

Юрий Шмелев, Сергей Бойко, Алексей Городний,
Елена Чернихова, Сергей Владов

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Актуальность темы исследования. На летательных аппаратах широко используются химические источники тока. Например, на вертолетах аккумуляторы используются как буферные и аварийные источники.

Постановка цели. В свою очередь, учитывая сложные специфические условия эксплуатации необходимо провести мониторинг состояния авиационных аккумуляторных батарей летательных аппаратов.

Анализ последних исследований и публикаций. Многие публикации предлагают решить эту проблему путем проверки состояния бортовых аккумуляторов в конце полетов, а также, если это возможно, и после каждого полета, в реальных условиях работы требует определенного времени для диагностики, а это не всегда возможно.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Принимая во внимание, что свинцовые, серебряно-цинковые и никель-кадмиевые батареи используются как бортовые аккумуляторные батареи, и, как показывает практика, ни одна из существующих систем химических источников тока не может полностью удовлетворить все требования различных областей эксплуатации. В каждой области одна из систем может иметь преимущества перед другими. Для оценки состояния и эффективности систем источников химического тока летательных аппаратов необходимо учитывать их характеристики в процессе мониторинга с помощью электротехнического комплекса для контроля состояния авиационных аккумуляторных батарей.

Цель исследования. В этой работе основной целью с обоснования необходимости применения и разработки электротехнического комплекса для контроля состояния авиационных аккумуляторных батарей.

Изложение основного материала. Изменение физических свойств окружающего воздуха влияет на работу электрооборудования летательного аппарата. Тактико-технические требования к оборудованию летательных аппаратов разработаны с учетом условий работы электрооборудования и его назначения, включая такие показатели: надежность и безотказность работы, вес и размеры, прочность электрического оборудования, химическая устойчивость электрооборудования, легкость эксплуатации и ремонта электрооборудования, экономические требования. Исходя из этого, в конце полетов, а также, если это возможно и после каждого полета, необходимо проверить уровень зарядки аккумуляторных батарей и их состояние (рабочая емкость). Для выявления неисправностей аккумуляторов летательных аппаратов осуществляется мониторинг состояния их параметров во всех режимах работы с помощью разработанной контрольной системы. Своевременное выявление неисправностей аккумулятора позволяет уменьшить уровень их разрядки, повысить надежность электрооборудования летательных аппаратов и уменьшить эксплуатационные расходы.

Выводы. Разработанный электротехнический комплекс для мониторинга состояния авиационных аккумуляторов был предложен для дальнейшей практической реализации для выявления неисправностей аккумуляторов летательных объектов и обеспечения постоянного мониторинга состояния их параметров во всех режимах работы.

Ключевые слова: система контроля состояния; авиационные аккумуляторные батареи; зарядные характеристики.
Рис.: 11. Библ.: 11.

Постановка проблемы. На летательных аппаратах широкое применение находят химические источники тока. К примеру, на вертолетах аккумуляторные батареи применяются в качестве буферных и аварийных источников. Бортовые аккумуляторные батареи предназначаются для питания [1]:

- электростартеров и аппаратуры зажигания при автономном запуске авиадвигателей;
- жизненно важных потребителей во время полета, при выходе из строя генераторов;
- приёмников электроэнергии летательных аппаратов (ЛА) на земле при проверках, при выполнении регламентных работ и при проведении предварительной и предполётной подготовки;
- для покрытия пиков тока при включении мощных бортовых приёмников электроэнергии;
- для проверки работы маломощного электрооборудования на земле, при отсутствии аэродромных источников электроэнергии;
- при запуске авиационных двигателей.

В свою очередь, в виду сложных специфических условий эксплуатации, является необходимым контроль состояния бортовых аккумуляторных батарей ЛА.

Анализ последних исследований и публикаций. В ряде публикаций предлагается решение этой проблемы путём проверки состояния бортовых аккумуляторных батарей

в конце полетов, а при возможности и после каждого полета, что в реальных условиях эксплуатации занимает время на диагностику и не всегда возможно [1–4].

Определение ранее не решенных частей общей проблемы. Учитывая то, что в качестве бортовых аккумуляторных батарей применяются: свинцовые, серебряно-цинковые и никель-кадмиевые, и, как показывает практика, ни одна из существующих систем химических источников тока не может полностью удовлетворить всех требований различных областей применения. В каждой области одна из систем может иметь преимущества перед другими. Для оценки состояния и работоспособности систем химических источников тока ЛА необходимо учитывать их характеристики в процессе мониторинга с помощью электротехнического комплекса контроля состояния авиационных аккумуляторных батарей [2].

Цель статьи. Главной целью этой работы есть обоснование необходимости применения и разработка электротехнического комплекса контроля состояния авиационных аккумуляторных батарей.

Изложение основного материала. Электрохимические системы делятся на обратимые и необратимые.

