

Утверждён

LT-LFP.270.11.01.000РЭ-ЛУ

**АККУМУЛЯТОРЫ ЛИТИЙ-ИОННЫЕ LT-LFP 270**

**Руководство по эксплуатации**

**LT-LFP.270.11.01.000 РЭ**

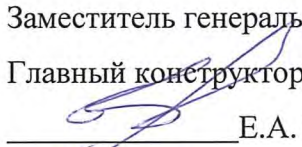
Срок введения в действие: с 04.03.2016

Срок действия не ограничен

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора –

Главный конструктор

  
Е.А. Чудинов

03.03.16

## АККУМУЛЯТОРЫ ЛИТИЙ-ИОННЫЕ LT-LFP 270

Руководство по эксплуатации

Лист утверждения

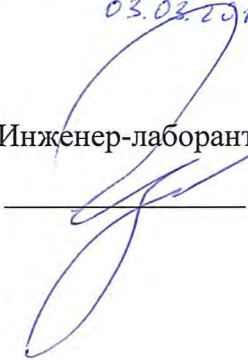
LT-LFP.270.11.01.000РЭ-ЛЮ

Инженер-микроэлектроник СГК

  
Ю.В. Базилевич

03.03.2016

Инженер-лаборант СГК

  
А.В. Гаврилин

# СОДЕРЖАНИЕ

1	ОПИСАНИЕ	3
1.1	Условные обозначения аккумуляторов	3
1.2	Термины и условные обозначения	4
1.3	Основные технические характеристики аккумуляторов	6
1.4	Требования к средствам измерения и вспомогательному оборудованию	6
2	ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	6
2.1	Срок службы	6
2.2	Характеристики заряда/разряда	7
3	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	9
3.1	Определение разрядной ёмкости	9
3.2	Ввод в эксплуатацию	9
3.3	Приведение аккумуляторов в рабочее состояние	11
3.4	Работа аккумуляторов в буферном режиме	12
3.5	Эксплуатация аккумуляторов в составе батареи	15
4	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	20
5	ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	20
6	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	20
7	ХРАНЕНИЕ	21
8	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	21
9	УТИЛИЗАЦИЯ	22
10	ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	22

Настоящее Руководство по эксплуатации распространяется на аккумуляторы литий-ионные (ЛИА) номинальной ёмкостью 270 А·ч (далее аккумуляторы) LT-LFP 270.

Аккумуляторы предназначены для работы, как в качестве единичного источника электрической энергии, так и в составе аккумуляторной батареи (АКБ) в качестве:

- накопителей электрической энергии в системах генерации и передачи электроэнергии;
- резервных источников бесперебойного питания;
- источников для накопления электрической энергии и её последующей отдачи для питания электродвигателей машин и бортовых систем рельсового и безрельсового электрифицированного транспорта;
- источников питания прочих механизмов как управляемых (погрузчики, вагонетки и проч.), так и неуправляемых.

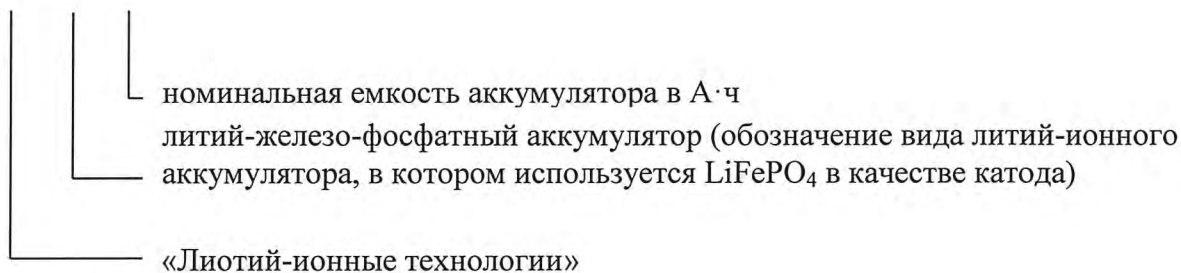
**ВНИМАНИЕ: УСТАНОВКУ, МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЮ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ ДОЛЖЕН ПРОИЗВОДИТЬ ПОДГОТОВЛЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ПЕРСОНАЛ, ОЗНАКОМЛЕННЫЙ С ДАННЫМ РУКОВОДСТВОМ!**

## 1 ОПИСАНИЕ

### 1.1 Условные обозначения аккумуляторов

В условном обозначении аккумуляторов цифры и буквы означают:

#### LT-LFP 270



На крышке корпуса каждого аккумулятора нанесена маркировка:

- условного обозначения аккумуляторов;
- знаков полярности.

