

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аль Дарабсе Амер Мохаммад Фархан,

студент 5 курса,

специальность Самолето-и-вертолетостроение

amersamarah4@gmail.com

Маркова Елена Владимировна,

к.э.н., доцент

кафедры «Экономика, управление и информатика»

morozova319@yandex.ru

Миллер Вадим Вячеславович,

студент 5 курса,

специальность Самолето-и-вертолетостроение

dreinor73@yandex.ru

Институт авиационных технологий и управления, Ульяновский

государственный технический университет,

г. Ульяновск, РФ

Аннотация. Летательный аппарат на солнечной энергии, способный к непрерывному полету, был мечтой несколько лет назад, но сегодня это серьезное испытание стало возможным. За последние 30 лет было разработано и запущено немало пилотируемых и беспилотных самолетов, работающих на солнечной энергии. Исследовательская деятельность, проводимая до сих пор, была в основном сосредоточена на летающих крыльях или на конфигурациях обычных самолетов, с большим акцентом на технологические аспекты. На солнечной энергии самолет использует солнечную панель для сбора солнечной радиации для немедленного использования, но он также хранит оставшуюся часть для ночного полета. В статье рассматривается современное состояние развития

солнечной энергетики в авиационной промышленности, а также ее недостатки и перспективы.

Ключевые слова: летательный аппарат, энергия, деятельность, беспилотный самолеты, развития, солнечная энергия.

В отличие от воздушного дыхательного двигателя, солнечный двигатель не зависит от атмосферы для производства энергии, поэтому вредные выхлопные газы не выбрасываются и, следовательно [1], не загрязняют атмосферу и являются экологически чистыми по своей природе. Конечная цель летательного аппарата на солнечной энергии - быть способным к непрерывному полету, концепция довольно проста; оснащен солнечными элементами, покрывающими его крыло, и он получает энергию от солнца для подачи энергии на двигательную установку и бортовые приборы, поскольку основной источник энергии, солнце, не доступен в течение всего дня. Для этого потребуется перезаряжаемая система хранения энергии. Эта система аккумуляции энергии должна была бы обеспечивать достаточное количество энергии для поддержания самолета на желаемой высоте в течение ночного периода времени [2]. Также солнечная батарея должна быть способна заряжать эту систему накопления энергии в дневное время, а также поддерживать уровень мощности самолета для полета.

Конструкция транспортного средства, способного работать исключительно на солнечной энергии, должна поддерживать точный баланс между сбором энергии и потреблением энергии, таким образом, проект солнечного самолета следует продумывать тщательно и глобально, как систему, состоящую из множества подсистем, которые постоянно обмениваются энергией и основные задачи, которые необходимо решить для самолета на солнечной энергии, чтобы максимизировать сбор солнечной энергии [3]:

1. Географическая зона действия (широта).
2. Ориентация и наклон области солнечного элемента относительно горизонта.
3. Погода (облака, влажность, температура).

4. Сбор и использование энергии.
5. Время года и время суток, профили миссий.
6. Полезная нагрузка.
7. Типичный расчетный параметр для разных миссий.
8. Также высота играет важную роль.

Хотя ветер не влияет на выработку энергии самолетом, он оказывает значительное влияние на его аэродинамическую эффективность и энергопотребление, что ограничивает полезность солнечного самолета, самолеты HALE имеют очень большой размах крыльев и соотношение сторон, что приводит к высоким структурным деформациям в полете и аэроупругой неустойчивости, На рисунке 1 показаны некоторые из самолетов на солнечной энергии ранней стадии. Д.Г. Вольсков опубликовал статьи, особенно об эффективности элементов двигательной группы и аэродинамике [6], и Т.В. Денисова подробно обсудила солнечные элементы и их интеграцию. Чтобы сделать солнечный самолет будущим транспортным средством, необходимы глубокие знания в области аэродинамики, приводов, датчиков, электроники, накопления энергии, фотоэлектрических и т. д. И оптимизация крайне необходима [4].

