

УДК 551.510.42

DOI 10.52167/1609-1817-2024-130-1-372-381

Ә.Ә. Сағиев<sup>1</sup>, С.Ж. Куртаев<sup>1</sup>, Д.С. Ергалиев<sup>2</sup>, О.К. Абдирашев<sup>3</sup>, Қ.М. Сансызбай<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Военный институт им. Т. Ж. Бигельдинова, Актөбе, Қазақстан

<sup>2</sup>Академии гражданской авиации, Алматы, Қазақстан

<sup>3</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Қазақстан

<sup>4</sup>Академия логистики и транспорта, Алматы, Қазақстан

E-mail: k.sansizbay@alt.edu.kz

## ТЕПЛОВОЙ РАЗГОН НА НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АВИАЦИОННЫХ АККУМУЛЯТОРАХ, ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ

**Аннотация.** Аккумуляторы представляют собой устройства, основанные на химических процессах, где химическая энергия преобразуется в электрическую. Химические источники тока делятся на два: первичный и вторичный источники тока. В первичных источниках активные материалы используются в готовом виде и расходуются в процессе разряда, образуя электрический ток. Процессы в таких источниках являются необратимыми, и активные материалы не восстанавливаются и не могут вернуться к исходному состоянию.

Во вторичных источниках тока, таких как аккумуляторы, израсходованные активные материалы могут полностью восстанавливаться при подаче электрического тока от внешнего источника. Это позволяет использовать аккумуляторам многократно.

**Ключевые слова.** Техническая диагностика, авиационной техники, контроль состояния, диагностические модели.

### Введение.

В процессе технической эксплуатации авиационной техники мы сталкиваемся ежедневно неисправностями системы, агрегатов, износом элементов которые влияют на безопасность полетов. Поиск неисправности, запасных частей и ее устранения этот процесс называется *Техническим обслуживанием*. Составной частью технического обслуживания является *Техническая диагностика*. При эксплуатации АТ по фактическому техническому состоянию важно обеспечить необходимую эффективность технического обслуживания. Для этой цели служит ранняя диагностика, позволяющая обнаружить неисправности авиационной техники (далее АТ) с упреждением в такой стадии их развития, которая допускает хоть и ограниченное, но безопасное продолжение эксплуатации. Раннее выявление неисправностей и дефектов дает возможность устранения отказов в процессе ТО, что увеличивает эффективность и повышает надежность эксплуатации АТ. Это означает, что диагностика совершенствуясь и развиваясь перерастает в прогнозирование состояний АТ, являющееся одним из направлений области технической диагностики. В данном контексте принятие решений предполагает использование концепций моделей отказов, анализируемых в рамках теории надежности.

### Материалы и методы.

При прогнозировании очень важен выбор вида модели и ее обоснование, так как прогноз, осуществляемый по разным моделям, дает существенно различные результаты.

