

УДК 533.65.013.622

## **Разработка и испытания малоразмерного самолета на солнечной энергии**

С.В. Серохвостов, А.Д. Епихин

Московский Физико-Технический Институт (государственный университет)

Факультет Аэромеханики и Летательной Техники

Использование солнечной энергии, в качестве дополнительного источника питания, позволяет значительно увеличить время работы любого электрического двигателя, популярность которого в авиации возрастает с каждым днём. В данной работе исследуется возможность использования солнечных фотоэлементов для малоразмерного БПЛА с целью создания последнего.

Для этой цели была приобретена модель планера Sonic-185 (размах 185 см), солнечные фотоэлементы (ФЭ) (марка Sunpower С60, КПД ~22%, 125\*125 мм, 7.2 гр., цена ~2.7 \$/шт.), регистратор электрических параметров, пропеллеры, автопилот.

Работа была разделена на несколько этапов (задач):

1. Выбор оптимального винта
2. Анализ фотоэлементов
3. Разработка контроллера дозарядки
4. Тестовые полёты

1. Основные испытания начались весной 2015 года. В первую очередь было необходимо найти самый оптимальный вариант винта из всех имеющихся. Для этого была проведена серия полётов, во время которых регистратор вёл запись таких параметров, как: потребляемая мощность двигателя, ток, напряжение. В результате потребляемая мощность в горизонтальном полёте (ГП) для винта, входящего изначально в комплект, составила 40 Вт, а для наилучшего варианта из приобретённых пропеллеров - 27,5 Вт (рис.1).

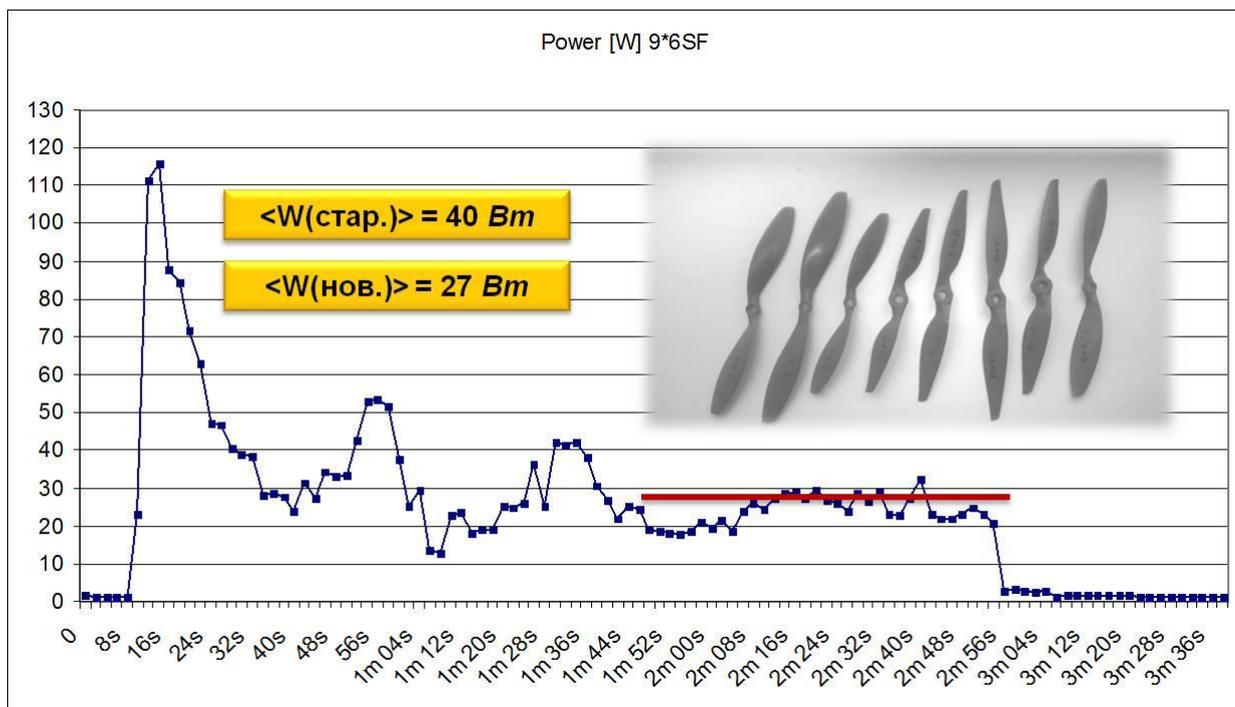


Рис. 1. Потребляемая мощность двигателя с новым винтом во время полёта. Среднее значение взято для установившегося режима ГП.

2. Были получены предельные характеристики как отдельного фотоэлемента при нормальном и косом падении солнечного света, так и батареи. Также были проведены измерения вольтамперных характеристик (ВАХ) разрезанных, сломанных и запачканных ФЭ. Максимальное количество размещаемых на крыле ФЭ варьировалось между 15-ю и 16-ю (последнее в случае небольшой модификации крыла), поэтому был проведён сравнительный анализ батарей из 15-ти и 16-ти пластин (рис. 2а, рис. 2б).

