

Проект
на участие в конкурсе «Юный техник и изобретатель»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ
МЕХАНИЗМА ПО УВЕЛИЧЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО
ДЕЙСТВИЯ ВОЗДУШНОГО ВИНТА АВИАЦИОННОЙ МОДЕЛИ.
(ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНО В КОМПАС-V11)**

Автор проекта: Никита Владимирович Надежин,
ОГКОУ ДОД «Костромской областной центр
детского (юношеского) технического творчества»,
объединение
«Авиационное моделирование», 3 год обучения
Руководитель: Виктор Борисович Смирнов,
заместитель директора ОГКОУ ДОД
«Костромской областной центр детского
(юношеского) технического творчества»,
председатель ФАС Костромской области

г. Кострома

Оглавление

Введение.....	с. 3
1. Основное содержание.....	с.5-10
1.1. Технические требования к модели самолёта класса F1В... ..	с.5
1.2.Описание конструкции воздушного винта.....	с.7
1.3. Описание модели самолёта.....	с.9
Заключение.....	с.11
Список литературы, программное обеспечение.....	с.12

1. Введение

Ещё до начала проектирования первого самолёта, А.Ф. Можайским были изготовлены несколько моделей самолёта, у которых двигателем был воздушный винт, приводимый во вращение резиновым жгутом. В Америке братья Райт также сначала изготавливали модели самолёта, и только потом был спроектирован первый летающий самолёт.

С начала 20 века во всём мире молодые люди начали проектировать и строить модели самолётов и проводить соревнования. В нашей стране первые соревнования напутствовал Н.Е.Жуковский в 1926 году. Авиамодельный спорт стал культивироваться Международной авиационной федерацией FAI, разработан кодекс FAI, проводятся Всероссийские и международные соревнования.

По правилам соревнований все модели участников должны соответствовать определённым требованиям и, чтобы победить на соревнованиях, надо изготовить модель летающую лучше всех. Для этого необходимо увеличить высоту взлёта модели, но сделать это сложно, так как запас энергии на модели ограничен весом резиномотора, который проверяется во время проведения соревнований. Остается только увеличивать коэффициент использования энергии резины, а это механизация в полёте воздушного винта по изменению геометрических характеристик. Крутящий момент резиномотора переменный и имеет нелинейную характеристику. А крутящий момент необходимый для привода воздушного винта пропорционален диаметру винта в пятой степени. Для реализации имеющегося крутящего момента и увеличения КПД воздушного винта надо в полёте изменять диаметр и шаг. В существующих конструкциях изменяют шаг винта, так как это конструктивно проще, но это влечёт за собой увеличение скорости полёта, а значит и вредного сопротивления крыла. Выигрыш получается небольшой. Увеличение диаметра винта с одновременным увеличением шага позволяет использовать воздушный винт более качественно. Выигрыш получается больше.

Задача: проектирование механизмов, позволяющих увеличить КПД, уменьшить расход топлива для выработки различных видов энергии, приводящих к снижению вредных выбросов в атмосферу.

Тема данной работы очень актуальна для понимания развития современной техники. Работа по увеличению КПД воздушного винта делает возможным в дальнейшем проектирование более сложных механизмов, направленных на увеличение КПД других изделий, потребляющих тепловую и электрическую энергию и связанных с улучшением экологии окружающего пространства. В современном мире это очень важно так как применение механизмов, увеличивающих КПД на машинах, генераторах ведет к уменьшению расхода топлива, а следовательно выбросов продуктов сгорания в атмосферу и улучшению состояния экологии окружающей среды и здоровья человека.

Цель данной работы: проектирование механизма увеличивающего КПД использования механической энергии воздушным винтом резиномоторной модели самолета.

Значение работы: На примере проектирования простого механизма рассматриваются вопросы проектирования более сложных механизмов, которые можно эффективно использовать в будущем при разработке новой авиационной техники.

2. Технические требования к модели самолета класса F1B

На конкурс представлена резиномоторная модель самолёта по классификации ФАИ – F1B, изготовленная Надежиным Никитой под руководством Смирнова Виктора Борисовича.

С этой моделью Надежин Никита в 2013 году на Первенстве России по авиационному моделированию стал чемпионом.

Резиномоторная модель – это модель летательного аппарата, которая приводится в движение двигателем из резины; подъёмная сила модели возникает за счёт аэродинамических сил, воздействующих на несущие поверхности модели.