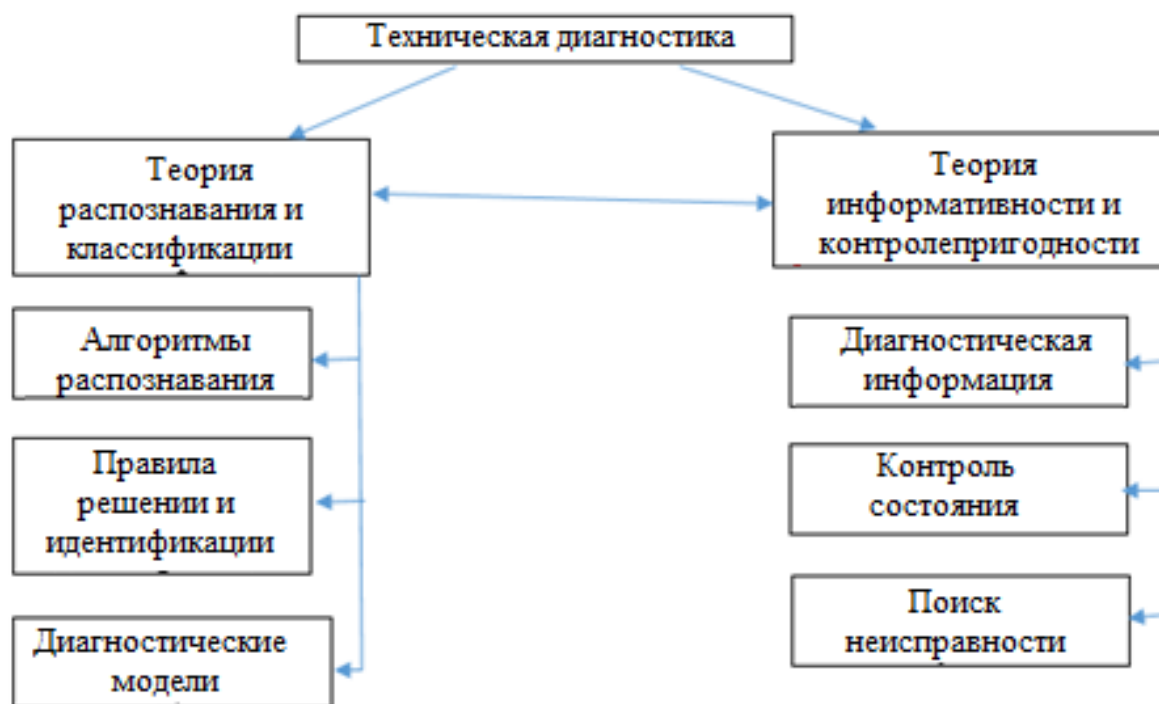


Рисунок 1 – Техническая диагностика

Область технической диагностики занимается изучением методов сбора и анализа диагностической информации, моделей диагностики, а также алгоритмов, используемых при принятии решений в диагностике. Техническим диагностированием называется процесс определения технического состояния (ТС) объекта с определенной точностью. Целью технической диагностики является эффективная организация процессов диагностирования авиационной техники (АТ) при изготовлении, эксплуатации, ремонте и хранении, а также повышение ее надежности и ресурса при качественном техническом обслуживании (ТО), безопасной и надежной эксплуатации. При диагностировании определяется состояние объекта в данный момент времени, на предстоящий и прошедший периоды работы. Главной целью технического диагностирования является обеспечение безопасности, надежной работы и эффективности технических объектов, а также снижение расходов на их техническое обслуживание и сокращение расходов, вызванных простоями из-за отказов систем и преждевременных ремонтных работ [1, 2].

В работе объектом технического диагностирования является никель-кадмиевые авиационные аккумуляторные батареи (далее НК АКБ) типа F20/27N1C-M1/M3, установленные на вертолетах серии Ми-8 и самолетах Ан-26.

Аккумулятор включает в себя комплект положительных (2) и отрицательных (1) электродов, расположенных в сборе, чередуясь и разделенных тонким сепаратором из гидрофильных полимерных материалов (3). Блок пластин (4) с двумя выводами (5, 6) помещается в пластиковый корпус (18) в форме призмы, который герметично соединен с крышкой аккумулятора (10). Крышка аккумулятора имеет два отверстия для выводов и центральное отверстие с резьбой для клапана (12). Клапан плотно закрывает корпус аккумулятора, наполненный щелочным электролитом.

Диапазон рабочих температур составляет от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $71^{\circ}\text{C}$ ;

Не рекомендуется проводить процедуры непрерывной зарядки при температуре батареи выше  $60^{\circ}\text{C}$ . Также следует избегать зарядки аккумуляторов при температуре электролита ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  из-за возможного образования льда в электролите [10].