Химические источники тока по особенностям работы можно разбить на три группы:

- гальванические элементы;
- аккумуляторы;
- топливные элементы.

Первыми источниками электрической энергии на (летательных аппаратах) ЛА были химические источники тока. Вначале применялись гальванические элементы, затем аккумуляторы, а с середины 60-х годов и топливные элементы [3].

В настоящее время гальванические элементы используются, как правило, на ЛА одноразового действия (на метеорологических ракетах, метеозондах и т. д.).

Аккумуляторные батареи (последовательное соединение нескольких аккумуляторов) по своему назначению делятся на бортовые, устанавливаемые на борту ЛА и аэродромные.

Основными характеристиками химических источников тока являются: электродвижущая сила, внутреннее сопротивление, напряжение, разрядная ёмкость, удельная энергия, коэффициенты отдачи по ёмкости и по энергии, срок службы и сохранность.

Срок службы определяется важной характеристикой для аккумуляторов. Срок службы аккумуляторов называется количество циклов, которое он выдерживает при определённых режимах разряда и заряда.

Следует иметь в виду, что если запуск газотурбинного двигателя происходил от бортовой авиационной аккумуляторной батареи, то остаточная емкость батареи, как правило, составляет 45...60 %. В полете батареи подзаряжаются от сети с напряжением 28,5 В. Степень восстановления емкости зависит от продолжительности полета и температуры.

Изменение физических свойств окружающего воздуха влияет на работу электрооборудования летательного аппарата. Тактико-технические требования, предъявляемые к оборудованию летательных аппаратов, разработаны с учетом условий работы электрооборудования и его назначения включают следующие показатели: надежность и безотказность работы, масса и габариты, прочность электрооборудования, химическая стойкость электрооборудования, простота эксплуатации и ремонта электрооборудования, экономические требования [5].

Исходя из этого, в конце полётов, а при возможности и после каждого полета, нужно проверять уровень зарядки аккумуляторных батарей и их состояние (работоспособность).

Не допускается установка или эксплуатация на летательном аппарате аккумуляторной батареи в разряженном или наполовину заряженном состоянии.

Срок службы аккумулятора зависит от многих внутренних и внешних факторов. Гарантийный срок, указанный в паспорте, зависит от конструкции и технологии изготовления [6].

Важнейшие эксплуатационные характеристики - надежность, суммарное время хранения и эксплуатации, разрядные характеристики - зависят от условий эксплуатации и хранения. Со временем эти характеристики ухудшаются. Это связано с необратимыми процессами износа аккумулятора.

Свинцовые аккумуляторы получили распространение в тех областях, в которых объемные и весовые характеристики не являются критическими.

На разрядные характеристики свинцовых аккумуляторов существенно влияет температура окружающей среды.

На рис. 1 показаны типичные кривые заряда свинцово-кислотного аккумулятора, разряженного до 100 % током 0,05 ёмкости аккумулятора в течение 20 часов.

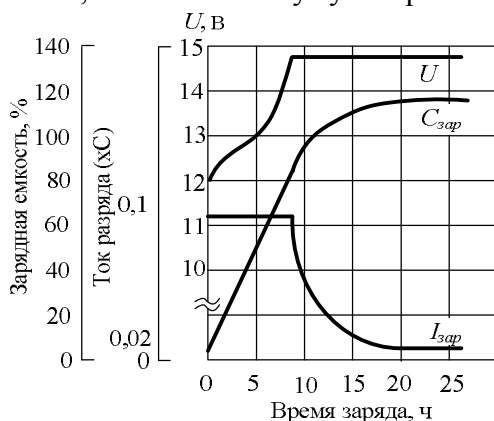


Рис. 1. Зарядные характеристики герметизированной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи

На рис. 2 показано изменение параметров свинцово-кислотного герметизированного аккумулятора в зависимости от глубины разряда.

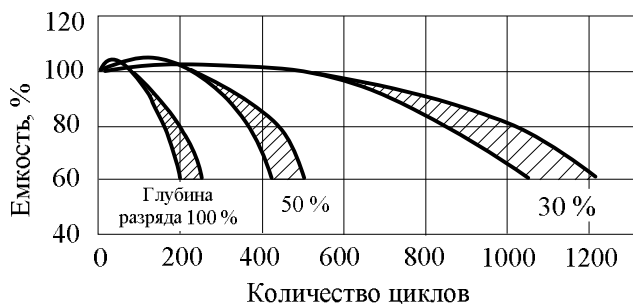


Рис. 2. Зависимость параметров свинцово-кислотного аккумулятора от глубины разряда

Как видно из рис. 2, при глубине разряда 100 %, разрядная ёмкость аккумулятора снижается до 60 % за 200...250 циклов. При циклировании на небольшую глубину (-30 %), разрядная ёмкость аккумулятора уменьшается до 60 % за 1000...1200 зарядо-разрядных циклов.