Технические характеристики резиномоторных моделей должны соответствовать требованиям ФАИ:

площадь несущей поверхности – 17-19 дм²

минимальный вес модели без резиномотора – 200 г

максимальный вес смазанного резиномотора – 30 г.

Каждый участник соревнований имеет право на 7 зачётных полётов продолжительностью не более 3-х минут каждый. Запуск модели должен быть произведён в ограниченное время, объявленное заранее. Сумма времени всех зачётных полётов каждого участника используется для окончательного распределения мест среди участников.

За время полёта модель может улетать от места старта на расстояние до 2,5-3 км. Для поиска модели на неё устанавливается радиопередатчик весом 4 грамма с питанием на несколько суток. У участника соревнований имеется радиоприёмник с направленной антенной для обнаружения модели.

Взлёт модели осуществляется за счёт энергии резиномотора, которая приводит во вращение воздушный винт. Изменение крутящего момента резиномотора при его раскрутке происходит неравномерно и максимальное его значение превосходит среднее значение в 4-5 раз. Поэтому в первоначальный момент взлёта модели воздушный винт работает на нерасчетных режимах, т.е.

идет проскальзывание винта в воздушном потоке. Для того чтобы аэродинамически загрузить воздушный винт и использовать имеющуюся энергию резиномотора в полном объёме, необходимо увеличивать диаметр винта и угол установки лопастей винта в начальный период взлёта. Это хорошо показано в книге А.А.Болонкина «Теория полета летающих моделей»

3. Описание конструкции воздушного винта

Особенностью данной модели является воздушный винт (Приложения №4,5,6), который во время взлёта модели изменяет диаметр и шаг. Механизм винта при изменении крутящего момента резиномотора позволяет изменять диаметр винта и угол установки лопастей. Это позволяет существенно увеличить КПД винта и, следовательно, высоту взлёта модели, и, соответственно, увеличиваются продолжительность полёта и результат на соревнованиях.

Конструкция механизма винта представлена на сборочном чертеже 10.1000.5200.00 СБ ВИДШ (винт изменяемого диаметра и шага, Приложение №3) и представляет собой корпус, в котором на 2-х подшипниках вращается вал винта из стали 30ХГСА. На валу установлена ступица винта, также на 2-х подшипниках, далее идёт втулка, имеющая возможность вращаться вокруг вала. На втулке установлены шатуны, на которых подвешены лопасти винта, изготовленные из бальзы. Шатуны установлены на осях, расположенных на радиусе $R=11$ от оси вала и под углом к нему примерно 6 градусов. Втулка и ступица соединены между собой упругим элементом (резиновое кольцо). В ступице имеется паз ограничивающий перемещение втулки относительно ступицы. Это определяет рабочие углы поворота втулки и величину выдвижения шатунов. При приложении к валу винта крутящего момента относительно лопастей винта возникает сила, проворачивающая втулку относительно ступицы, при этом происходит выдвижение шатунов из ступицы и их проворот вокруг поперечной оси вала за счёт движения осей шатуна по образующей однополостного гиперболоида вокруг вала. В конструкции предусмотрено изменение угла наклона осей шатунов, что позволяет регулировать диапазон изменения шага при регулировке модели. (в первоначальном варианте регулировка пределов изменения шага не предусматривалась, чертёж 10.0000.5100.00 СБ, Приложение №2). Перемещение шатунов пропорционально крутящему моменту, приложенному к валу винта, относительно лопастей. На втулке установлен стандартный стопор, стопорящий лопасти винта в нужном

положении после раскрутки резиномотора. Изменение шага при увеличении диаметра на 25 мм составляет 5^0 , что на R лопасти=200мм изменяет шаг с 670 мм до 815 мм. Для изготовления деталей использованы малогабаритные шарикоподшипники и высокопрочные материалы Д16Т, ЗОХГСА, 65С2ВА, 12х18Н10Т и углепластик.

4. Описание модели самолета

Конструкция самой модели представлена на чертеже 10.0000.5000.00СБ.
(Приложение №1,7)

Продольный набор крыла состоит из двух углепластиковых лонжеронов переменного сечения, углепластикового кессона, передней и задней кромок из углепластика.

Поперечный набор состоит из нервюр, выполненных из бальзы, покрытых сверху и снизу углепластиковыми накладками толщиной 0,2 мм. На крыле применен профиль «Андрюков». Центр тяжести расположен на 54% САХ.

Весь набор собран на эпоксидной смоле. Крыло обтянуто синтетической бумагой (полиэстером) на эмалите. Для удобства транспортирования крыло имеет поперечный разъем с узлами крепления. Стабилизатор и киль выполнены аналогично крылу.