Общий вид аккумулятора LT-LFP 270 представлен на рисунке 1.

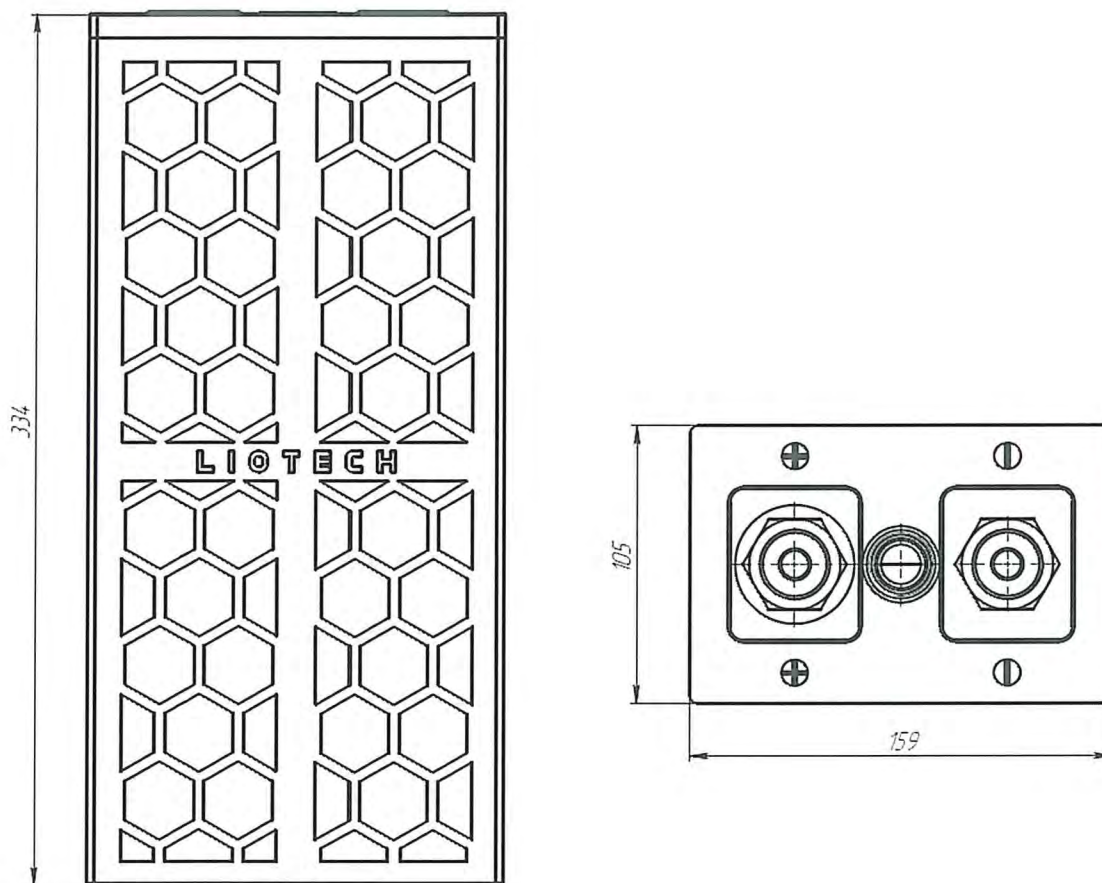


Рисунок 1 – Общий вид аккумулятора LT-LFP 270

## 1.2 Термины и условные обозначения

**1.2.1 буферный режим работы аккумулятора:** Это процесс подзаряда при постоянном напряжении, т.е. режим, при котором литий-ионный аккумулятор подключен к зарядному устройству и нагрузке одновременно.

**1.2.2 конечное (конечное разрядное) напряжение (final voltage; end-of-discharge):** Установленное напряжение замкнутой цепи, при котором разряд аккумулятора или батареи считается законченным.

**1.2.3 литий-ионный аккумулятор (lithium-ion rechargeable battery):** Один аккумулятор, в котором электрическая энергия образуется в результате окисления и восстановления ионов лития, в котором используются в качестве электродов две литиевые матрицы, ионы лития во время циклирования элемента могут быть интеркалированы и деинтеркалированы из одной матрицы в другую. Различие в химическом потенциале лития внутри каждой матрицы создает напряжение элемента.

**1.2.4 литий-ионная аккумуляторная батарея (secondary lithium-ion battery):** Батарея, готовая к использованию, состоящая из одного или более литий-ионных аккумуляторов, соответствующего корпуса, соединительных выводов и которая может включать в себя электронное контрольное устройство.