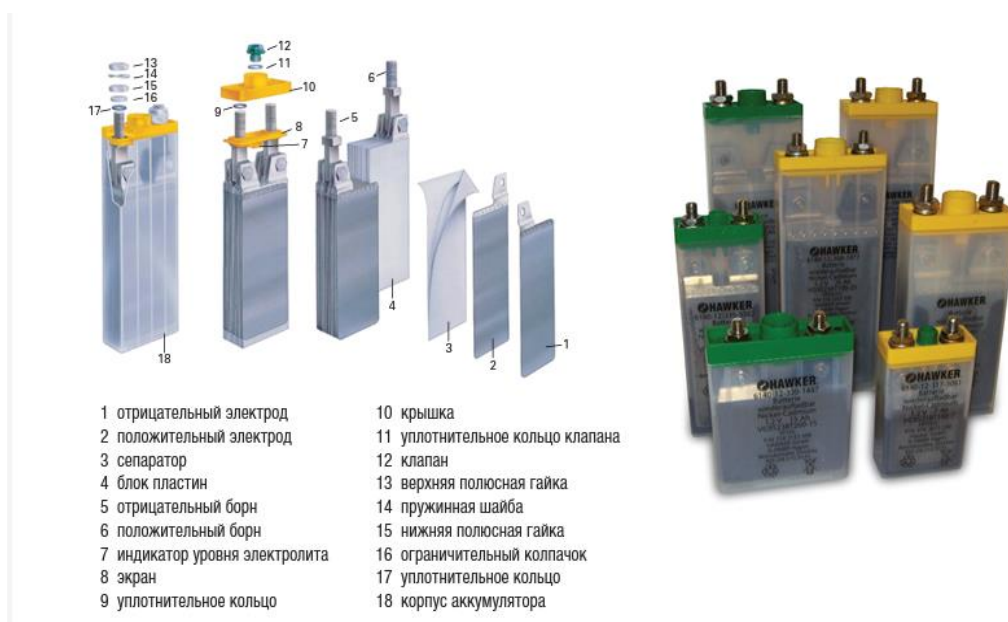


Рисунок 2 – Состав никель-кадмиевых аккумуляторов

В процессе эксплуатации данных НК АКБ достаточно часто встречается явление называемый *Тепловой разгон* (далее ТР), возникающие при перезаряде никель-кадмиевых (НК) аккумуляторов, а также при их работе в буферном режиме возможно явление ТР [1, 2]. Процесс ТР сопровождается сильным разогревом, плавлением, горением, дымлением, возникновением очага возгорания или взрывом в зависимости от его конструкции и материала корпуса. Тепловой разгон является распространенным явлением в аккумуляторах практически всех электрохимических систем. Несмотря на это, природа этого процесса до сих пор недостаточно исследована. Особенно велика вероятность возникновения ТР в батареях с длительным сроком эксплуатации. Например, такое явление наблюдается в НК АКБ, используемых в буферном режиме в современных воздушных судах. В случае ТР батарея может перегреться, вызвать короткое замыкание в системе электропитания, что, в свою очередь, может привести к выходу из строя различных систем самолета. Это обстоятельство делает ТР в авиации источником аварий различной сложности, согласно мнению многих специалистов, ответственных за обслуживание воздушных судов, и является фактором ряда произошедших катастроф.

Краткий обзор мировой практики использования летательных аппаратов, где встречаются авиационные инциденты, связанные с ТР АКБ.

Например, шестого июня 1980 года катастрофа Ан-22А близ аэропорта Внуково. При возвращении на базовый аэродром Мигалово после выполнения специального задания по маршруту Багдад — Чкаловская в горизонтальном полете на высоте 5700 метров, экипажем обнаружено пожар в правом обтекателе шасси в районе входной двери. При выполнении аварийной посадки в аэропорту Внуково, на аварийном электропитании самолёт полностью обесточился. Командиром корабля принято решение сажать самолёт на грунт на брюхо. При выполнении посадки самолёт упал в овраг, где разрушился и загорелся. Погибли командир корабля, бортовой инженер-инструктор корабля и переводчик. Причиной катастрофы является ТР АКБ 20НКБН-25 № 4 и последующий пожар в отсеке [4-6].

Пятого июля 1994 года самолет Ан-72В (бортовой номер 72966) выполнял перелет из Новосибирска в Киев. В ходе полета произошел тепловой разгон аккумуляторной батареи, что привело к потере энергии бортового оборудования. Это привело к невозможности передачи команд исполнительным механизмам для выпуска шасси и

управления механизацией крыла. Кроме того, доступное топливо ограничилось только третьим баком. Ан-72 был вынужден совершить аварийную посадку в аэропорту Кургана со скоростью 340 км/ч, что значительно превышало нормальную посадочную скорость в 220 км/ч.

Седьмого сентября 2010 года Авиалайнер Ту-154М авиакомпании «Алроса» выполнял внутренний пассажирский рейс, но спустя 3,5 часа после взлета произошла полная потеря электропитания на борту самолета, что привело к отключению бортовых навигационных систем. Электропривод топливных насосов также был отключен, что означало невозможность достижения аэропорта назначения или запасного аэродрома. Экипаж осуществил вынужденную посадку самолета (визуально) в бывшем аэропорту Ижма (Республика Коми) [4, 5]. Все эти события были вызваны коротким замыканием, вызванным тепловым разгоном аккумуляторной батареи, что привело к отключению всей бортовой электросети [4-6].

Несмотря на значительную важность данной проблемы, в русскоязычной литературе крайне ограниченное количество исследований посвящено изучению данного явления [12-14]. Однако следует отметить, что данная оценка не применима к литий-ионным аккумуляторам, поскольку ТР в них изучен достаточно полно [15, 16]. Зарубежная литература представляет более обширное количество работ по этой теме. Тем не менее, основная часть этих исследований имеет скорее статистический или описательный характер [17, 18], часто проводимый представителями управленческого персонала компаний, ответственных за продажи данных аккумуляторов. В сфере научно-исследовательских работ по этому вопросу заметно меньше трудов. В отечественной литературе тепловой разгон в никель-кадмиевых аккумуляторах обсуждался в ряде исследований [19-21]. Практически все утверждения, содержащиеся в этих работах относительно теплового разгона, можно свести к нескольким ключевым положениям:

- это явление редко встречается в НК аккумуляторах;
- тепловой разгон наблюдается в аккумуляторах с продолжительным сроком эксплуатации;
- создание условий, при которых процесс ТР произойдет однозначно, представляет собой сложную задачу, и это часто является спонтанным явлением.