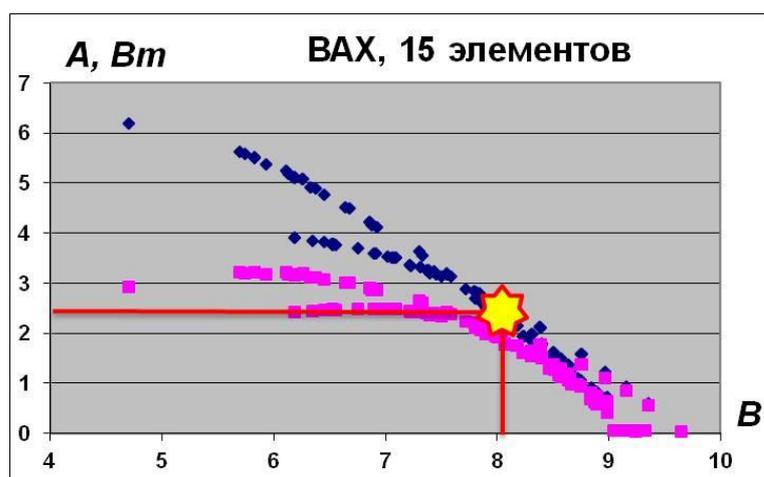


Рис. 2а. ВАХ для батареи из 15 ФЭ. Две верхние ветки - ток при нормальном и при пологом падении солнечного света на поверхность ФЭ. Две нижние - мощность для этих же случаев. Напряжению 8 В соответствует ток 2,5 А.

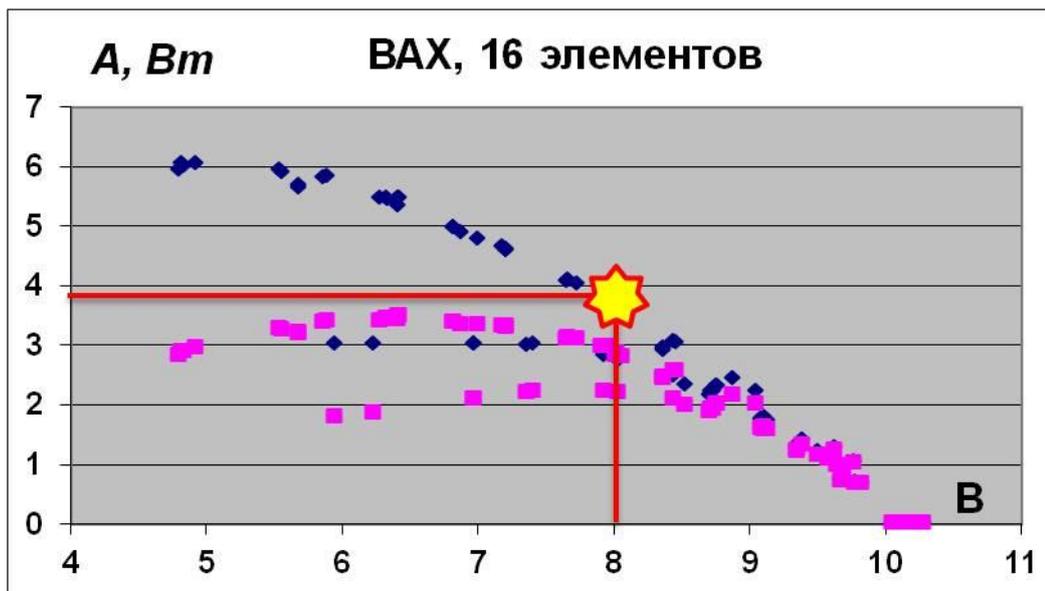


Рис. 26. ВАХ для батареи из 16 ФЭ. Напряжению 8 В соответствует ток 3,8 А.

3. Для осуществления дозарядки аккумулятора во время полёта был разработан простой контроллер (рис. 3) со следующим принципом работы: включить в цепь солнечные батареи, когда напряжение на основном аккумуляторе падает до 8,3 В (максимальное напряжение 8,4 В), и не допустить его разрядку в обратном направлении (через солнечные панели). При этом ток, являющийся разницей между поступающим на двигатель и приходящим от ФЭ, не должен превышать 1,8 А.

