

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ В БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Е.И. Скворцова¹, А.С. Ягодкин¹, К.В. Зольников¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается аккумулятор – один из важных компонентов беспилотных летательных аппаратов. Аккумуляторы обеспечивают фактическую мощность, необходимую двигателям для взлета, и от их работы во многом зависит общее время полета, скорость и стабильность аппарата. Рассмотрены основные типы аккумуляторов, их строение, а также типы зарядок, их режимы, рекомендации по уходу за батареями.

Ключевые слова: аккумулятор, литий-полимерный, литий-ионный, батарейка, силовой кабель, ячейки, энергоемкость.

USE OF BATTERIES IN UNMANNED AERIAL VEHICLES

E.I. Skvortsova¹, A.S. Yagodkin¹, K.V. Zolnikov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses the battery, one of the important components of unmanned aerial vehicles. Batteries provide the actual power required by the engines for takeoff, and their operation largely determines the total flight time, speed, and stability of the vehicle. The main types of batteries, their structure, as well as types of charging, their modes, and recommendations for battery care are considered.

Keywords: battery, lithium polymer, lithium ion, battery, power cable, cells, energy capacity.

Аккумулятор – неотъемлемая часть беспилотника, при помощи которой осуществляется питание всей электроники на борту. Подключение аппаратуры осуществляется через силовой кабель. Он передает энергию на регулятор оборотов, который в дальнейшем распределяет ее по всей системе.

Чаще всего используются аккумуляторы двух видов:

1) литий-полимерные для максимальной мощности;

2) литий-ионные для большой дистанции;

Они имеют свои преимущества и недостатки.

Литий-полимерные батареи – перезаряжаемые батареи, использующие литий-ионную технологию, в которой вместо жидкого электролита используется полимерный электролит. Электролит формируется из высокопроводящих полутвердых (гелеобразных) полимеров и состоит из нескольких аккумуляторов, в которых реализована литий-ионная технология, позволяющая хранить большое количество энергии в компактном и легком корпусе. Литий-полимерный аккумулятор состоит из силового провода, балансировочного провода, защитной оболочки, внутри которой находятся ячейки, где хранится энергия, таких ячеек несколько. Каждая ячейка имеет определенное напряжение, полностью заряженная ячейка имеет напряжение 4,2 вольта. Напряжение со всех ячеек суммируется и выводится в силовой разъем.

Литий-ионный аккумулятор – это перезаряжаемая батарея, в которой для хранения энергии используется обратимое превращение ионов лития. Отрицательный электрод обычных литий-ионных батарей обычно представляет собой графит, разновидность углерода. Литий-ионная батарейка имеет максимальное напряжение на одну ячейку 4,2 вольта, а максимально разряженное ее состояние – 2,8 вольта.

Очень важно учитывать эти значения, так как если опустить напряжение ниже минимального, то батарейка начинает уходить в деградацию. Движение химических элементов замедляется, и батарейка теряет свою энергоемкость. Разрядка аккумулятора до критических значений приводит к тому, что при последующей зарядке она может хранить в себе меньший объем энергии.

В батарейке существует два типа соединения ячеек:

1) параллельное соединение (P) дает большую емкость аккумулятора;

2) последовательное соединение (S) увеличивает суммарное напряжение батарейки.

При эксплуатации аккумулятора в холодную погоду нужно учитывать, что его емкость снижается на 30-40%. Учитывая это, не стоит допускать просаживание емкости каждой ячейки. Прежде чем производить полеты в холодную погоду необходимо разогреть аккумулятор в теплом помещении и установить на беспилотник. После того, как полеты были завершены, аккумулятор следует извлечь из беспилотника и также поместить его в теплое помещение. При использовании

аккумулятора в жаркую погоду он сильно нагревается и при таких процессах может произойти вздутие или возгорание, поэтому при полетах нельзя допускать перегрева аккумулятора.