Фюзеляж состоит из двух частей. Передняя силовая часть выполнена из трубки, изготовленной из СВМ (кевлар) и углепластикового пилон, в который установлены программный механизм (таймер) и передатчик для поиска модели, спереди и сзади клеены силовые шпангоуты из алюминиевого сплава Д16Т.

Хвостовая часть представляет конус и состоит из 2-х слоёв высокопрочной алюминиевой фольги Д16Т толщиной 0,03 мм, между которыми клеен слой углеткани на эпоксидной смоле. На конце хвостовой части установлена площадка для крепления стабилизатора и механизм перебалансировки и посадки модели.

На модели используются резиномоторы из резины FAI “Super sport”, состоящие из 14 колец сечением 1/8^{//}

Применение в данном классе моделей механизма позволяющего одновременно изменять диаметр и шаг винта в зависимости от крутящего момента резиномотора, позволило увеличить коэффициент полезного действия воздушного винта, что выразилось в прибавлении высоты взлета модели на 10-12 метров, продолжительность полета увеличилась на 35-40 секунд по

сравнению с другими моделями, а также улучшилась стабильность полетов. И как следствие - победа на соревнованиях.

Заключение

Вывод: Принцип преобразования поступательного движения во вращательное, заложенное в данной конструкции, может использоваться в случаях, когда нельзя использовать простые рычажные механизмы.

Практические рекомендации: Подобный механизм можно использовать в приводе элеронов крылатой ракеты. Поступательное движение тяги внутри крыла, вдоль задней кромки преобразуется во вращательное движение элерона. Использовать другие механизмы довольно сложно из-за малой строительной высоты профиля крыла в районе расположения элерона и удаления элерона от корпуса ракеты.

Таким образом, на примере проектирования простейшего механизма по увеличению КПД можно рассмотреть вопросы по созданию более совершенных механизмов преобразования энергии углеводородов в механическую тепловую и электрическую энергию, что в современных условиях в рамках действия «Киотского протокола» позволит снизить уровень выброса вредных веществ в атмосферу и улучшить состояние экологии окружающей среды и здоровье Человека.

Список литературы, программного обеспечения

1. А.А.Болонкин. Теория полета летающих моделей, изд. ДОСААФ 1962г.
2. Э.П.Смирнов, Как спроектировать и построить летающую модель самолёта, изд. ДОСААФ 1973г.
3. Шмитц Ф.В. Аэродинамика малых скоростей, изд. ДОСААФ 1961г.
4. Проектирование выполнено в программе Компас V-11

«Проектирование и изготовление механизма по увеличению коэффициента полезного действия воздушного винта авиационной модели»

Автор: Никита Надежин

г.Кострома

ОТЕЦ РУССКОЙ АВИАЦИИ



- С начала 20 века во всём мире молодые люди начали проектировать и строить модели самолётов и проводить соревнования. В нашей стране первые соревнования напутствовал Н.Е.Жуковский в 1926 году. Авиамодельный спорт стал культивироваться Международной авиационной федерацией FAI, разработан кодекс FAI, проводятся Всероссийские и международные соревнования.

Ректор МАИ Анатолий Иванович Геращенко проявил интерес к разработке темы, изложенной в этой работе. (МАКС -2013)



Тема данной работы актуальна для понимания развития современной техники. Работа по увеличению КПД воздушного винта делает возможным в дальнейшем проектирование более сложных механизмов, направленных на увеличение КПД других изделий, потребляющих тепловую и электрическую энергию и связанных с улучшением экологии окружающей среды и здоровья человека.

Задача: проектирование механизмов, позволяющих увеличить КПД, уменьшить расход топлива для выработки различных видов энергии, приводящих к снижению вредных выбросов в атмосферу.