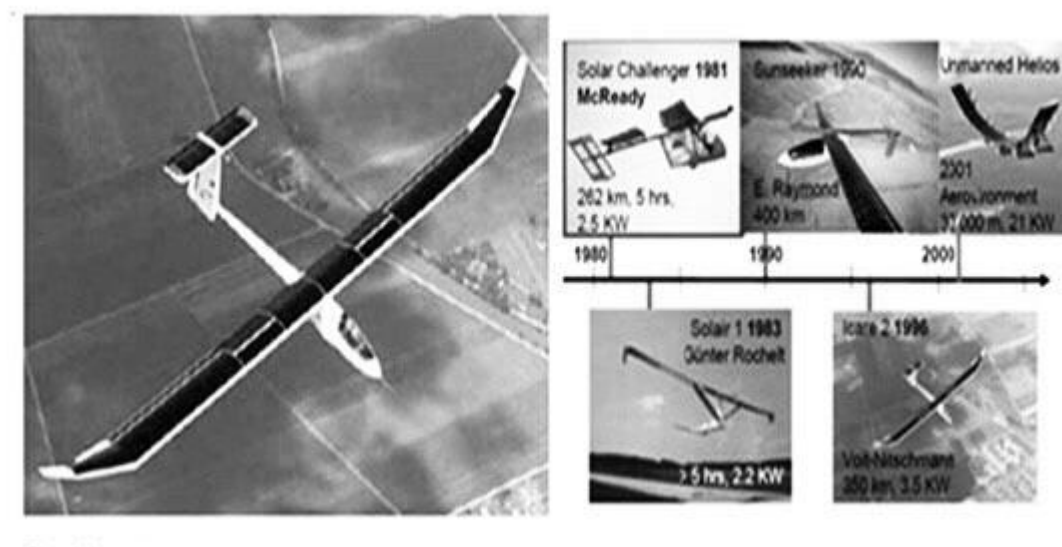


Рис. 1. Самолетов на солнечной энергии стадии

Солнечный самолет имеет крылья, которые составляют подъемную часть. Во время устойчивого полета воздушный поток из-за его относительной скорости создает две силы: подъемную силу, которая удерживает самолет в воздухе, компенсируя вес, и сопротивление, которое компенсируется тягой пропеллера. Солнечные панели, состоящие из солнечных элементов, соединенных в определенной конфигурации, покрывают заданную поверхность крыла или потенциально другие части самолета, такие как хвост или фюзеляж. В течение дня, в зависимости от солнечного излучения и высоты над уровнем моря, они преобразуют свет в электрическую энергию [5]. Преобразователь гарантирует, что солнечные панели работают в точке максимальной мощности. Вот почему это устройство называется трекером максимальной мощности. Эта полученная мощность используется, во-первых, для питания двигательной установки и бортовой электроники, а во-вторых, для зарядки аккумулятора с избытком энергии [6].

Доступная солнечная энергия на единицу площади зависит от атмосферных условий и концентрации атмосферных газов. Излучение, излучаемое Солнцем за пределами атмосферы Земли, является почти постоянным, и полезным параметром для измерения доступной солнечной энергии является солнечная постоянная (I_{sc}). Мощность на единицу площади на панели, которая является нормальной для излучения луча, на данной широте и в n -й день года (I_O) зависит от фактического положения Земли вдоль ее эллиптической траектории относительно Солнца. Закон изменения в зависимости от дня года φ это широта ω угол заката δ угол склонения определяется как:

Солнечная энергия на единицу площади, доступной вне атмосферы, становится:

$$I_O = I_{sc} \left[1 + 0.0333 \cos \frac{360n}{365} \right] (\cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta) \quad (1)$$

Общая солнечная энергия на единицу площади за период T определяется путем интегрирования, приведенного выше уравнения (1) по T :

$$E_o = \int I_o dt \quad (2)$$

Доступная энергия зависит от времени суток, дня в году, широты и положения фотоэлектрических панелей. Идеальный и совершенный солнечный элемент, который бы покрывал весь спектр и преобразовывал всю эту энергию в электричество, имел бы эффективность 100%. В действительности, в зависимости от используемых полупроводников, покрыта только часть этого спектра [7]. В дополнение к прямому освещению мы также должны учитывать диффузное излучение, которое преобладает в облачный день, и отраженное излучение. Отраженное излучение зависит от альбедо, которое является мерой отражающей способности поверхности Земли.

Выбор батареи является наиболее важной проблемой для автономного самолета, работающего на солнечной энергии, поскольку он представляет собой наиболее важную часть общего веса. Достижения в области технологий батарей и солнечных батарей могут вскоре обеспечить длительный полет для Solar Impulse, пилотируемого экспериментального самолета, работающего только на Солнце. Его конструкторы все еще сталкиваются с некоторыми сложными задачами: от накопления достаточного количества энергии, чтобы лететь ночью, до уравнивания сложных размеров, веса и энергии самолета. Но все усилия могут привести к созданию жизнеспособного самолета в течение нескольких лет. На рис. 2 показан гибкий солнечный модуль, который может быть непосредственно встроен в крыло [2]. На сегодняшний день самое высокое энергетическое отношение для перезаряжаемой батареи составляет около 200 Wh/kg для технологии литий-полимерных [3].