Аккумулятор имеет постоянную или пиковую токоотдачу. Токоотдачу (амперы) можно рассчитать по формуле: $(c - rating * \text{емкость}) / 1000$, где *c-rating* заряда – единица измерения, для расчета максимальной безопасной силы тока, которой можно заряжать аккумулятор. Он указывается на сайте производителя аккумулятора.

Батарейка имеет два разъема: силовой и балансировочный.

1) Силовой разъем служит для передачи тока на беспилотник;

2) Балансировочный – необходим для зарядки, с помощью него считывается напряжение с каждой ячейки, а также выравнивается финальное напряжение на последних стадиях зарядки.

Каждый силовой разъем имеет связь с балансировочным разъемом. Размер разъема напрямую зависит от напряжения, которое выходит из батарейки. Как правило, чем больше напряжение и сила тока в батарейке, тем больший разъем используется.

Зарядки делятся на два типа:

1) программируемые зарядки, в которых можно выбрать тип аккумулятора, также в них происходит автоматическое отключение подачи тока при достижении полного заряда аккумулятора.

Могут работать в нескольких режимах:

– Fast charge – заряд аккумулятора происходит быстрее, но финальное напряжение каждой ячейки не калибруется;

– Charge – зарядка производится дольше, чем в предыдущем режиме, но при этом, она калибрует финальное напряжение каждой ячейки, доводя его значение до 4,2 вольт;

– Storage – заряд каждой ячейки доводится до значения 3,8 вольт для того, чтобы батарейка не деградировала при длительном хранении. Используется, когда в ближайшее время не планируются полеты;

– Discharge – используется для того, чтобы понизить напряжение в аккумуляторе, возможно понижение значения до нуля.

2) непрограммируемые зарядки покупаются под определенный тип аккумулятора и в них не регулируется подаваемый ток. Есть риск перезарядить батарейку, поэтому они нуждаются в детальном контроле, чтобы ее не испортить.

Непрограммируемые зарядки не рекомендуется использовать, так как они небезопасны и могут испортить аккумулятор.

При выборе зарядки следует учитывать количество портов, так как при длительных полетах требуется зарядка нескольких аккумуляторов одновременно.

При зарядке аккумулятора очень важно соблюдать:

- 1) правильно выбирать тип аккумулятора;
- 2) правильно выбирать количество передаваемого тока;
- 3) не ставить зарядное устройство рядом с легковоспламеняющимися предметами;
- 4) не стоит использовать поврежденный аккумулятор и вздутые батарейки.

Если произошло возгорание аккумулятора нужно отключить зарядное устройство от питания, поместить аккумулятор в металлическую емкость и предотвратить попадание кислорода. Аккумуляторные батареи нельзя тушить водой, это приведет к еще большему возгоранию.

Рассмотрим один из способов восстановления аккумулятора, когда в ходе полетов он разрядился до критических значений. Подключаем аккумулятор к зарядному устройству и выставляем другой тип аккумулятора, например, литий – ионный. Стоит учесть, что при подключении силового и балансировочного провода, зарядка не сможет считать напряжение с аккумулятора, поэтому во время восстановления аккумулятора к зарядному устройству подключается только силовой разъем. Выбрав тип зарядки литий-ионного аккумулятора при восстановлении литий-полимерного аккумулятора, производится зарядка на протяжении 1-2 минут. Далее меняется значение и выставляется зарядка литий-полимерного аккумулятора. При зарядке такого аккумулятора важно учитывать, что выставляется минимальное напряжение 0,1 ампера. Заряжать такую батарейку следует до тех пор, пока на каждой ячейке не будет напряжение 3,3 вольта. После проделанных действий можно отключить аккумулятор от зарядного устройства, произвести подключение, повторно присоединив балансированный провод, и выставить правильный тип аккумулятора.

Список литературы

1. Формализация верификации топологии и электрической схемы для систем автоматизированного проектирования / Т. В. Скворцова, К. В. Зольников, А. М. Плотников, И. В. Скоркин // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 61-70.

