

Тыныбаев Сандыбек Кыстаубекович, докторант, ведущий научный сотрудник Национального университета обороны им. Первого Президента

РК – Елбасы, Казахстан, г. Нур-Султан

Байсеитов Гани Нуралиевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Национального университета обороны им. Первого

Президента РК – Елбасы, Казахстан, г. Нур-Султан

Тойбазаров Даулет Оралбекович, кандидат военных наук, начальник управления Национального университета обороны им. Первого Президента

РК – Елбасы, Казахстан, г. Нур-Султан

ОЦЕНКА И ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация: В статье рассмотрены основные типы аккумуляторных батарей, используемых в беспилотных летательных аппаратах в качестве источников энергии. Авторы провели анализ данных источников питания и пришли к выводу, что наиболее перспективным будут являться литий-ионные аккумуляторы. Также приведен примерный расчет необходимой емкости батареи для обеспечения полета беспилотных летательных аппаратов. По мнению авторов, данные исследования позволят находить конструктивные решения при проектировании беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, источник энергии, аккумуляторная батарея, удельная энергоемкость, мощность.

Abstract: the article discusses the main types of batteries used in unmanned aerial vehicles as energy sources. The authors analyzed these power sources and came to the conclusion that the most promising will be lithium-ion batteries. It also provides an approximate calculation of the required battery capacity to ensure the flight of

unmanned aerial vehicles. According to the authors, these studies will allow us to find constructive solutions in the design of unmanned aerial vehicles.

Keywords: unmanned aerial vehicle, energy source, battery, specific energy intensity, power.

Опыт ведения современных вооруженных конфликтов показал боевую эффективность применения беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА).

Так, например, первый американский беспилотник «Pioneer» использовался во время войны в Персидском заливе. Самый знаменитый дрон «Predator» совершил свою первую разведывательную миссию над Боснией. Который, в дальнейшем, был оснащен ракетами «Hellfire» с лазерным наведением для уничтожения наземных целей.

Во время войн в Афганистане и Ираке число различных БПЛА, используемых военными США, быстро выросло до более чем семи тысяч [1].

В настоящее время, проектирование БПЛА является одной из наиболее перспективных научных исследований. И одной из важнейших инженерных задач является разработка (установка) новых источников энергии с большой энергоемкостью, меньшими габаритами и надежной работоспособностью.

В ходе исследования, определено, что основная часть БПЛА оснащена лопастными винтами, движение которого преобразуется электродвигателями или двигателями внутреннего сгорания. Другая часть представлена такими, как БПЛА «Global Hawk», имеющий реактивные двигатели. А также, несколько футуристических устройств с колеблющимся крылом, имитирующих динамику полета насекомых и птиц. Но основным и определяющим источником питания для большинства этих летательных аппаратов является аккумуляторная батарея.

Дальность полета БПЛА, оснащённых двигателями внутреннего сгорания, ограничена емкостью топливного бака. И при увеличении объема топлива увеличивается общий вес летательного аппарата, что в свою очередь снижает дальность полета. При совершении полета, данные летательные аппараты

издают повышенный шум, тем самым демаскируют свои позиции и в боевой обстановке неэффективны. И для подготовки к работе необходим прогрев двигателя.

Дальность полёта БПЛА, оснащённых электрической силовой установкой, ограничивается несколькими параметрами как силовой установки, так и источника питания. При длительном полете БПЛА, аккумуляторные батареи не обеспечивают достаточную мощность для питания бортовых систем управления и приборов полезной нагрузки. В дополнение к этому, для подзарядки аккумуляторов необходимо дополнительное время и оборудование.

По результатам анализа опытных образцов летательных аппаратов ведущих стран мира, на сегодня, конструкторские лаборатории ведут активные работы по разработке БПЛА на новых эффективных источниках энергии, обладающими следующими свойствами:

- высокая мощность и плотность энергии;
- быстрое динамическое время отклика при изменении выходной мощности;
- малые габариты и вес.