Обобщая анализ и возможности применения свинцовых аккумуляторов в качестве авиационных, отметим следующее [2].

Преимущества: низкая стоимость.

Недостатки:

- чувствительность к условиям эксплуатации и обслуживания;
- низкая запасаемая энергия, как следствие – большой размер и вес аккумуляторов;

- высокая экологическая опасность;
- большая продолжительность заряда;
- значительное ухудшение характеристик при низких и отрицательных температурах;
- высокая вероятность выхода аккумулятора из строя при глубоком разряде или переразряде.

В соответствии с этим возникает необходимость в поиске решений данных вопросов.

Одним из возможных вариантов является применение относительно нового типа литий-ионных аккумуляторов для формирования авиационных аккумуляторных батарей (ААБ).

При анализе и процессе выбора типа ААБ как источника автономного питания зависит эффективность электротехнической системы в целом, т. е. надежность, возможность применения системы дистанционного управления, ресурс ААБ.

Поэтому был проведен сравнительный анализ основных параметров свинцово-кислотной, никель-кадмиевой, никель-металлгидридной и литий-ионной электрохимической систем [3].

На рис. 3 показаны разрядные характеристики отдельных аккумуляторов Pb, NiCd, NiMh, Li-ионной электрохимических систем при постоянном токе разряда и температуре +20 °С.

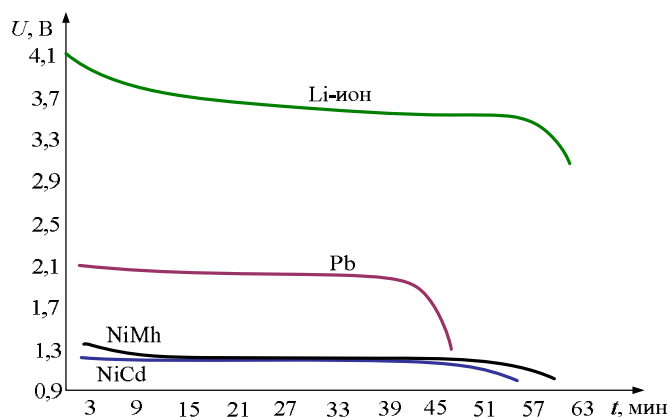


Рис. 3. Разрядные кривые различных электрохимических систем аккумуляторов

Рисунок 4 демонстрирует объемные гистограммы соответствующих разрядных кривых, представленных на рис. 4. Рисунок 4 дает наглядное качественное представление об энергетических свойствах рассматриваемых типов аккумуляторов.

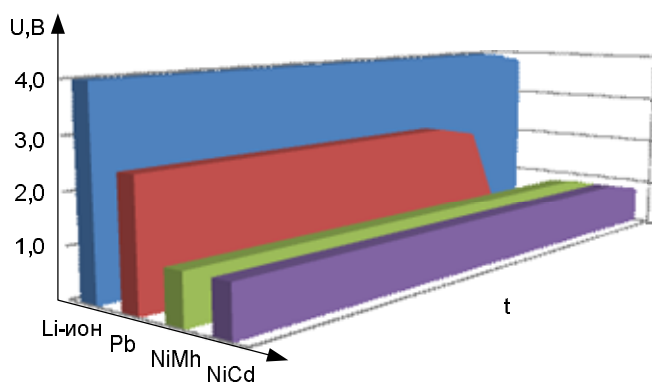


Рис. 4. Качественное представление разрядных кривых различных электрохимических систем аккумуляторов

Как видно из расчёта и гистограмм при одинаковых условиях разряда, энергия Li-ионного аккумулятора, более чем в 2,3 раза превышает разрядную энергию Pb аккумулятора и приблизительно в 3 превышает энергию NiCd и NiMh электрохимических систем.

На рис. 5 представлены весовые характеристики электрохимических систем.

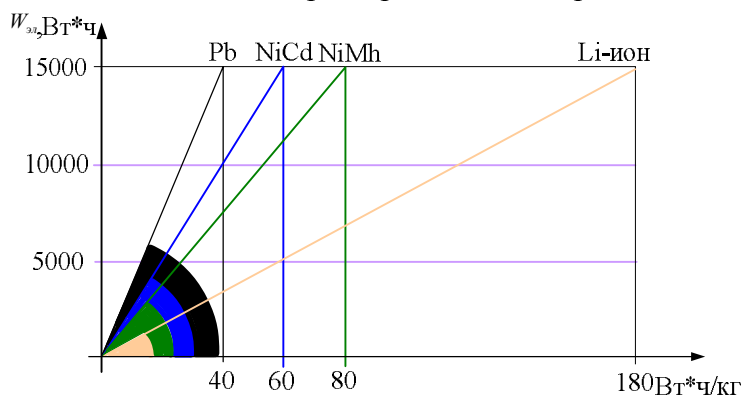


Рис. 5. Весовые показатели различных электрохимических систем аккумуляторов

Качественная оценка массового показателя накопителя, представлена в виде угла наклона соответствующей прямой к оси абсцисс (чем меньше угол, тем меньшую массу имеет аккумуляторная батарея соответствующей электрохимической системы, $W_{эл}$ представлена в масштабе 1:100).