2. Система мониторинга и оповещения о проникновении на территорию биосферного заповедника / А. С. Ягодкин, А. В. Ачкасов, Т. В. Скворцова [и др.] // Охрана, инновационное восстановление и устойчивое управление лесами. Forestry – 2023 : материалы Международного лесного форума, Воронеж, 13 октября 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 631-637.
3. Разработка системы предупреждения водителей о возможном появлении животных на автомобильных дорогах / А. С. Ягодкин, Т. В. Скворцова, А. В. Ачкасов [и др.] // Охрана, инновационное восстановление и устойчивое управление лесами. Forestry – 2023 : материалы Международного лесного форума, Воронеж, 13 октября 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 638-643.
4. Цифровое устройство мониторинга и анализа общего состояния дерева "Happytree" / А. С. Ягодкин, Т. В. Скворцова, А. В. Ачкасов, Д. В. Никитин // СПОСОБЫ, МОДЕЛИ и АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ : сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, Киров, 22 мая 2023 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2023. – С. 51-55.
5. Компьютерное моделирование работоспособности финишных процедур и паразитных элементов в программно-аппаратном комплексе проектирования микросхем / А. С. Ягодкин, Н. Н. Литвинов, П. С. Иванин, А. С. Грошев // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 106-115.
6. Дмитриев, Е. А. Математическое моделирование и реализация информационно-расчетных задач «маскировка» / Е. А. Дмитриев, А. Ф. Тараканов, Е. А. Шипилова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 32-42. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-32-42. – EDN DJJKYT.
7. Зольников, К. В. Моделирование и оптимизация конструкции полосового фильтра на основе коаксиального резонатора / К. В. Зольников, Д. А. Ачкасов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 43-50. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-43-50. – EDN POHLTW.

References

1. Formalization of verification of topology and electrical circuit for computer-aided design systems / T. V. Skvortsova, K. V. Zolnikov, A. M. Plotnikov, I. V. Skorkin // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 3. – P. 61-70.

2. Monitoring and warning system for intrusion into the territory of a biosphere reserve / A. S. Yagodkin, A. V. Achkasov, T. V. Skvortsova [et al.] // Protection, innovative restoration and sustainable management of forests. Forestry – 2023: materials of the International Forestry Forum, Voronezh, October 13, 2023. – Voronezh: Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, 2023. – P. 631-637.
3. Development of a system for warning drivers about the possible appearance of animals on roads / A. S. Yagodkin, T. V. Skvortsova, A. V. Achkasov [et al.] // Protection, innovative restoration and sustainable management of forests. Forestry – 2023: materials of the International Forestry Forum, Voronezh, October 13, 2023. – Voronezh: Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, 2023. – P. 638-643.
4. Digital device for monitoring and analyzing the general condition of a tree "Happytree" / A. S. Yagodkin, T. V. Skvortsova, A. V. Achkasov, D. V. Nikitin // METHODS, MODELS and ALGORITHMS FOR MANAGING MODERNIZATION PROCESSES: collection of articles from the National (All-Russian) scientific and practical conference with international participation, Kirov, May 22, 2023. – Ufa: Limited Liability Company "OMEGA SCIENCES", 2023. – P. 51-55.
5. Computer modeling of the performance of finishing procedures and parasitic elements in the hardware and software complex for designing microcircuits / A. S. Yagodkin, N. N. Litvinov, P. S. Ivanin, A. S. Groshev // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 3. – P. 106-115.
6. Dmitriev, E. A. Mathematical modeling and implementation of information and computational tasks "masking" / E. A. Dmitriev, A. F. Tarakanov, E. A. Shipilova // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 32-42. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-32-42. – EDN DJJKYT.
7. Zolnikov, K. V. Modeling and optimization of the bandpass filter design based on a coaxial resonator / K. V. Zolnikov, D. A. Achkasov // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 43-50. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-43-50. – EDN POHLTW.