Беря во внимание требуемые энергетические и физические свойства, а также проведя исследования по альтернативным источникам энергии для летательных аппаратов, на наш взгляд, наиболее рациональной и эффективной энергетической установкой БПЛА будут являться аккумуляторные батареи.

Аккумуляторные батареи, в отличие от других источников энергии, имеют преимущества: эффективная удельная энергоёмкость, быстроедействие и экологичность.

Рассмотрим основные виды аккумуляторов, приведенных в таблице 1 [2].

Из приведенных в таблице 1 результатов, каждый тип батареи имеет свои преимущества и недостатки.

Анализ параметров и характеристик существующих аккумуляторных батарей, используемых как источник энергии для транспорта и бытовой техники, проводится с целью оценки и выбора бесперебойного источника питания для

такой автономной системы, как многоцелевой тактический беспилотный летательный аппарат с электрической силовой установкой.

Таблица 1. Технические характеристики литий-ионных, литий-полимерных, свинцово-кислотных и никель-металлогидридных батарей.

Спецификация	Аккумуляторные батареи			
	Литий-ионный Li-Ion	Литий-полимер Li-pol	Свинцово-кислотный Pb	Никель-металлогидридные Ni-MH
Вес (кг)	2,15	2	10	5,5
Удельная энергия (Вт·ч/кг)	280	280	30 - 60	60 - 72
Пороговое состояние заряда	80%	40%	50%	50%
Рабочая температура	-20 ⁰ С ...+ 40 ⁰ С	-20 ⁰ С ...+ 40 ⁰ С	-40 ⁰ С ...+ 40 ⁰ С	-60 ⁰ С ...+ 55 ⁰ С
КПД	100% при 20 - часах работы; 99% при 4- часах работы; 92% при 1- час работы.	-	100% при 20 - часах работы; 80% при 4- часах работы; 60% при 1- час работы.	-
Напряжение (В)	3,2 – 4,2	3,2 – 4,2	2,11 – 2,17	1,2 – 1,25
Экологичность	Да	Да	Нет	Да

Технология литий-ионных аккумуляторов была разработана в начале 1990-х годов и позволила совершить революцию в области портативной электроники. И в настоящее время, разрабатываются технологии для их применения в электромобилях и энергосистемах хранения. Технология литий-ионных аккумуляторов стоит дороже, чем обычные технологии свинцово-кислотных аккумуляторов [2].

Аккумуляторы литий-ионного типа обладают высокой плотностью энергии и благодаря этому при компактном размере и легком весе обеспечивают

в 2-4 раза большую емкость по сравнению со свинцово-кислотными аккумуляторами. Несомненно, большим достоинством литий-ионных батарей является высокая скорость полной 100% перезарядки в течение 1-2 часов [2].

Полимерный аккумулятор – модернизированная разновидность литиевых источников питания. В качестве наполнителя для литиево-полимерной батареи используется специальный гель, обладающий определенными особенностями [3].

В сравнении с литий-ионными литий-полимерные аккумуляторы обладают очевидными преимуществами по массе и производству большей удельной энергией. Но обладают рядом недостатков, это:

1) недопустим полный разряд. Для увеличения срока эксплуатации, аккумулятор следует заряжать чаще, причём, применять нужно «родное» зарядное устройство.

2) постоянное использование полностью заряженной батареи ведет к её «старению». Поэтому с определенной периодичностью источник питания необходимо разряжать до нуля. Данное обстоятельство обусловлено нестабильностью зарядки при использовании различных кустарных схем и устройств. При периодической разрядке исключается вероятность образования нижних, верхних порогов.

3) неэксплуатируемые батареи необходимо хранить при температуре 15⁰С - 20⁰С. Уровень заряда должен составлять не менее 40%.