Количественная величина массы накопителя энергии соответствует тангенсу угла наклона прямой. Расчёт показывает, что для обеспечения количества энергии в 15 000 Вт, масса свинцово-кислотной батареи составляет 375 кг, никель-кадмиевой – 250 кг, никель-металлгидридной – 187,5 кг и Li-ионной – 83,3 кг.

Заряд и разряд аккумуляторов проводится стабилизированным током, величина которого соответствует 1С при температуре +20 °С (рис. 6).

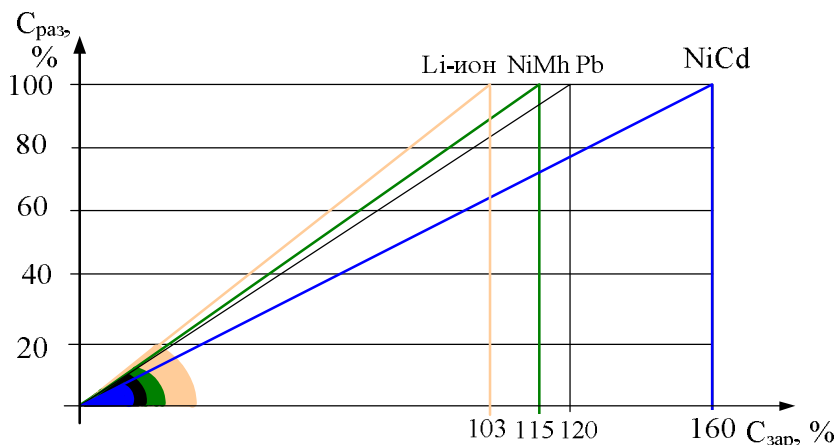


Рис. 6. Эффективность заряда различных электрохимических систем аккумуляторов

Из графиков видно, что наибольшей эффективностью при заряде обладает Li-ионная электрохимическая система, коэффициент полезного действия заряда которой близок к единице.

Так как транспортное средство эксплуатируется при различных температурах окружающей среды, необходимо учитывать влияние температуры аккумулятора на его способность отдавать энергию. При достаточно низких температурах, электрохимическим накопителям свойственно снижение разрядной ёмкости.

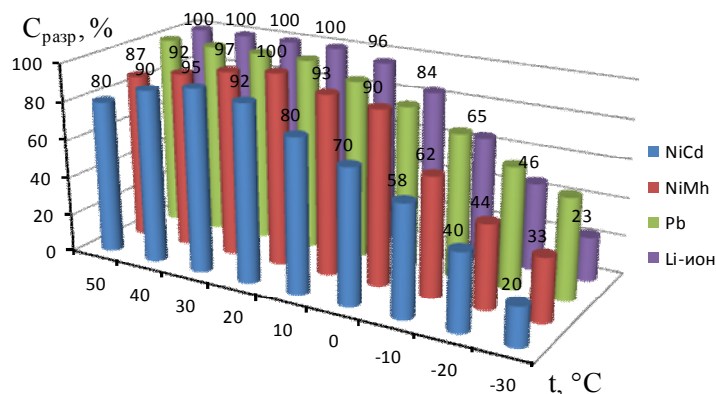


Рис. 7. Объемная гистограмма эффективности разряда различных аккумуляторов при различных температурах

Как видно из рис. 7, при положительных и отрицательных температурах наилучшие разрядные характеристики у Li-ионной и свинцово-кислотной электрохимических систем.

Самая низкая стоимость аккумулятора (0,12 \$/Вт·ч). Li-ионный аккумулятор в призматическом исполнении является наиболее дорогим из представленных систем, стоимость единицы энергии которого на сегодняшний день составляет (1,0 \$/Вт·ч).

На рис. 8 показаны массогабаритные показатели для обеспечения энергией 15000 Вт·ч. По осям координат отложены энергия, масса и объем.

