели «Гинденбурга», 18 сентября 1997 г., дирижабль снова поднялся в небо над Фридрихсхафеном. В августе 2001 г. он получил сертификат и с тех пор перевез уже более 10 тыс. пассажиров. Новый дирижабль размерами 250x55x30 м снабжен электролизером, разделяющим воду на кислород и водород, и устройством сжигания водорода для выработки электроэнергии. В его верхней части размещены панели солнечной батареи, а на носу и корме **смонтированы два винта**, что позволяет дирижаблю поворачиваться на 360° и двигаться в любое время суток на неограниченное расстояние.

Во многих странах продолжают и сейчас улучшать конструкции летательных аппаратов легче воздуха. Японские конструкторы разработали высотный дирижабль для многомесячных полетов на высоте 20-22 км. Нагревание газа внутри оболочки и рыскание летательного аппарата относительно заданной траектории полета предотвращаются использованием вентиляторов, прогоняющих холодный атмосферный воздух через полости внутренней поверхности оболочки. У американского дирижабля под крыльями установлены маршевые двигатели, а

многоярусный грузовой отсек прикреплен к каркасу. При размерах 244×38 м и размахе крыльев 162 м дирижабль имеет объем 198 тыс. м³ и грузоподъемность 180 т. Дальность его полета составляет 16 тыс. км при крейсерской скорости 320 км/ч. В Германии предложено применять дирижабли с водяными пушками для тушения лесных, корабельных и других точечных пожаров. Аппарат оснащен контейнерами емкостью от 50 до 200 тыс. л и импульсными пушками, прицельно выстреливающими водяными 50-литровыми зарядами. Приведенные примеры показывают, что в начале третьего тысячелетия дирижаблестроение переживает второе рождение. И можно не сомневаться в том, что, используя новые технологии, разработчики сумеют значительно расширить сферы применения этих необычных летательных аппаратов. "[2].

В России в настоящее время строительством дирижаблей различного предназначения занимается НПО "РосАэроСистемы" [3].

На рис. 2 показана модель дирижабля Аи-30 "АРГУС" Патрульный дирижабль. Дирижабль Аи-30 предназначен для выполнения полетов в течении продолжительного времени, в том числе на малой высоте и с малой скоростью. Основные сферы применения Аи-30: патрулирование, специальный контроль линий электропередач и трубопроводов, фото- и видео - съемка, спасательные операции, а также элитный туризм.



Рис.2 Фотография российского дирижабля Аи-30 "АРГУС" в полете

Сегодня дирижабли строятся и используются в России, США, Германии, Японии, Великобритании, Франции и других странах. Эксплуатация и развитие мирового дирижаблестроения переживает новый подъем.

1.2 Винт – основной вид движителя для дирижабля сегодня [3]

Для маршевого движения дирижабля, а также для корректировки и управления пространственным расположением корпуса дирижабля используются двигатели с винтовым движителем. На рис. 3 можно видеть расположение силовых элементов движителя по отношению к самому дирижаблю и к гондоле. Конструкция креплений силового элемента позволяет управлять направлением силы тяги движителя в пространстве.

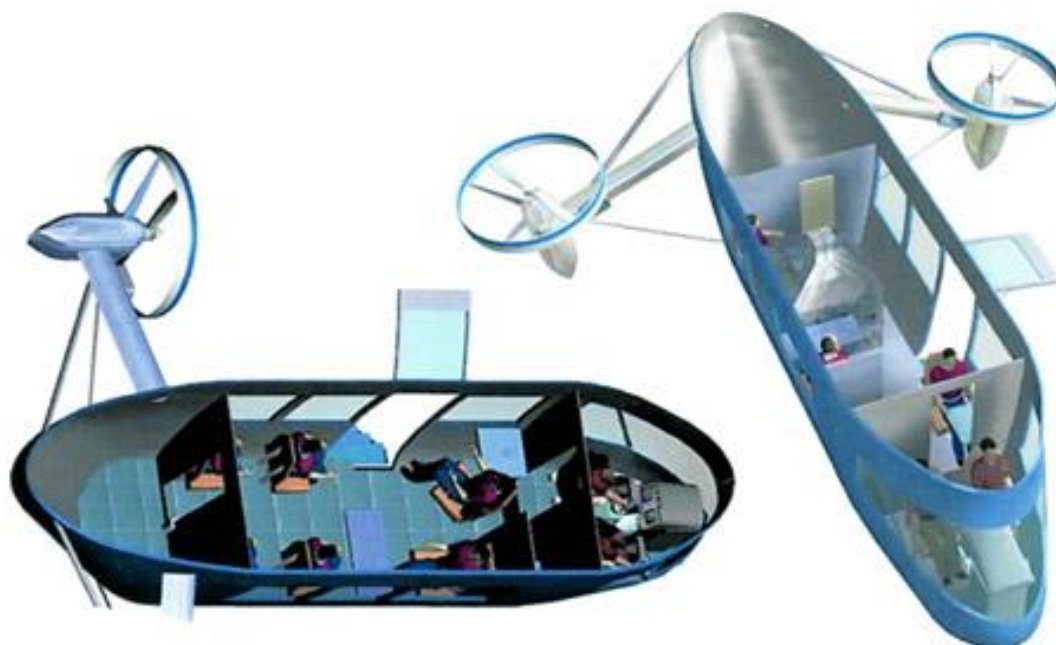


Рис.3 Показан эскиз гондолы дирижабля Au-30 "АРГУС" в разрезе. К гондole прикреплены два маршевых двигателя

Однако винт как движитель обладает тем недостатком, что для него коэффициент полезного действия (КПД) в маршевом режиме оказывается на уровне 50%. Это является поводом, чтобы заявить о существовании проблемы повышения КПД движителя. Подсказкой для этого является машущий полет птиц уже потому, что КПД крыла птицы приближается к 95%.