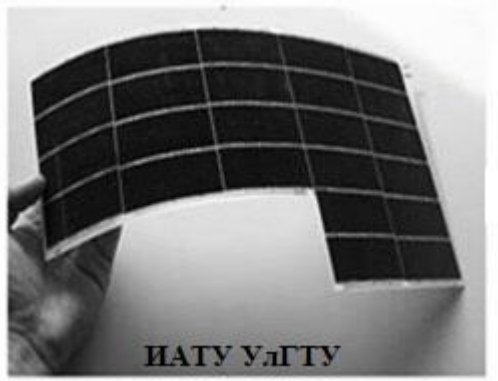


Рис. 2. Гибкий солнечный модуль, который может быть непосредственно встроен в крыло

Солнечный элемент или фотоэлектрический элемент - это устройство, которое преобразует солнечную энергию в электричество с помощью фотоэлектрического эффекта [7]. Солнечные элементы состоят из различных полупроводниковых материалов, составляющих один или несколько слоев. Когда солнечный свет падает на поверхность солнечного элемента, он создает носители заряда в виде электронов и дырок. Внутреннее поле, создаваемое соединением, отделяет некоторые из положительных зарядов (дырок) от отрицательных зарядов (электронов). Дырки попадают в положительный, а электроны - в отрицательный или n-слой. Когда цепь сделана, свободные электроны должны пройти через нагрузку, чтобы рекомбинировать с положительными отверстиями; ток может быть произведен от клеток при освещении. Существуют различные типы фотоэлектрических элементов, которые можно сортировать в зависимости от типа материала, процесса изготовления, подложки и т. д. Наиболее широко используемым типом материала является кремний. Мы можем выделить три типа кремниевых солнечных элементов в зависимости от типа кристалла [3]:

1. Монокристаллический, для которого используется абсолютно чистый полупроводниковый материал, который обеспечивает высокий уровень эффективности, но при высоких затратах.

2. Поликристаллический составленный из кристаллических структур различных размеров. Производственный процесс является более экономичным, но приводит к менее эффективным солнечным элементам.

3. Аморфная ячейка, где кремниевая пленка наносится на стекло или другой материал подложки, даже гибкий. Толщина этого слоя составляет менее 1 мкм, поэтому производственные затраты очень низкие, но эффективность также низкая.

Когда производство энергии не является постоянным и непрерывным, необходим хороший метод накопления энергии. Мы можем перечислить много разных способов хранения энергии [6]:

- Химическая (водород, биотопливо)
- Электрохимические (аккумуляторы, топливные элементы)
- Электрические (конденсатор, суперконденсатор, сверхпроводящий накопитель магнитной энергии или SMES)
- Механическая (сжатый воздух, маховик)
- Тепловое

Для солнечного элемента площадью 200 м² приведены типичные характеристики. Мы должны принять во внимание тот факт, что ячейки расположены не на горизонтальной поверхности, а следуют за изогнутым профилем. В ряду взаимосвязанных ячеек ячейка с наименьшим уровнем освещенности ограничивает ток для всех остальных [7]. Эта проблема возникает в основном на восходе или закате солнца, когда высота солнца мала, и зависит также от ориентации самолета. Мы можем рассчитать необходимую мощность:

$$\text{Емкость батареи} = 13,2 [\text{ч}] \times 13,2 [\text{Вт}] = 174,2 [\text{Втч}] \quad (3)$$

Чтобы обеспечить достаточную массу для оборудования и полезной нагрузки, конструкция и двигательная установка должны быть очень легкими, то есть эффективность должна быть очень высокой. Конкретные требования изложены ниже для различных систем [3]:

1) электрический:

- Высокая эффективность солнечных элементов, > 20% при низких затратах.

- Оптимальное использование каждого солнечного элемента с помощью системы отслеживания максимальной мощности.

- Удельная энергия батарей: > 200 Вткг.

- Высокая эффективность и большой диапазон оборотов для электродвигателя.

- Высокая эффективность гребного винта для всего диапазона скоростей, предпочтительно без гребного винта с переменным шагом.

- Тепловой мониторинг и контроль аккумуляторных контейнеров и электродвигателей для обеспечения хороших условий работы на всем протяжении миссии.

2) Структура:

- Чрезвычайно высокая жесткость при высоких уровнях напряжения.

- Структурная концепция крыльев, хвостов и фюзеляжа, отвечающая критериям аэроэластичности.

3) Система управления полетом:

- Система освещения в сочетании с эффективными управляющими эффекторами, то есть с низким потреблением энергии, если электрическая энергия должна использоваться для приведения в действие на поверхности, например, для режима автопилота. Следует избегать вызванных колебаний пилотом или автопилотом.

- Должна быть доступна простая система автопилота, чтобы обеспечить достаточный период отдыха пилота для длительных миссий на выносливость.