До настоящего времени остаются недостаточно понятыми факторы и источники интенсивного высвобождения энергии в процессе ТР, и продукты, образующиеся в результате этого явления, не были достаточно проанализированы. Из исследования «ТР в НК АКБ» доктора технических наук, профессора Н.Е. Галушкина можно сделать следующие выводы:

Во-первых, стоит отметить, что во всех отмеченных случаях ТР аккумуляторы использовались в течение более шести лет, при том, что гарантийный срок службы составлял 3 года. Эти результаты подтверждают предварительные предположения о том, что вероятность возникновения ТР увеличивается с увеличением срока эксплуатации батарей.

Во-вторых, во всех случаях, когда наблюдался ТР, заряд аккумуляторов производился при напряжении 2,2 В, что значительно превышает среднее напряжение эксплуатации данных аккумуляторов на данном объекте (1,35 – 1,5 В).

Таким образом, можно сделать вывод, что вероятность появления ТР повышается с ростом напряжения заряда аккумуляторов.

Причиной диагностирования НК АКБ является то что завод изготовитель сообщает, что авиационные никель-кадмиевые аккумуляторные батареи HAWKER не имеют установленных ресурсов и сроков службы. АКБ HAWKER эксплуатируются по техническому состоянию, при отклонении от технических условий-от эксплуатации отклонить [11]. НК АКБ которые мы эксплуатируем сейчас имеют от 4-х до 11-ти лет срок

службы, исходя из выводов профессора наши НК АКБ которые имеют достаточный возраст для развития в них ТР, мы должны своевременно обнаружить и предотвращать появления ТР или повысить качество эксплуатации тем самым продлить срок эксплуатации, защитив их от перезаряда.

Работы по предотвращению ТР в НК АКБ начинаются с определения причин появления ТР, это перезаряд АКБ. Перезаряд НК АКБ может произойти когда НК АКБ установлен на авиационной технике (АТ) в нашем случае это вертолет Ми-8МТ/МД и самолет Ан-26, работает в буферном режиме с генератором, в этом режиме НК АКБ заряжает постоянным током 27 В 5А.

Работа будет направлена на недопущения перезаряда АКБ на борту. Для этого определяем варианты воспрепятствования к перезаряду АКБ, есть два варианта, это отключения от заряда в зависимости от напряжения и от температуры:

Способы определения перезаряда — это определения момента.

1-повышения напряжения, 2-повышения температуры.

Устанавливаем максимальное напряжение, например, в нашем случае 33В, при достижении этого значения прибор называемый контролер заряда будет отключать АКБ от заряда, тем самым защитив АКБ от перезаряда.

Устанавливаем термодатчик, который будет сигнализировать о повышении температуры, и ботовой техник будет отключать от заряда, АКБ защищая таким образом АКБ от перезаряда.

Теперь будем разбирать обе варианта подробно, для того чтобы отключать по напряжению надо собрать прибор контролер заряда. Для этого нам необходимо для определения момента повышения напряжения будем собирать контролер заряда для НК АКБ. Самый простой вариант сборки будет состоять из 2-х реле 24В 100А, 2-х диодов 1М4004, 2-х светодиодов (красный, зелёный) ток ограничивающий резистор, транзистор С945, стабилитрон 4,2В резистор 1кОм, резистор 10 Ом построечный (рисунок 2) Принцип действия этого прибора следующее: подсоединяем контролер заряда между зарядным устройством и АКБ, на построечном резисторе выставляем 33В при достижении напряжения на АКБ 33В контролер заряда отключает от АКБ от заряда.