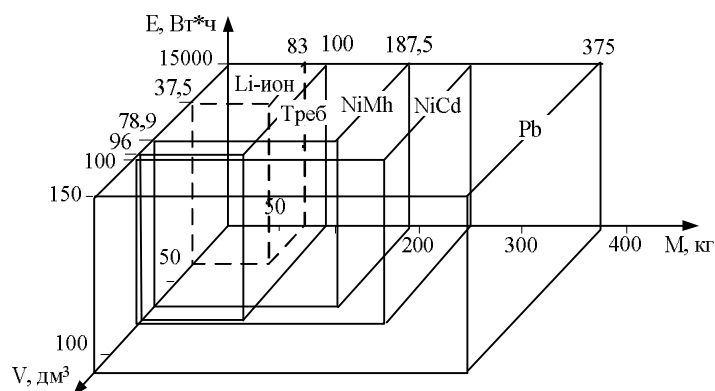


Рис. 8. Массогабаритные показатели аккумуляторных батарей

В настоящее время аккумуляторные батареи, выпускаемые заводом-изготовителем только в сухозаряженном состоянии, имеют срок хранения батарей без эксплуатации не более двух лет (гарантийный срок хранения 1 год). Рациональный уход за аккумулятором продлевает срок его эксплуатации [7].

Только часть энергии, которая поступает расходуется на заряд аккумулятора, другая часть превращается в тепло. Можно ввести понятие КПД процесса зарядки аккумулятора. Это та часть энергии, поступающей от зарядного устройства, которая запасается в аккумуляторе. Значение КПД никогда не бывает 100 %, при одних условиях подзарядки КПД выше, других – ниже. КПД может быть достаточно высоким, что позволяет проводить зарядку большими токами не опасаясь перегрева аккумулятора. Химические реакции, протекающие в NiMH аккумуляторе во время его подзарядки, является экзотермическими, в отличие от NiCd аккумуляторов, где они эндотермические. Это означает, что КПД зарядки NiMH аккумуляторов ниже, и они больше нагреваются. Это требует тщательного контроля процесса зарядки [8].

Степень изношенности аккумулятора влияет на КПД подзарядки. У старого аккумулятора ниже КПД. Для нового аккумулятора КПД не превышает 85 % при условии

подзарядки малым током. Для аккумулятора, который эксплуатируется уже не один год, КПД подзарядки составляет не более 50...60 %. Следует помнить, что при снижении температуры КПД зарядки падает. КПД современных аккумуляторов по емкости равен 0,85. КПД аккумулятора по энергии (отдача аккумулятора) определяется как отношение емкости по энергии при разрядке к емкости заряженного аккумулятора и для современных аккумуляторов составляет 0,68 [3–9].

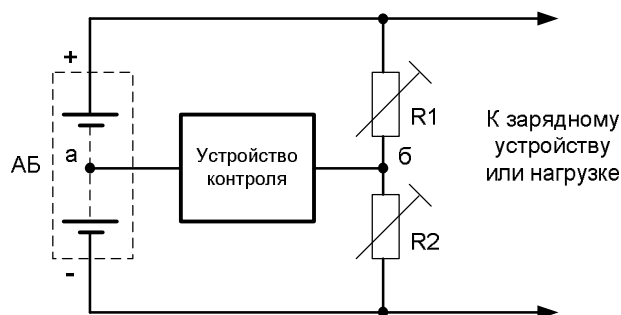


Рис. 9. Электротехнический комплекс контроля состояния авиационных аккумуляторных батарей

С целью выявления неисправностей в авиационных аккумуляторных батареях выполняется постоянный контроль над состоянием их параметров во всех режимах работы с помощью разработанной системы контроля (рис. 9).

Неисправности в аккумуляторной батарее определяют путем сравнения напряжений на двух половинах батареи. Систему контроля выполняют в виде делителя напряжения и устройства контроля разности напряжений между двумя частями батареи аккумуляторов. Делитель напряжения выполняют с помощью последовательно соединенных резисторов, которые подключают к контактам аккумуляторной батареи. Устройство контроля по разнице напряжений подключают между средней точкой аккумуляторной батареи и средней точкой делителя напряжения. Аккумуляторную батарею с устройством контроля подключают к нагрузке или к зарядному устройству.

Процесс выявления неисправностей в аккумуляторной батарее реализуется следующим образом. Устройство контроля разности напряжений на двух половинах аккумуляторной батареи находится между точкой «а» и средней точкой делителя «б» напряжения. Делитель напряжения выполняется последовательно соединенными резисторами R1 и R2, которые подключаются к контактам аккумуляторной батареи («+», «-») (рис. 9) [10].

При неисправности аккумуляторной батареи в любых эксплуатационных режимах напряжение между средней точкой батареи «а» и средней точкой делителя «б» напряжения близкое к нулю.

При неисправности аккумуляторной батареи, например, коротких замыканиях, обрывов внутри отдельных элементов, обрывов внешних соединений элементов батареи, изменения внутренних сопротивлений и сопротивлений межэлементных соединений, изменения ёмкости, переплюсовки элементов и т. д., появляется напряжение, которое будет зафиксировано устройством контроля [11].

Своевременное выявление неисправностей аккумуляторных батарей позволяет ограничить их разряд, увеличить надёжность функционирования электротехнического комплекса летательного аппарата и уменьшить расходы на эксплуатацию.