4) Аэродинамика:

- Профили крыльев и винтов для малых чисел Рейнольдса.

5) Системы:

- Легкая и эффективная система экологического контроля для пилотируемых систем.

- Все пилотные функции должны поддерживаться в течение длительного периода времени, то есть пары дней.

Заключение

Из-за большого количества ограничений, наложенных на солнечный самолет, а также на его ранней стадии проектирования, чтобы использовать его на коммерческом уровне, но он нашел свою полезность в других полезных целях. Небольшие и высокопрочные беспилотники (беспилотный летательный аппарат) находят применение во многих различных областях, гражданских или военных [1]. Гражданские приложения, за исключением военных, могут включать наблюдение за побережьем или границей, исследование и прогнозирование атмосферы и погоды, экологический, лесной, сельскохозяйственный и океанический мониторинг, создание изображений для средств массовой информации и операций с недвижимостью и многие другие [7]. Огромными преимуществами Sky Sailor по сравнению с другими решениями будут, без сомнения, его способность оставаться в воздухе в течение очень длительного периода, его низкая стоимость и простота использования и развертывания без какой-либо наземной инфраструктуры для последовательности облетов. Например, в гипотетическом случае риска лесных пожаров в теплый период дюжина Небесных моряков [4], легко запускаемых рукой, могла эффективно контролировать протяженную поверхность в поисках пожаров. Быстрый отчет позволил бы быстро вмешаться и таким образом снизить стоимость такого бедствия с точки зрения человеческих и материальных потерь. Небесный матрос был бы также очень интересной платформой для академических исследований в области аэродинамики или контроля [5].

Многие пилотируемые и беспилотные летательные аппараты на солнечной энергии доказали, что самолеты могут летать на солнечной энергии в качестве единственного источника энергии. В литературе были найдены записи о высоте и выносливости. Меньшее число Рейнольдса ухудшает аэродинамику, что приводит к снижению коэффициента подъемной силы, а также к пропеллеру, который снижает эффективность. Были также выявлены другие проблемы, такие

как изгиб солнечных элементов на меньшем радиусе кривизны и сложность поиска легких систем и датчиков авионики [2]. В настоящее время самолеты на солнечной энергии не могут использоваться в коммерческих целях, но беспилотники (беспилотный летательный аппарат) доказали свою полезность.

Список использованных источников

1. Аль Д.А.М., Тиняков И.А. Методы подсчета авиационного двигателя.// В книге: Гагаринские чтения - 2019 Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2019. С. 110-111.

2. Маркова Е.В., Черненькая Е.В., Денисова Т.В. Возобновляемая энергия для устойчивого сельского хозяйства.// В сборнике: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 122-127.

3. Маркова Е.В., Черненькая Е.В., Денисова Т.В. Вклад энергии в производство продовольственных культур в развивающихся и развитых странах.// В сборнике: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. 2019. С. 127-132.

4. Черненькая Е.В. Информационные системы управления для совершенствования стратегического и тактического планирования.// В сборнике: Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики

Сборник научных трудов I Национальной научно-практической конференции посвященной 25-летию со дня образования экономического факультета. Кинель, 2019. С. 188-190.

5. Денисова Т.В. Анализ авиационной безопасности: проблемы, вызовы, возможности.// В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 28-35.

6. Вольсков Д.Г. Разработка макета, подходящего для пищевой промышленности.// В сборнике: Биотехнологические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях международной конкуренции Сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. 2019. С. 430-434.

7. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Проблемы программного обеспечения в авиационных системах.// В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 7-15.

SOLAR ENERGY OF AIRCRAFT INDUSTRY SUPPLY

Al Darabseh Amer Mohammad Farhan,

5th year student,

Specialty Aircraft and Helicopter Construction

amersamarah4@gmail.com

Markova Elena Vladimirovna,

Ph.D., associate professor

Department of "Economics, Management and Computer Science"

morozova319@yandex.ru

Miller Vadim Vyacheslavovich,

5th year student,

Specialty Aircraft and Helicopter Construction

dreinor73@yandex.ru

Institute of Aviation Technologies and Management,

Ulyanovsk State Technical University,

Ulyanovsk, Russia

Abstract. A high-powered flying plane can only fly the dream like it did a few years ago, and today can be a big ordeal. Over the last 30 years, many refined and unmanned aircraft have been developed and introduced. The search operations carried out so far have focused on flying wings or the usual plan of the aircraft, with particular attention to the technical aspects. The electric plane uses solar energy to collect solar radiation for immediate use and saves the rest of the night. The article discusses the current state of renewable energy production in the aviation industry and its shortcomings and potential.

Keywords: flight, power, event, drones, size, solar.