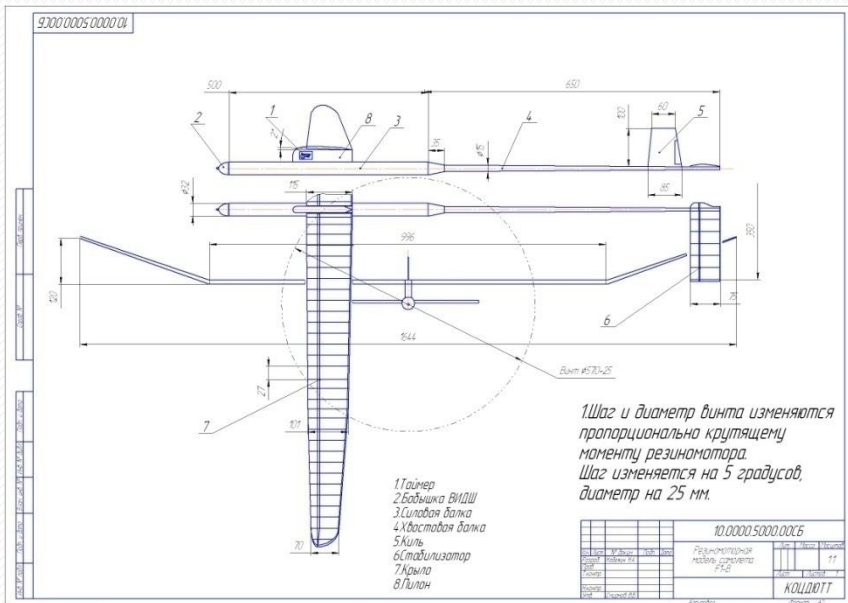
- **Цель** : проектирование механизма увеличивающего КПД использования механической энергии воздушным винтом резиномоторной модели самолета.
- **Значение:** На примере проектирования простого механизма рассматриваются вопросы проектирования более сложных механизмов, которые можно эффективно использовать в будущем при разработке новой авиационной техники.

Модель самолета класса F1B



Резиномоторная модель – это модель летательного аппарата, которая приводится в движение двигателем из резины; подъёмная сила модели возникает за счёт аэродинамических сил, воздействующих на несущие поверхности модели.

Технические требования к модели самолета класса F1В



- Технические характеристики резиномоторных моделей должны соответствовать требованиям FAI:
- площадь несущей поверхности – 17-19 дм²
- минимальный вес модели без резиномотора – 200 г
- максимальный вес смазанного резиномотора – 30 г.

ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ САМОЛЕТА

- **Продольный набор крыла** состоит из двух углепластиковых лонжеронов переменного сечения, углепластикового кессона, передней и задней кромок из углепластика.
- Поперечный набор состоит из нервюр, выполненных из бальзы, покрытых сверху и снизу углепластиковыми накладками толщиной 0,2 мм. На крыле применен профиль «Андрюков». Центр тяжести расположен на 54% САХ.
- Весь набор собран на эпоксидной смоле. Крыло обтянуто синтетической бумагой (полиэстером) на эмалите. Для удобства транспортирования крыло имеет поперечный разъем с узлами крепления. Стабилизатор и киль выполнены аналогично крылу.
- **Фюзеляж** состоит из двух частей. Передняя силовая часть выполнена из трубки, изготовленной из СВМ (кевлар) и углепластикового пилона, в который установлены программный механизм (таймер) и передатчик для поиска модели, спереди и сзади вклеены силовые шпангоуты из алюминиевого сплава Д16Т.
- **Хвостовая часть** представляет конус и состоит из 2-х слоёв высокопрочной алюминиевой фольги Д16Т толщиной 0,03 мм, между которыми вклеен слой углеткани на эпоксидной смоле. На конце хвостовой части установлена площадка для крепления стабилизатора и механизм перебалансировки и посадки модели.

Демонстрация работы воздушного винта МАКС – 2013



**Чемпион России
Никита Надежин**

A close-up photograph of a mechanical device, likely a medical pump or ventilator. The device features a prominent yellow bellows on the left side, connected to a complex assembly of metal pipes and fittings. A large, polished metal flange or coupling is visible on the right. The background is a plain, light-colored surface.