Выводы и предложения. 1. Сделан анализ особенностей эксплуатации авиационных аккумуляторных батарей в составе бортовых электротехнических комплексов летательных аппаратов.

2. После проведенного сравнительного анализа характеристик можно сделать вывод, что очевидные преимущества практически по всем основным параметрам имеют Li-ионные

аккумуляторы, а накопитель энергии, построенный на базе этих аккумуляторов, соответствует требованиям технического задания на источник энергии тягового электропривода.

3. Предложено для дальнейшей практической реализации разработанный электро-технический комплекс контроля состояния авиационных аккумуляторных батарей, с целью выявления неисправностей в аккумуляторных батареях в составе бортовых комплексов летательных аппаратов и обеспечения постоянного контроля за состоянием их параметров во всех режимах работы.

Список использованных источников

1. *Bagotsky V. S. Electrochemical power sources : batteries, fuel cells, and supercapacitors / V. S. Bagotsky, A. M. Skundin, Y. M. Volfkovich. – Pennington: ECS, 2005. – 400 p.*

2. *Безпека авіації / [В. П. Бабак, В. П. Харченко, В. О. Максимов та ін.] ; за ред. В. П. Бабака. – К. : Техніка, 2004. – 583 с.*

3. *Руководство по управлению безопасностью полетов [Электронный ресурс]: Doc 9859 AN/460. / Международная организация гражданской авиации. – Издание второе. – Монреаль, 2009. – 363 с. – Режим з доступу: <http://aviadocs.net/icaodocs/Docs/>.*

4. *Коптев А. Н. Авиационное и радиоэлектронное оборудование воздушных судов гражданской авиации [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. Н. Коптев ; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (164 Мбайт). – Самара, 2011.*

5. *Багоцкий В. С. Химические источники тока / В. С. Багоцкий, А. М. Скудин. – М. : Энергоиздат, 1981. – 360 с.*

6. *Брускин Д. Э. Электроснабжение летательных аппаратов / Д. Э. Брускин, И. М. Синдеев. – М. : Высшая школа, 1988. – 263 с.*

7. *О типе и мощности аккумуляторных батарей для системы управления и IGBT преобразователя синхронного тягового двигателя / И. О. Синчук, О. Е. Мельник, Д. А. Шокаръев, С. Н. Бойко // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Силова електроніка та енерго-ефективність». Ч. 2. – Х. : Інститут Електродинаміки НАН України, 2012. – С. 87–91.*

8. *Хеченашвили А. Микропроцессорные системы безопасности химических источников тока / А. Хеченашвили // VI межд. конференция «Фундаментальные проблемы электрохимической энергетики»; Саратов, 5-9 сентября 2005. – Саратов : Изд-во Саратовского университета, 2005. – С. 406–408.*

9. *Деклараційний патент на корисну модель № 84633, Україна, H02P9/00. Система керування асинхронним генератором у складі вітроелектротехнічного комплексу / О. М. Сінчук, Д. А. Михайличенко, С. М. Бойко, М. А. Щербак ; Патентовласник: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – № u201305538 ; заявл. 29.04.2013, опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20.*

10. *Патент України, МПК H01M 10/48 Пристрій для контролю справності тягових акумуляторних батарей / Сінчук О.М., Сінчук І.О., Гузов Е.С., Сменова Л.В., Петриченко А.А., С.М. Бойко; патент України № 95416. – №u201407090 ; заявл. 23.06.2014 ; опубл. 25.12.2014, Бюл. № 24. – 4 с.*

11. *Особенности эксплуатации автономной ветроэнергетической установки в подземных горных выработках железорудных шахт / О. М. Сінчук, Д. А. Михайличенко, С. М. Бойко, О. М. Городній // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки». – 2013. – № 3 (67). – С. 224–232.*

References

1. Bagotsky, V.S., Skundin, A.M., Volfkovich, Y.M. (2005). *Electrochemical power sources: batteries, fuel cells, and supercapacitors*. Pennington: ECS.

2. Babak, V.P. (ed.), Kharchenko, V.P., Maksimov, V.O. et al. (2004). *Bezpeka aviatsiyi [Aviation Safety]*. Kyiv: Tehnika (in Ukrainian).

3. *Rukovodstvo po upravleniyu bezopasnostyu poletov [Safety Management Guide]: Doc 9859 AN/460 (2009) (2nd ed.)*. Monreal. Retrieved from <http://aviadocs.net/icaodocs/Docs/>.

4. Koptev, A. N. *Aviatsionnoe i radioelektronnoe oborudovanie vozdushnyih sudov grazhdanskoj aviatsii [Aviation and radio electronic equipment of aircraft of civil aviation]*: Elektron. tekstovyye i graf. dan. (164 Mbayt). Samara, 2011.

5. Bagotskiy, V.S., Skudin, A.M. (1981). *Himicheskie istochniki toka [Chemical current sources]*. Moscow: Energoizdat (in Russian).