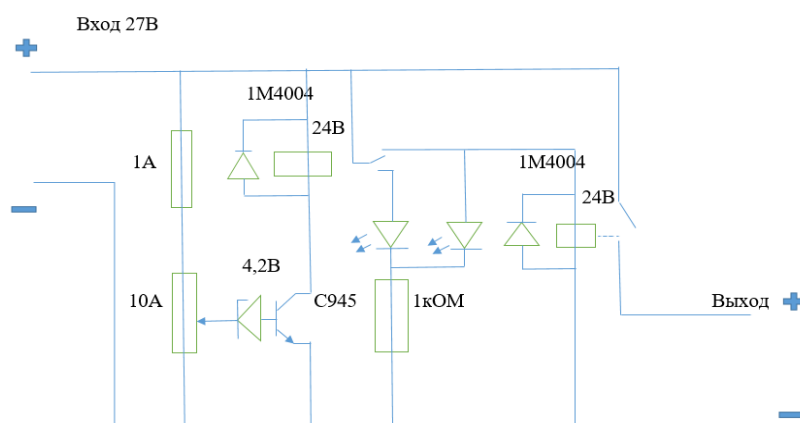


Рисунок 3 – Схема контролера заряда

Для мониторинга температуры и обеспечения защиты от перегрева никель-кадмиевых батарей используется термодатчик типа ТД-70 (рисунок 3). Его основное предназначение - предоставление сигнала в случае превышения критической температуры (60-70 °С), что может свидетельствовать о перегреве.

Когда установленная температура достигается, термодатчик реагирует изменением направления прогиба, что приводит к мгновенному замыканию контактов.

Электрический сигнал, подаваемый в этом случае, может использоваться для активации сигнализации или других защитных механизмов.

Важно отметить, что при охлаждении никель-кадмиевых батарей контакты термодатчика размыкаются, восстанавливая свое исходное состояние. Этот процесс обеспечивает повторное использование термодатчика и позволяет ему многократно реагировать на изменения температуры, обеспечивая надежную защиту от перегрева.



Рисунок 4 – Термодатчик

- А) Коммутируемое напряжение, В от 18 до 45;
- Б) Температура срабатывания, °С:
  - на замыкание контактов от +60 до +70;
  - на размыкание контактов не менее +40;
- В) Габаритные размеры, мм 16,0x22,2x21,6;
- Г) Масса, г, не более 30.

Средний продолжительность полета на вертолете Ми-8МТ/МД и самолете Ан-26 4 часа. 4 часа НК АКБ заряжается током  $\approx 5,4\text{А}$ .

Для эксперимента возьмем 3 аккумуляторных батарей со сроком службы 13 лет, в заряженном состоянии. Измеряем температуру окружающей среды  $t=21^{\circ}\text{C}$ . На 1 НК АКБ установим термодатчик, на 2 НК АКБ установим контролер заряда, на 3 НК АКБ ничего не будем устанавливать и все 3 НК АКБ будем заряжать током  $5,4\text{А}$ , имитировать работу в буферном режиме с генератором, с постоянным измерением температуры НК АКБ.

- 1) В 1-ом часу заряда на всех НК АКБ температура поднялась на  $30^{\circ}\text{C}$ .
- 2) В 3-ом часу заряда на всех НК АКБ температура поднялась на  $48^{\circ}\text{C}$ .
- 3) На НК АКБ №1 термодатчик подал сигнал на отключение в 2:15 часу заряда.
- 4) На НК АКБ №2 контролер заряда отключил заряд в 1:05 часу заряда.
- 5) На НК АКБ №3 в 3:30 часу заряда температура достигла  $80^{\circ}\text{C}$ .

Таким из этих результатов делаем выводы:

Время отключения заряда НК АКБ №2 контролером заряда не достаточна для полного осуществления заряда НК АКБ, отключение происходит преждевременно, этот вариант не эффективно использовать для предотвращения ТР, но НК АКБ не полностью зарядиться.

НК АКБ №3 не отключалась, и температура на нем достигла  $80^{\circ}\text{C}$  очень близко к появлению ТР.

Время отключения заряда НК АКБ №1 термодатчиком, НК АКБ полностью зарядился, и осуществлена отключения от заряда при температуре  $60^{\circ}\text{C}$  что полностью предотвращает появление ТР.

### Результаты и обсуждения.

Решение проблем следующее, целесообразно модернизировать НК АКБ, установить на НК АКБ вертолета Ми-8МТ/МД и самолета Ан-26 термодатчики, на АТ световые сигнализаторы подведенных на летчиков и бортового техника. Это поможет в своевременном обнаружении повышение температуры АКБ, и предотвратит перезаряд НК АКБ, появление ТР.

Предлагаемая система предупреждения экипажа перезаряда АКБ будет собрана следующим образом. В состав системы будет входить табло контроля за температурой аккумуляторных батарей типа ТС-5М-2 с надписью: «АККУМ. 1 (2). t° ВЫСОКА» установим на правой панели электропульты, термодатчик ТД-70, предохранители, типа ПМ-2, ТП200, блок БАП-1 для подачи сигнала на световое табло, в случае перегрузки аккумуляторных батарей при повышении температуры электролита выше допустимого значения, контакты термодатчиков аккумуляторных батарей замыкают на массу цепи питания светосигнальных табло типа ТС-5М-2, которые включаются и уведомляют экипаж о необходимости отключения аккумуляторов от бортовой сети для 1-го НК АКБ рисунке 4 и для 2НК АКБ рисунке 4.