10.1000.5200.00СБ

А-А

Б-Б

34

72

26±0.8

1 Корпус
2 Обтекатель
3 Втулка
4 Ступица
5 Штупин
6 Пододок

Резиновое

Выдвинутое положение

Изменение диаметра 25мм.
Изменение по шагу +5°
Сечения повернуты и совмещены

10.1000.5200.00СБ

ВИДШ-03

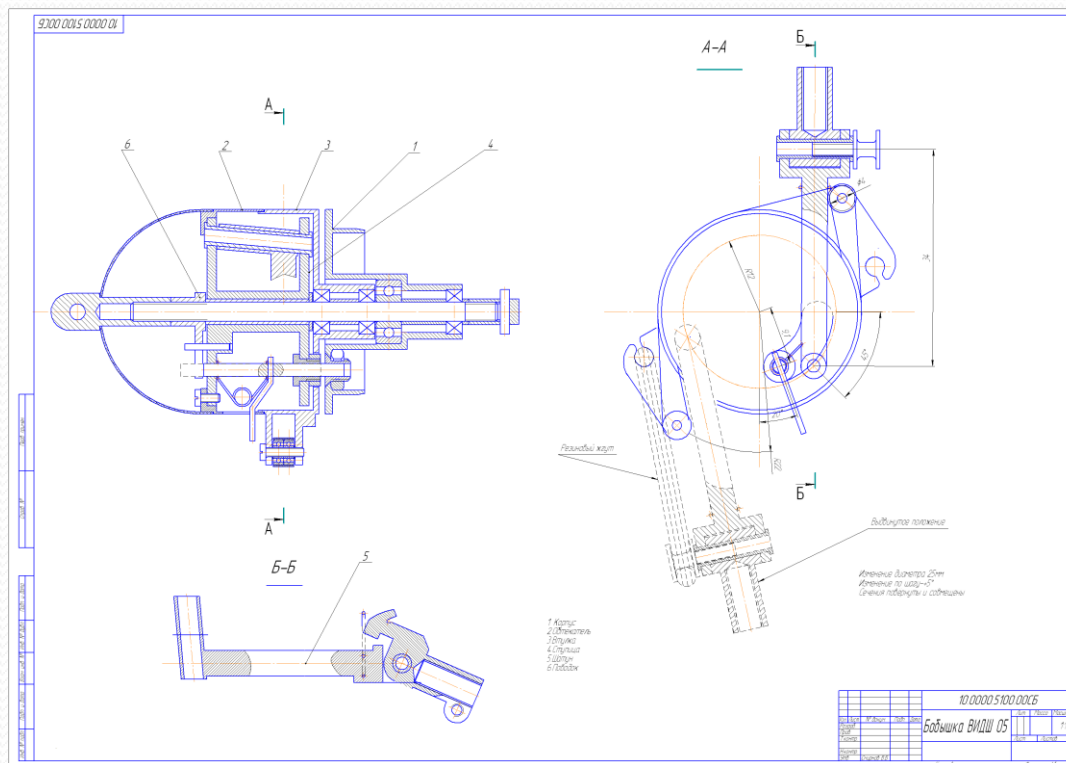
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Всего
1	1	10.1000.5200.00СБ	1	1

Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Всего
1	1	10.1000.5200.00СБ	1	1

Копировать

13

ВОЗДУШНЫЙ ВИНТ ИЗМЕНЯЕМОГО ДИАМЕТРА И ШАГА СО СНЯТЫМ ОБТЕКАТЕЛЕМ (ФОТО)



РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРАКТИКЕ

Применение в данном классе моделей механизма позволяющего одновременно изменять диаметр и шаг винта в зависимости от крутящего момента резиномотора, позволило увеличить коэффициент полезного действия воздушного винта, что выразилось в прибавлении высоты взлета модели на 10-12 метров, продолжительность полета увеличилась на 35-40 секунд по сравнению с другими моделями, а также улучшилась стабильность полетов.

И как следствие - победа на соревнованиях!!!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вывод: Принцип преобразования поступательного движения во вращательное, заложенный в данной конструкции, может использоваться в случаях, когда нельзя использовать простые рычажные механизмы.

Практические рекомендации:

Подобный механизм можно использовать в приводе элеронов крылатой ракеты. Поступательное движение тяги внутри крыла, вдоль задней кромки преобразуется во вращательное движение элерона. Использовать другие механизмы довольно сложно из-за малой строительной высоты профиля крыла в районе расположения элерона и удаления элерона от корпуса ракеты.



Таким образом, на примере проектирования простейшего механизма по увеличению КПД можно рассмотреть вопросы по созданию более совершенных механизмов преобразования энергии углеводородов в механическую тепловую и электрическую энергию, что в современных условиях в рамках действия «Киотского протокола» позволит снизить уровень выброса вредных веществ в атмосферу и улучшить состояние экологии окружающей среды и здоровье Человека.







СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А. Болонкин. Теория полета летающих моделей, изд. ДОСААФ 1962г.

М. Лебединский и др. Лети, модель! Изд. ДОСААФ 1970г.

Э. Смирнов. Как спроектировать и построить летающую модель самолёта, изд. ДОСААФ 1973г.

Ф. Шмитц. Аэродинамика малых скоростей, изд. ДОСААФ 1961г.

Проектирование выполнено в программе Компас V-11



Летчик-космонавт Александр Иванович Лазуткин на МАКС-2013 с обучающимися Костромского областного центра детского (юношеского) технического творчества (Сухарев Денис, Надежин Никита)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!