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

6. Bruskin, D.E., Sineev, I.M. (1988). *Elektrosnabzhenie letatelnykh apparatov [Electric power supply of aircraft]*. Moscow: Vysshaya shkola (in Russian).

7. Sinchuk, I.O., Melnik, O.E., Shokarov, D.A., Boyko, S.N. (2012). O tipe i moshnosti akkumulyatornykh batarey dlya sistemy upravleniya i IGBT preobrazovatelya sinhronnogo tyagovogo dvigatelya [About the type and capacity of the battery for the control system and the IGBT converter of the synchronous traction motor]. *TehnIchna Elektrodinamika. Tematichnyy vipusk «Silova elektronika ta energoefektivnist» – Technical electro-dynamics. Thematic issue “Power Electronics and Energy Efficiency”*. Part 2. Kharkiv: Institut elektrodinamiki NAN Ukraini (in Ukrainian).

8. Khechenashvili, A. (2005). Mikroprotsessornyye sistemy bezopasnosti himicheskikh istochnikov toka [Microprocessor safety systems for chemical current sources]. Proceeding from VI Mezhd. Konferentsiya “Fundamentalnyye problemy elektrohimicheskoy energetiki” – VI Int. conference “Fundamental Problems of Electrochemical Energy” (Saratov, September 5-9, 2005). Saratov: Izdatelstvo Saratovskogo universiteta, pp. 406–408 (in Russian).

9. Sinchuk, O.M., Mihaylichenko, D.A., Boyko, S.M., Scherbak, M.A. (2013). *Sistema keruvannya asinhronnim generatorom u skladi vitroelektrotehnichnogo kompleksu [Control system of asynchronous generator in the structure of the wind-electrotechnical complex]*. Deklaratsiyinyy patent na korisnu model № 84633, Ukrayina, H02P9/00.

10. Sinchuk, O.M., Sinchuk, I.O., Guzov, E.S., Smenova, L.V., Petrichenko, A.A., Boyko, S.M. (2014). *Pristriy dlya kontrolyu spravnosti tyagovih akumulyatornih batarey [Device for monitoring the serviceability of traction batteries]*. Patent Ukrayini № 95416.

11. Sinchuk, O. M., Mihaylichenko, D. A., Boyko, S. M., Gorodniy, O. M. (2013). Osobennosti ekspluatatsii avtonomnoy vetroenergeticheskoy ustanovki v podzemnykh gornyykh v yirabotkakh zhelezorudnykh shaht [Features of the operation of an autonomous wind power plant in underground mines of iron ore mines]. *Visnik Chernihivskoho derzhavnogo tehnolohichnogo universitetu. Seriya “Tehnichni nauki” – Visnik of Chernihiv State Technological University. Series “Technical Sciences”*, no. 3 (67), pp. 224–232 (in Russian).

UDC 621.311.4.031

Yurii Shmelyov, Serhii Boiko, Oleksiy Gorodny,
Olena Chernikhova, Serhii Vladov

ELECTRICAL ENGINEERING COMPLEX FOR STATUS OF AVIATION BATTERIES

Urgency of the research. On aircrafts, chemical sources of current are widely used. For example, on helicopters, rechargeable batteries used as buffer and emergency sources.

Target setting. In turn, in view of the complex specific operating conditions, it is necessary to monitor the condition of the on-board batteries of aircraft.

Actual scientific researches and issues analysis. A number of publications suggest a solution to this problem by checking the status of on-board batteries at the end of flights, and if possible and after each flight, which in real operating conditions takes time to diagnose and is not always possible.

Uninvestigated parts of general matters defining. Taking into account that leaded, silver-zinc and nickel-cadmium batteries used as on-board storage batteries, and as practice shows, none of the existing systems of chemical sources of current can fully satisfy all the requirements of various fields of application. In each area, one of the systems may have advantages over others. To assess the condition and efficiency of the systems of chemical current sources of aircraft, it is necessary to take into account their characteristics in the process of monitoring by means of an electrotechnical complex for monitoring the state of aviation storage batteries.

The research objective. In this paper, the main purpose of this work is the justification of the need for the application and development of an electrotechnical complex for monitoring the state of aviation batteries.

The statement of basic materials. The change in the physical properties of the ambient air affects the operation of the electrical equipment of the aircraft. The tactical and technical requirements for the equipment of aircrafts are designed taking into account the working conditions of electrical equipment and its purpose, including the following indicators: reliability and reliability of work, weight and dimensions, strength of electrical equipment, chemical resistance of electrical equipment, ease of operation and repair of electrical equipment, economic requirements. Proceeding from this, at the end of the flights, and if possible and after each flight, it is necessary to check the degree of discharge of battery batteries and their state (working capacity). In order to detect malfunctions in aircraft batteries, the monitoring of the status of their parameters in all modes of operation performed with the help of the developed control system. Timely detection of battery failures makes it possible to limit their discharge, increase the reliability of the electrical equipment of the aircraft and reduce operating costs.