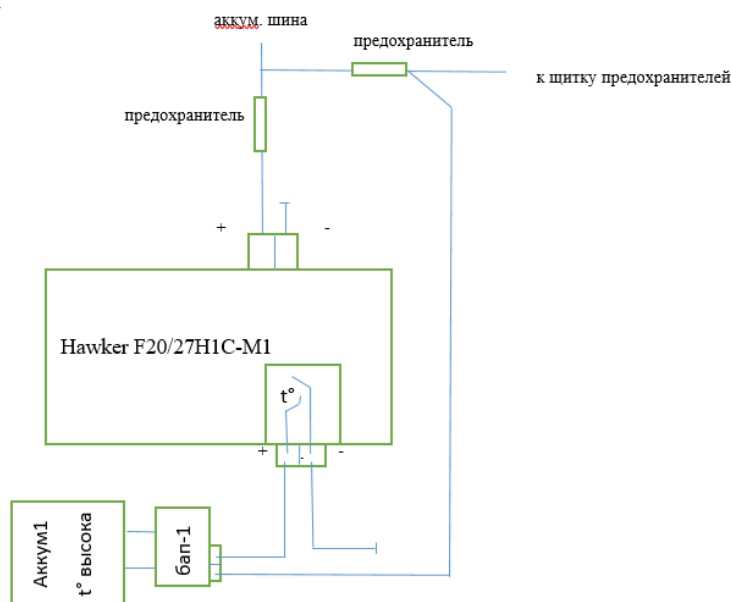


Рисунок 4 – Принципиальная схема подключения термодатчика НК АКБ №1 на вертолет МИ-8МТ/МД

### Заключение.

Данная система строится с возможностью дальнейшего ее развития и совершенствования. Главные направления развития включают в себя: совершенствование алгоритмов технического диагностирования т.е. включения данных изменения температуры НК АКБ в перечень регистрируемых значений бортовым устройством регистрации параметров полета БУР-1-2, выявления ТР НК АКБ на земле; совершенствование процедур информирования экипажа, например, звуковое оповещения через РИ-65 (речевой информатор); улучшение эксплуатационных показателей технологичности и других характеристик НК АКБ технической эксплуатации.

Предложенный авторами метод предупреждения экипажа о высокой температуре НК АКБ в полете, позволяет совершать своевременные действия летчикам для предотвращения авиационных инцидентов, сохранении человеческих жизни и авиационной техники.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] «Диагностика авиационной техники» О.Ф. Машошин Москва. – 2007.
- [2] Диагностика электрохимических аккумуляторов энергоустановок Горкунов Б.М., Иавраменко А.А., Львов С.Г., Скопенко В.В., Москва. – 2019.
- [3] «Эксплуатация авиационных аккумуляторных батарей» А.В. Кириллов, М.А. Ковалёв, В.И. Соловьёв Самара 2021
- [4] Simon hradecky, инциденты и новости в авиации вестник авиации [электронный ресурс] - accident: alrosa mirny t154 at izhma on september 7, 2010, loss of electrics and landing on helicopter platform
- [5] Мельничук М. Аварийно севший в Коми Ту-154М после ремонта готов к регулярным рейсам [Электронный ресурс] // Риа новости -2011.
- [6] Владимир Ткаченко авиационное происшествие на самолете Ан-22А «Лётный риск» изд. «КИТ» Москва. - 2009г.-79 стр.
- [7] Аккумулятор электрический//Силовая электроника: краткий энциклопедический словарь терминов и определений —М.: Издательский дом МЭИ, 2008
- [8] Багоцкий В. С., Скундин А. М. Химические источники тока. Электрический аккумулятор. Большая российская энциклопедия – [Электронная версия] www.bigenc.ru – (дата обращения 7 октября 2023.)
- [9] Авиационные аккумуляторы В. Д. Солоненко.- Москва, 1965.
- [10] Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию РУС «HAWKER» GmbH 58089 Hagen 2013
- [11] Письмо от компании «HAWKER» GmbH 58042 Hagen Germany 2022
- [12] Каменев Ю.Б., Чунц Н.И., Яковлева Н.А., Остапенко Е.И. К вопросу о безопасности эксплуатации герметизированных свинцовых аккумуляторов // Электрохимическая энергетика. Шахты. - 2003. №1. С. 37 – 43.
- [13] Brecht Bill, Jones Bill. Catalysts – the proof of the pudding// Batteries int. 1999. № 40. С. 39 – 47.
- [14] Зарубин А.Н. Температурный режим работы никель-водородной аккумуляторной батареи // Обозрение прикл. и пром. математики. Шахты. - 2001. Т. 8, № 1. С. 177 – 178.
- [15] Плешаков М.С., Асфацадурьян М.Ю., Белоненко С.А., Караваяев В.М. Измерения температуры и внутреннего давления при разряде элементов ER14 повышенной мощности на постоянную нагрузку // V Междунар. конф.«Фундам. пробл. преобраз. энергии в литиев. электрохим. системах». Сателлит. конф. 1-го Менделеев. съезда по общ. и прикл. химии, г. Санкт-Петербург, 1998 : Тез. докл. СПб., 1998. С. 39.
- [16] Wickham R.L. Thermal runaway // Wireless Review. 1998. Vol. № 19. P. 38.
- [17] Dick B, Wittemann R.W. A battery of analysis // Telephony. 1998. Vol. 235, № 3. P. 22 – 27.
- [18] Bhatt M., Hurley W.G., Wölfle W.H. A New Approach to Intermittent Charging of Valve-Regulated Lead-Acid Batteries in Standby Applications // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2005. Vol. 52, № 5. P. 1337 – 1342.
- [19] Теньковцев В.В., Борисов Б.А., Ткачева Л.Ш. Влияние режима эксплуатации на стабильность характеристик герметичных НК аккумуляторов // Сб. работ по ХИТ. Л.,1989. С. 59-70.