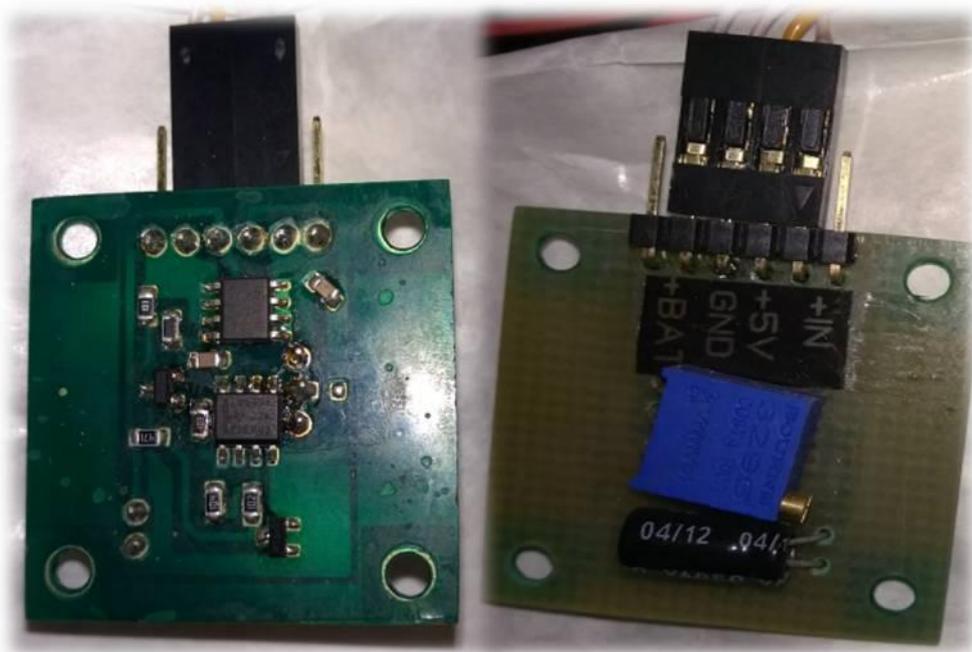


Рис. 3. Контроллер.

4. В настоящее время ведутся тестовые полёты, по результатам которых можно судить о сильной зависимости эффективности использования солнечных батарей от погодных условий и времени суток. Например, при статических испытаниях в полдень ясную погоду, ток, вырабатываемый ФЭ при пологом падении солнечного света, составляет 2-2,5А. Во время одних из испытаний после полудня в ясную, но ветреную погоду (~3м/с) средний ток составляет 0,75-1А (рис. 4). Такой результат явился следствием большой продолжительности полёта против ветра, который шёл со стороны солнца. При этом угол скольжения солнечных лучей по поверхности крыла был значительно меньше, чем при статических испытаниях. В настоящее время составляется статистика измерений при различных режимах полёта и погодных условий.

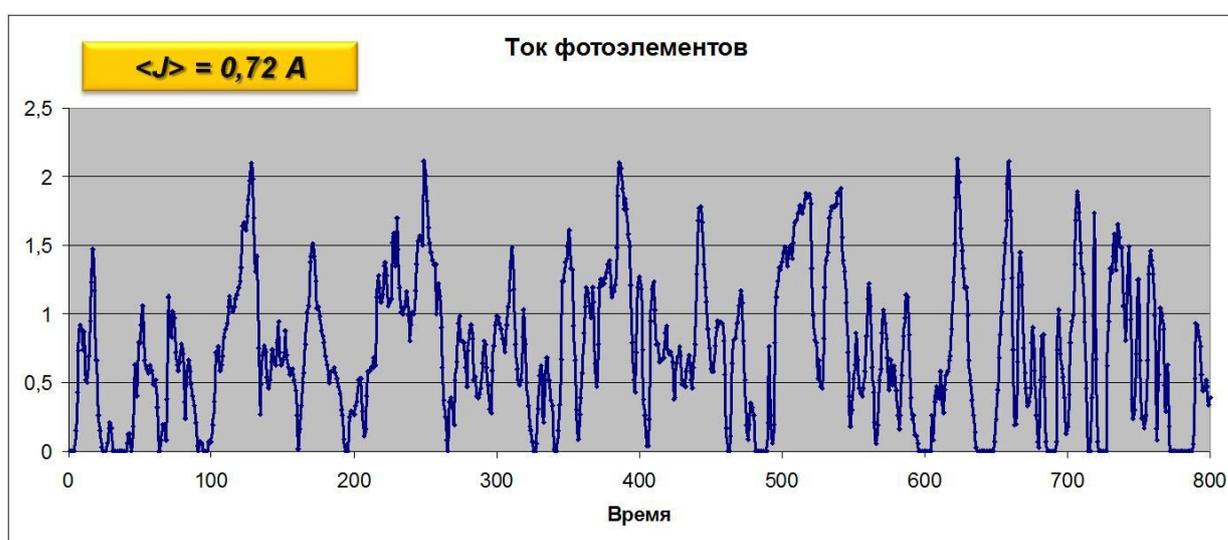


Рис. 4. Ток ФЭ во время полёта при ветре 3 м/с.

В дальнейшем на основе полученных результатов будет выработана методология проектирования БПЛА, рассмотрены различные варианты компоновок, учтены недостатки предшествующей модели. После этого произойдёт непосредственный переход к изготовлению действующего летательного аппарата.

Область применения данного БПЛА: испытание алгоритмических устройств для дозарядки ЛА от ФЭ во время полёта, отработка системы автопилота, исследование параметров атмосферы.