Тактико-технические характеристики дирижабля	
Объем оболочки	5065,0 м ³
Масса конструкции дирижабля	3350 кг
Масса полезной нагрузки	1500 кг
Максимально допустимый взлетный вес	4850 кг
Максимальная динамическая подъемная сила	500 кг
Минимальная скорость управления	0 км/ч
Крейсерская скорость	0...90 км/ч
Максимальная скорость	110 км/ч
Тип маршевого двигателя	2×Лом-Прага М332С
Мощность маршевого двигателя	2×170 л.с.
Продолжительность полета при:	
крейсерской скорости 70 км/ч	24 ч
максимальной скорости	5 ч
Дальность полета с крейсерской скоростью 70 км/ч	1600 км
Перегоночная дальность полета	3000 км

Практический потолок	3000 м
Рабочая высота полета	до 1500 м
Экипаж	2 чел.
Стартовая команда	4-6 чел

Исходя из приведенных тактико-технических данных, можно получить оценку силы тяги у этого современного винтового устройства. Оказывается, что на один килограмм груза приходится сила тяги, равная 1,72 Н при КПД, равном 100%, или 0,86Н при 50% КПД.

Мы считаем, что винт может быть заменен двигателем типа крыла птицы, поскольку машущий полет, по подсказке Природы, является наиболее экономичным видом движения в воздухе.

2. МАШУЩИЙ ПОЛЕТ

2.1 Махолеты, орнитоптеры, мускулолеты...

В Интернете можно найти много сайтов, посвященных машущему полету и разработкам устройств, использующих элементы такого полета. Одним из таких сайтов является http://pla.by.ru/muskul_maholet.htm, Махолеты. Здесь содержится обширный обзор информации о достижениях в области машущего полета.

На данном этапе нас интересуют результаты использования различных вариантов двигателей махолетов, орнитоптеров, мускулолетов и пр.

"Еще при первых попытках человечества подняться в воздух, люди пытались научиться махать искусственными крыльями, подражая пернатым, что и закрепило жесткую ассоциацию "мускулолет - значит махолет".

Ни один махолет в мире не поднялся в воздух и не провел полноценного полета.



Один из вариантов привода для крыла

Известны "казусы" природы, например, согласно взглядам современной науки, обычная утка для возможности полета должна разгоняться до 200 км/час, а гусь весом в 4 кг должен обладать мощностью в 1 л.с. (736 Вт), Хотя на самом деле среднестатистический гусь может развить мощность не более 17 Вт, что совершенно не мешает ему летать со средней скоростью 70–80 км/час. Майский жук, согласно расчетам не может летать в принципе. Но ведь летает! Кроме того, наблюдения за птицами показывают, что их затраты на полет (если перевести в наши пропорции), окажутся примерно 1 литр топлива на 100 км полета для аппарата весом 300 кг. Сейчас считается, что для создания махолета надо махать крылом площадью 12–16 кв.м с частотой 1 Гц, т.е. не реже одного взмаха в секунду.

Что мы же имеем на данный момент?

В прессе встречаются материалы о разнообразных крыльях в виде "продолжения" рук. Конструкторы махолета Карига решили, что нет необходимости махать всем крылом. Махать следует только его концевыми частями - основная часть крыла будет создавать подъемную силу, а машущая - тягу. Эта идея перекликается со статьей "Взгляд за горизонт", где предложено модифицировать стандартный современный планер под махолет (что-то вроде попытки идти по стопам птицы

альбатроса - с Одним из лучших заграничных ресурсов, посвященных махолетам, является Project Ornithopter. На сайте есть ряд статей с описанием теории машущего полета, конструкции.



Махолет Karura

Одним из лучших заграничных ресурсов, посвященных махолетам, является Project Ornithopter. На сайте есть ряд статей с описанием теории машущего полета, конструкции крыла, расчетными формулами и т.д., а также видео полета небольшой радиоуправляемой модели махолета (с размахом крыльев около 2 метров) и видеоролик испытаний полноразмерной версии с человеком на борту.



Махолет с человеком на борту, кадр из видеоролика

Модель летает очень даже неплохо, издалека похожа на большую птицу, а вот настоящий махолет, оснащенный двухцилиндровым двигателем в 24 л.с. и редуктором 60:1, хоть и смог развить скорость до 42 миль в час (67 км/час) и частоты взмахов, близких к взлетным - 0.8 Гц (номинальный режим 1 Гц, т.е. один взмах в секунду), **по-настоящему взлететь не смог, ограничившись парой подскоков**. Причем большой махолет является почти полной копией своей младшей модели.

В конструкции и реального махолета, и модели используется свойство гибкости крыла, т.е. крыло закручивается при махании за счет упругих консолей. Это упрощает конструкцию и в то же время усложняет расчет/изготовление крыльев. На видео хорошо видно, как концы плавно изгибаются при махании. Еще одно интересное конструкторское решение - привод. Крылья закреплены на выступающих балках на шарнирах, а двигатель по центру просто поднимает и опускает шток, жестко связанный с корневыми концами крыльев. Получается своеобразный рычаг, дающий большую амплитуду, а также не мешающий изгибу во время взмахов основной части крыла.

