

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ САМОЛЕТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СОЛНЕЧНУЮ ЭНЕРГИЮ ДЛЯ ПОЛЕТА

Лисейцев Н. К., Самойловский А. А.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
г. Москва, Россия

В настоящее время продолжительность полета беспилотных летательных аппаратов ограничена главным образом запасом энергии. Перевод на солнечную энергию позволит резко увеличить время пребывания в воздухе.

**Целью работы** является достижение увеличенной продолжительности полета беспилотных летательных аппаратов, благодаря использованию солнечной энергии.

Достижение поставленной цели осуществляется благодаря трем основным составляющим, заключающим в себе научную новизну проекта:

- 1) применение фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) на летательном аппарате;
- 2) разработка методики выбора рациональных проектных параметров летательного аппарата, использующего солнечную энергию;
- 3) разработка методики повышения эффективности летательного аппарата, использующего солнечную энергию.

Самолеты, использующие солнечную энергию для поддержания и обеспечения полета – это своеобразный тип летательных аппаратов (ЛА), большинство горизонтальных поверхностей которых покрыто солнечными элементами, преобразующими энергию солнечного излучения в электрический ток. Преобразованная электрическая энергия используется для обеспечения поступательного движения ЛА, работы бортовой аппаратуры и аккумуляирования с последующим использованием ее для ночного полета.

Использование солнечной энергии на ЛА открывает невозможные ранее перспективы осуществления длительных (в течение нескольких месяцев и даже лет) полетов. Солнце является неисчерпаемым источником энергии. Величина его излучения на высотах выше 15–18 км стабильна и прогнозируема. Осуществление полетов в тропопаузе дает практически полную независимость от таких атмосферных явлений как облачность, осадки, порывы ветра.

Основные направления применения таких ЛА в качестве атмосферных спутников связи и длительного мониторинга земной поверхности. Находясь на высоте 20 км из-за высокого угломестного положения ему достаточно 0,0001 энергии стандартной коммуникационной башни, для передачи того же сигнала. К тому же, такая платформа может обеспечить более высокий уровень частот, чем спутники, что в сочетании с меньшим расстоянием до Земли в 1000 раз увеличит скорость передачи данных на ту же площадь. Это приведет к значительному удешевлению связи.

Уменьшение высоты полета в сравнении с искусственными спутниками Земли позволит сократить фокусное расстояние объектива более чем в 10 раз. При сохранении постоянства светосилы это приведет к снижению массово габаритных характеристик объектива примерно на порядок. Малая скорость полета атмосферных ЛА позволит уменьшить скорость записи и передачи информации.

Благодаря техническому прогрессу во всех отраслях промышленности, появилась возможность осуществления продолжительных (многодневных) пилотируемых и беспилотных полетов. Важно, что те научно-технические направления, состояние которых будет определять эффективность «солнечных» самолетов (в том виде, в котором они существуют сегодня), продолжают стремительно развиваться. К этим направлениям относятся:

1. Фотоэлектрические преобразователи
2. Аккумуляторные батареи
3. Композиционные материалы и конструкции на их основе

#### 4. Аэродинамика малых чисел Re

Для понимания перспектив развития самолетов с использованием солнечной энергии рассмотрим статистику развития приведенных выше направлений.

Определяющим направлением здесь является развитие ФЭП, поскольку наибольшие потери в цепи преобразования солнечной энергии в силу тяги происходят на этапе преобразования солнечной энергии в электрическую ( $\approx 78\%$ ).

В 2010г. компанией Boeing-Spectrolab были получены ФЭП с КПД преобразования солнечного света в электричество – 40,7%. По прогнозам компании КПД ФЭП не достиг своего теоретического предела и будет продолжать расти. Получение большей мощности с той же площади, благодаря росту КПД ФЭП определит положительные тенденции в решении вышеприведенных проблем. С ростом КПД ФЭП можно увеличить нагрузку на крыло, уменьшить размерность ЛА, что будет минимизировать влияние на него атмосферных явлений.

Статистика относительных масс самолетов с использованием солнечной энергии показывает, что 25% составляет масса аккумуляторных батарей, запасенная энергия которых используется для ночного полета.

Основной показатель эффективности аккумулятора (в контексте ЛА) – удельная емкость. Удельная емкость есть отношение запасенной мощности в аккумуляторе к его массе. На сегодняшний день, лучшие показатели достигнуты в литий серных аккумуляторных батареях (LiS), у которых эта величина составляет  $\approx 300 \text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ . Для сравнения, у автомобильных свинцовых аккумуляторов удельная емкость составляет  $\approx 30 \text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ . Теоретическая удельная емкость для литий серных аккумуляторов достигает  $2600 \text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ , что откроет перспективы значительного уменьшения размерности ЛА с использованием солнечной энергии.

Создание легких длинномерных конструкций удовлетворяющих требованиям прочности и жесткости является одним из определяющих направлений. Если темпы развития рассматриваемых технологий сохранятся, то, возможно, через несколько лет атмосферные спутники заменят большинство искусственных спутников земли.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] R. J. Boucher, «*History Of Solar Flight*», AIAA Paper 84-1429, June 1984
- [2] Keidel, B., «*Auslegung und Simulation von hochfliegenden, dauerhaft stationierbaren Solardrohnen*», PhD Dissertation, Technischen Universität München, 2000.
- [3] J. W. Youngblood and T. A. Talay. «*Solar-powered airplane design for long-endurance, high-altitude flight*» AIAA-82-0811, Washington, DC, May 1982.
- [4] NASA, Solar Powered Fact Sheet. «*Solar-Power Research and Dryden*»
- [5] Г. В. Барабанов, А. П. Гальцев, В. Н. Титоренко, А. В. Шустов. Летательные аппараты, использующие солнечную энергию или СВЧ энергию // ТВФ — 1991 — № 1.— С. 22.