Conclusions. The developed electro-technical complex for monitoring the state of aviation batteries have been proposed for further practical implementation in order to identify malfunctions in the battery in the airborne complexes and ensure constant monitoring of the state of their parameters in all operating modes.

Key words: state monitoring system; aviation batteries; charge characteristics.

Fig.: 11. Bibl.: 11.

УДК 621.311.4.031

Юрій Шмельов, Сергій Бойко, Олексій Городній,
Олена Черніхова, Сергій Владов

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЮ СТАНУ АВІАЦІЙНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

Проведено аналіз особливостей експлуатації і можливих режимів роботи акумуляторних батарей у складі електротехнічних комплексів літаючих апаратів. Результати порівняльного аналізу характеристик акумуляторних батарей показали очевидні переваги практично за всіма основними параметрами Li-іонних акумуляторів, а накопичувач енергії, побудований на базі цих акумуляторів відповідає вимогам технічного завдання як джерело енергії тягового електропривода. Обґрунтовано необхідність застосування комплексу контролю стану авіаційних батарей. Розроблено і запропоновано для подальшої реалізації електротехнічний комплекс контролю стану авіаційних акумуляторних батарей.

Ключові слова: система контролю стану; авіаційні акумуляторні батареї; зарядні характеристики.

Рис.: 1. Бібл.: 11.

Шмельов Юрій Миколайович – кандидат технічних наук, заступник начальника коледжу з навчальної роботи, викладач кафедри енергозабезпечення і систем управління, Кременчуцький льотний коледж Національного авіаційного університету (вул. Перемоги, 17/6, м. Кременчук, 39605, Україна).

Шмелев Юрій Николаевич – кандидат технічних наук, заступник начальника коледжу по учебной работе, преподаватель кафедры энергообеспечения и систем управления, Кременчугский летный колледж Национального авиационного университета (ул. Победы, 17/6, г. Кременчуг, 39605, Украина).

Shmelyov Yuriy – PhD in Technical Sciences, Deputy College Chief for Curriculum, Teacher of the Department of Energy Supply and Management Systems, Kremenchuk Flight College of National Aviation University (17/6 Peremohy Str., 39605 Kremenchuk, Ukraine).

E-mail: ref.nv.klknau@gmail.com

Бойко Сергій Миколайович – кандидат технічних наук, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (вул. Першотравнева 20, м. Кременчук, 39600, Україна).

Бойко Сергей Николаевич – кандидат технических наук, Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского (ул. Первомайская 20, г. Кременчуг, 39600, Украина).

Boiko Serhii – PhD in Technical Sciences, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (20 Pershotravneva Str., 39600 Kremenchuk, Ukraine).

E-mail: bsn1987@i.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9778-2202>

Городній Олексій Миколайович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри промислової електроніки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Городній Алексей Николаевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры промышленной электроники, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14035, Украина).

Gorodny Oleksiy – PhD in Technical Sciences, senior lecturer of the Industrial Electronics Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: aleksey.gorodny@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5303-9564>

Web of Science: H-1425-2016

Scopus: ID 55327980200; ID 56338229500; ID 57191829796.

Черніхова Олена Сергіївна – викладач циклової комісії менеджменту організації транспорту, Кременчуцький льотний коледж Національного авіаційного університету (вул. Перемоги, 17/6, м. Кременчук, 39605, Україна).

Чернихова Елена Сергеевна – преподаватель цикловой комиссии менеджмента организации транспорта, Кременчугский летный колледж Национального авиационного университета (вул. Перемоги, 17/6, м. Кременчук, 39605, Україна).

Chernikova Olena – teacher of the Department of Management of the Organization of Transport, Kremenchuk Flight College of National Aviation University (17/6, Peremohy str., Kremenchuk, 39605, Ukraine).

E-mail: nml.nv.klknau@gmail.com

Владов Сергій Ігорович – кандидат технічних наук, завідувач навчально-методичної лабораторії, викладач кафедри енергозабезпечення і систем управління, Кременчуцький льотний коледж Національного авіаційного університету (вул. Перемоги, 17/6, м. Кременчук, 39605, Україна).

Владов Сергей Игоревич – кандидат технических наук, заведующий учебно-методической лаборатории, преподаватель кафедры энергообеспечения и систем управления, Кременчугский летный колледж Национального авиационного университета (ул. Победы, 17/6, г. Кременчуг, 39605, Украина).

Vladov Serhii – PhD in Technical Sciences, Head of Educational-methodical Laboratory, teacher of the Department of Energy Supply and Management Systems, Kremenchuk Flight College of National Aviation University (17/6, Peremohy Str., Kremenchuk, 39605, Ukraine).

E-mail: nml.nv.klknau@gmail.com