

Ж.М. Бледнова

Н.А. Проценко



**МАТЕРИАЛЫ
С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ
И УСТРОЙСТВА НА ИХ ОСНОВЕ
В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОТКАЗНОСТИ
АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**



Ж.М. Бледнова, Н.А. Проценко

**МАТЕРИАЛЫ
С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ
И УСТРОЙСТВА НА ИХ ОСНОВЕ
В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОТКАЗНОСТИ
АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Монография

**Краснодар
2013**

УДК 621.351
ББК 31.251
Б68

Рецензенты:

*Виктор Николаевич Пустовойт, доктор технических наук,
Заслуженный деятель науки РФ;*
Валерий Александрович Атрощенко, доктор технических наук,

Бледнова, Жесфина Михайлова.

Б68 **Материалы с эффектом памяти формы и устройства на их основе в обеспечении безотказности аккумуляторных батарей космического назначения** : монография / Ж.М. Бледнова, Н.А. Проценко. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – 164 с.

ISBN 978-5-91718-277-3

В монографии представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке высоконадежных электромеханических устройств с использованием материалов с эффектом памяти формы для обеспечения эффективной и надежной работы литий-ионных аккумуляторных батарей космического назначения.

Монография может быть полезна специалистам, работающим, как в области наук о материалах, так и в области электромеханики, а также аспирантам и студентам.

ББК 31.251
УДК 621.351

ISBN 978-5-91718-277-3

© Ж.М. Бледнова, 2013
© Н.А. Проценко, 2013
© ООО «Издательский Дом – Юг», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Сокращения	6
Обозначения	7
Предисловие	8
Введение	12
Глава 1.	
Пути обеспечения безотказности и ресурса литий-ионных аккумуляторных батарей космического назначения	19
1.1 Инженерно-технологические аспекты проблемы обеспечения надежности химических источников тока космического назначения	19
1.2 Виды отказов аккумуляторов в аккумуляторных батареях космических аппаратов	21
1.3 Анализ существующих конструкций байпасных устройств источников питания космических аппаратов	23
1.4 Требования, предъявляемые к байпасному устройству литий-ионных аккумуляторных батарей космического назначения	28
Выводы	30
Глава 2.	
Обоснование выбора материала с эффектом памяти формы и конструктивных решений силового элемента байпасного устройства	31
2.1 Анализ существующих конструкций термомеханических реле и силовых приводов. Выбор конструктивно-технологического решения силового элемента байпасного устройства из сплава с ЭПФ	31
2.2 Конструкции термоприводов с силовым элементом из сплавов с ЭПФ	37
2.3 Выбор материалов с ЭПФ для обеспечения функциональных свойств байпасного устройства. Основы технологии управления комплексом характеристик работоспособности силовых элементов БУ ЛИАБ из сплава с ЭПФ путем оптимизации структуры	41
2.4 Механическое поведение сплавов с ЭПФ, связанное с созданием термоприводов	49
Выводы	51

Глава 3.

Моделирование тепловых процессов в литий-ионной аккумуляторной батарее космического назначения в случае отказа одного из аккумуляторов	52
3.1 Энергобалансная модель литий-ионного аккумулятора	52
3.2 Оценка интервала температур срабатывания БУ. Моделирование тепловых процессов в ЛИАБ при КЗ	59
3.3 Обоснование граничных значений температуры фазовых переходов материала с эффектом памяти формы	67
Выводы	69

Глава 4.

Новые конструктивно-технологические решения байпасного устройства ЛИАБ	70
4.1 Конструкция байпасного устройства с силовым элементом в форме тарельчатых пружина	70
4.2 Оптимизация геометрических размеров байпасного устройства с целью минимизации его массогабаритных характеристик	72
4.3 Байпасный переключатель с силовым элементом в форме двойной концентрической пружины	79
4.4 Технология изготовления термомеханического преобразователя из материала с ЭПФ	80
4.5 Оптимизация режимов термообработки термомеханического преобразователя БУ	84
Выводы	88

Глава 5.

Технология изготовления силовой контактной группы байпасного устройства	89
5.1 Циклограмма работы элементов байпасного устройства ЛИАБ ...	89
5.2 Конструкции силовой контактной группы байпасного устройства ЛИАБ	90
5.3 Оценка времени срабатывания фиксатора с термомеханическим преобразователем на основе материала с ЭПФ	92
5.4 Оценка времени срабатывания исполнительного механизма байпасного устройства	96
5.5 Анализ возможности сваривания силовых контактов БУ	102
5.6 Технология изготовления силовых контактов байпасного устройства	104
Выводы	114

Глава 6.

Влияния факторов космического пространства на функциональные характеристики аккумуляторных батарей космических аппаратов	116
6.1 Требования живучести аккумуляторных батарей КА в эксплуатационных условиях космического пространства	116
6.2 Характеристика факторов космического пространства, влияющих на работу аккумуляторных батарей	116
6.3 Способы снижения влияния факторов космического пространства на функциональные характеристики байпасного устройства ЛИАБ	122
6.4 Влияние внешних механических и температурных воздействий на работоспособность ЛИАБ космического назначения. Требования, предъявляемые к БУ, для обеспечения живучести и стойкости к внешним механическим воздействиям	127
6.5 Результаты стендовых испытаний по оценке стойкости БУ к внешним температурным и механическим воздействиям	130
6.6 Сравнительная оценка теоретических и экспериментальных характеристик силовой контактной группы БУ	136

Глава 7.

Технологическая эффективность и экономическая целесообразность использования байпасного устройства с силовым элементом из сплава с ЭПФ	142
7.1 Оценка вероятности безотказной работы байпасного устройства с силовым элементом из сплава с ЭПФ	142
7.2 Техничко-экономическая оценка предложенных технических Решений	147
Выводы	149
Заключение	150
Список использованных источников	153