4) полимерные аккумуляторы не рекомендуется перегревать. Даже превышение на 1–2 градуса пагубно сказывается на состоянии источника питания. Негативное влияние оказывают и низкие температуры. Поэтому пользоваться аккумулятором нужно только в допустимом температурном режиме.

5) не рекомендуется (даже – запрещена) эксплуатация источников питания в непосредственной близости от излучателей тепла. Следовательно, на аккумулятор не должны попадать прямые солнечные лучи. Разумеется, все это способствует сокращению периода использования.

б) постоянный контроль температуры источника питания. Это особо важно, если в наличии нет системы охлаждения.

7) исключение, в процессе эксплуатации, механических нагрузок на внешний корпус аккумулятора. Это может спровоцировать образование микротрещин, других повреждений [3].

Следующие типы аккумуляторных батарей таких, как свинцово-кислотные и никель-металлогидридные к дальнейшему нашему анализу не представляют интереса, в виду их неэффективности для применения БПЛА при соотношении массы и удельной энергоемкости.

Одним из важнейших параметров БПЛА является длительность полета, которая напрямую зависит от емкости аккумуляторной батареи (далее – АКБ) [4].

Рассмотрим порядок его расчета по формуле:

$$Q = \frac{P \cdot t}{V \cdot k}, \quad (1) [4]$$

где, Q – рассчитываемая емкость АКБ (А/ч или мА/ч);

P – нагрузочная мощность (Вт);

t – временной промежуток резервирования (ч);

V – напряжение батареи (В);

k – коэффициент использования ёмкости АКБ.

Значение k компенсирует ситуацию неполного заряда батареи (полный разряд после нескольких полных циклов работы существенно увеличивает работоспособность устройства).

В качестве примера, зададим: условную критическую нагрузку – 100 Вт (суммарная потребляемая мощность бортовых систем управления и приборов полезной нагрузки летательного аппарата), полётное время – 1 час, напряжение бортовой сети – стандартное 12 В, допустимая ёмкость использования батареи 70 % (полный разряд аккумулятора не допустим).

Расчет, с помощью формульного выражения 1, выглядит следующим образом:

$$Q = \frac{100 \cdot 1}{12 \cdot 0.7} = 12 \text{ A/ч}.$$

В итоге, для обеспечения устойчивой работы управляющих систем, бортовой аппаратуры и приборов полезной нагрузки летательного аппарата при длительности полета в 1 час, необходим источник бесперебойного питания емкостью 12 А/ч.

Таким образом, исходя из приведенных сравнительных параметров аккумуляторов, а также требуемых тактических характеристик БПЛА, приходим к выводу, что литий-ионные аккумуляторные батареи, имеющие больший срок службы и удельную плотность энергии, менее чувствительные к перепадам температуры, способные сохранять первоначальную емкость при повышенных токах разряда и не нуждающиеся в постоянном контроле основных параметров, в первую очередь рассматриваются для использования в качестве источника бесперебойного питания для всех систем бортового оборудования тактических БПЛА.

Библиографический список:

1. Commercial Batteries Power Unmanned Aerial Vehicles [Электронный ресурс] - URL: <https://www.designworldonline.com/commercial-batteries-power-unmanned-aerial-vehicles> (дата обращения 08.11.2019).

2. Типы аккумуляторных батарей [Электронный ресурс] - URL: <https://best-energy.com.ua/support/battery/414-vidy-i-tipy-akkumulyatornykh-batarej-v-podrobnostyakh#battery-info-Lithium-ion> (дата обращения 11.11.2019).

3. Информационный сайт об аккумуляторах. [Электронный ресурс] - URL: <https://akbzona.ru/litievye/litij-polimernyj-akkumulyator> (дата обращения 11.11.2019).

4. Расчет емкости АКБ и основные понятия [Электронный ресурс] - URL:
<https://www.a-trade.com.ua/text-obzor/raschet-emkosti-akb-i-osnovnye-ponyatiya/>
(дата обращения 11.11.2019).