## REFERENCES\*

- [1] «Diagnostika aviacionnoj tehnik» O.F.Mashoshin Moskva. – 2007.
- [2] Diagnostika jelektrohimicheskikh akumuljatorov jenerougustanovok Gorkunov B.M., Iavramenko A.A., L'vov S.G., Skopenko V.V., Moskva. – 2019.



- [3] «Jekspluatacija aviacionnyh akkumuljatornyh batarej» A.V. Kirillov, M.A. Kovaljov, V.I. Solov'jov Samara 2021
- [4] Simon hradecky, incidenty i novosti v aviacii vestnik aviacii [jelektronnyj resurs] - accident: alrosa mirny t154 at izhma on september 7, 2010, loss of electric and landing on helicopter platform
- [5] Mel'nichuk M. Avarijno sevshij v Komi Tu-154M posle remonta gotov k reguljarnym rejsam [Jelektronnyj resurs] // Ria novosti -2011.
- [6] Vladimir Tkachenko aviacionnoe proishestvie na samolete An-22A «Ljotnyj risk» izd. «KIT» Moskva. - 2009g.-79 str.
- [7] Akkumuljator jelektricheskij//Silovaja jelektronika: kratkij jenciklopedicheskij slovar' terminov i opredelenij —M.: Izdatel'skij dom MJeI, 2008
- [8] Bagockij V. S., Skundin A. M. Himicheskie istochniki toka. Jelektricheskij akkumuljator. Bol'shaja rossijskaja jenciklopedija – [Jelektronnaja versija] www.bigenc.ru – (data obrashhenija 7 oktjabrja 2023.)
- [9] Aviacionnye akkumuljatory V. D. Solonenko.- Moskva, 1965.
- [10] Rukovodstvo po jekspluatacii i tehničeskomu obsluživaniju PYC «HAWKER» GmbH 58089 Hagen 2013
- [11] Pis'mo ot kompanii «HAWKER» GmbH 58042 Hagen Germany 2022
- [12] Kamenev Ju.B., Chunc N.I., Jakovleva N.A., Ostapenko E.I. K voprosu o bezopasnosti jekspluatacii germetizirovannyh svincovyh akkumuljatorov // Jelektrohimičeskaja jenergetika. Shahty. - 2003. №1. S. 37 – 43.
- [13] Brecht Bill, Jones Bill. Catalysts – the proof of the pudding// Batteries int. 1999. № 40. S. 39 – 47.
- [14] Zarubin A.N. Temperaturnyj rezhim raboty nikel'-vodorodnoj akkumuljatornoj batarei // Obozrenie prikl. i prom. matematiki. Shahty. - 2001. T. 8, № 1. S. 177 – 178.
- [15] Pleshakov M.S., Asfacadur'jan M.Ju., Belonenko S.A., Karavaev V.M. Izmerenija temperatury i vnutrennego davlenija pri razrjade jelementov ER14 povyšhennoj moshhnosti na postojannuju nagruzku // V Mezhdunar. konf.«Fundam. probl. preobraz. jenerгии v litiev. jelektrohimič. sistemah». Satellit. konf. 1-go Mendeleev. #ezda po obshh. i prikl. himii, g. Sankt-Peterburg, 1998 : Tez. dokl. SPb., 1998. S. 39.
- [16] Wickham R.L. Thermal runaway // Wireless Review. 1998. Vol. № 19. R. 38.
- [17] Dick B, Wittemann R.W. A battery of analysis // Telephony. 1998. Vol. 235, № 3. R. 22 – 27.
- [18] Bhatt M., Hurley W.G., Wölfle W.H. A New Approach to Intermittent Charging of Valve-Regulated Lead-Acid Batteries in Standby Applications // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2005. Vol. 52, № 5. P. 1337 – 1342.
- [19] Ten'kovcev V.V., Borisov B.A., Tkacheva L.Sh. Vlijanie rezhima jekspluatacii na stabil'nost' harakteristik germetičnyh NK akkumuljatorov // Sb. rabot po HIT. L.,1989. S. 59-70.

**Әлімбек Сағиев**, офицер, Т.Ж. Бигельдинов атындағы әскери институт, Ақтөбе, Қазақстан, Alimbek\_87@mail.ru

**Сабит Куртаев**, т.ғ.к., Т.Ж. Бигельдинов атындағы әскери институт, Ақтөбе, Қазақстан, Sabit5@mail.ru

**Дастан Ергалиев**, профессор, Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан des-67@ya.ru

**Өмірзақ Әбдірашев**, PhD, доцент м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, omeke\_92@mail.ru

**Қанибек Сансызбай**, PhD, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан,  
k.sansizbay@alt.edu.kz

## НИКЕЛЬ-КАДМИЙ АВИАЦИЯЛЫҚ АККУМУЛЯТОРЛАРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ҮДЕТКІШІ, ОНЫҢ ҰШУ ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ӘСЕРІ

**Аңдатпа.** Батареялар химиялық процестің энергиясы тікелей электр энергиясына айналатын химиялық ток көздеріне жатады. Барлық химиялық ток көздері бастапқы және қайталама болып бөлінеді. Бастапқы химиялық ток көздерінде белсенді заттар толығымен дайын күйінде құйылады және разряд процесінде жұмсалады, басқа заттарға айналады және осы түрлендіру процесінде электр тогы түрінде энергия түзеді. Мұндай химиялық көздерде жүретін процестер қайтымсыз, яғни белсенді заттар бастапқы күйіне оралмайды.

Қайталама химиялық ток көздерінде немесе аккумуляторларда разряд процесінде жұмсалған белсенді заттар электр тогын бөгде көзден өткізу арқылы толығымен қалпына келтірілуі мүмкін. Осылайша, батареяларды бірнеше рет пайдалануға болады.

**Түйінді сөздер.** Техникалық диагностика, авиациялық техника, жай-күйін бақылау, диагностикалық модельдер.

**Alimbek Sagiyeu**, officer, T. Zh. Bigeldinov Military Institute, Aktobe, Kazakhstan,  
Alimbek\_87@mail.ru

**Sabit Kurtayev**, PhD., T. Zh. Bigeldinov Military Institute, Aktobe, Kazakhstan,  
Sabit5@mail.ru

**Dastan Ergaliyev**, professor, Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan, des-  
67@ya.ru

**Umirzak Abdirashev**, PhD, acting associate docent, L. N. Gumilyov Eurasian National  
University, Astana, Kazakhstan, omeke\_92@mail.ru

**Kanibek Sansyzbay**, PhD, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan,  
k.sansizbay@alt.edu.kz

## THERMAL ACCELERATION ON NICKEL-CADMIUM AVIATION BATTERIES, ITS IMPACT ON FLIGHT SAFETY

**Abstract.** Batteries are chemical current sources in which the energy of a chemical process is converted directly into electrical energy. All chemical current sources are divided into primary and secondary. In primary chemical current sources, the active substances are invested in a completely finished form and are consumed during the discharge process, turning into other substances and forming energy in the form of an electric current during this transformation. The processes occurring in such chemical sources are irreversible, that is, the active substances do not return to their original state.

In secondary chemical current sources or accumulators, the active substances consumed during the discharge process can be completely restored when an electric current is passed from an external source. Thus, the batteries can be used repeatedly.

**Keywords.** technical diagnostics, aviation equipment, condition monitoring, diagnostic models.

\*\*\*\*\*