**1.2.5 напряжение на аккумуляторе (voltage):** Разность потенциалов между положительным и отрицательным электродами, погруженными в электролит.

**1.2.6 напряжение разомкнутой цепи (НРЦ, open circuit voltage):** Напряжение на аккумуляторе (разность потенциалов) без нагрузки.

**1.2.7 номинальное напряжение (nominal voltage):** Значение напряжения, установленное производителем, численно равно напряжению разомкнутой цепи при уровне заряда аккумулятора или батареи не ниже 80 %.

Номинальное напряжение батареи, состоящей из  $n$  соединенных последовательно аккумуляторов, равно номинальному напряжению отдельного аккумулятора, увеличенному в  $n$  раз.

**1.2.8 номинальная ёмкость,  $C_n$  (rated capacity):** Количество электричества  $C_n$ , выражаемое в ампер-часах (А·ч), указанное изготовителем, которое может отдать аккумулятор или аккумуляторная батарея при 5-часовом разряде ( $0,2C_n$ ) до напряжения 2,5 В, в условиях заряда, хранения и разряда при температуре плюс  $(20\pm 5)$  °С.

**1.2.9 отдача заряда (ёмкости) (charge (capacity) recovery):** Ёмкость, которую может отдать аккумулятор после заряда, следующего (по окончании проведения) за испытанием на сохранность заряда.

**1.2.10 сохранность заряда (ёмкости) (charge (capacity) retention):** Ёмкость, выраженная в процентах от номинальной ёмкости, которую может отдать аккумулятор после хранения в течение установленного времени при заданной температуре без последующего заряда.

**1.2.11 система контроля и управления (СКУ, BMS):** Электронный прибор, предназначенный для контроля за параметрами аккумулятора и батареи (напряжение, ток, температура, уровень заряда). СКУ должна обеспечивать защиту аккумулятора (батареи) от повреждений, поддерживать такое состояние батарей, в котором они могут полностью обеспечить потребности устройств, для которых предназначены.

**1.2.12 стринг (string):** Это последовательно соединённая группа аккумуляторов с установленной на группу СКУ.

**1.2.13 течь электролита:** Видимое невооруженным глазом выделение жидкого электролита.

**1.2.14 отказ:** Снижение ёмкости отдельного аккумулятора в составе АКБ в течение срока службы ниже значения 80 % от  $C_n$ .

**1.2.15 цикл (cycle):** Последовательность действий, проводимая с аккумулятором или батареей и повторяемая регулярно в той же последовательности, которая может состоять из последовательности разряда, следующего за зарядом, или заряда, следующего за разрядом в определенных условиях. Эта последовательность может также включать в себя периоды покоя.

**1.2.16 ресурс (Life Cycles):** Количество циклов заряда/разряда.

**1.2.17 глубина разряда (Depth of Discharge, DOD):** Процент номинальной ёмкости, снятой при разряде батареи.

**1.2.18 уровень заряда (State of Charge, SOC):** Процент номинальной ёмкости, переданной аккумулятору (батареи) при его заряде.

### 1.3 Основные технические характеристики аккумуляторов

Основные технические характеристики аккумуляторов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование аккумулятора	Номинальная ёмкость ( $C_n$ ), А·ч*	Номинальное напряжение, В	Максимальный ток непрерывного разряда, А	Максимальный ток импульсного разряда, А (разряд – 20 с, пауза – 40 с)	Максимальный ток заряда, А	Внутреннее сопротивление на 1кГц, мкОм**	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Масса, кг
LT-LFP 270	270	3,2	810	2160	810	50-400	159x105x336	9,5±0,3

Примечание:

\* без учета снижения ёмкости в течение срока эксплуатации (п.2.1)

\*\*нарушение условий эксплуатации (перегрев, перезаряд, переразряд, применение токов более  $3C_n$ , хранение при уровне заряда 0 – 10 и 90 – 100 %, применение неисправных или не предназначенных для данного типа аккумуляторов зарядно-разрядного устройства) приводит к повышению внутреннего сопротивления.

### 1.4 Требования к средствам измерения и вспомогательному оборудованию

- вольтметр постоянного тока с точностью не ниже  $\pm 0,5$  %;
- амперметр постоянного тока с точностью не ниже  $\pm 1,0$  %;
- термометр с пределами измерения от минус 40 до плюс 50 °С;
- зарядно-разрядное устройство с функцией стабилизации напряжения и тока, точностью поддержания напряжения не ниже  $\pm 1,0$  %;
- регулируемый эквивалент нагрузки.

Контрольно-измерительная аппаратура должна иметь инструкции по ее применению, а также паспорта или другие документы, подтверждающие ее годность на момент проведения измерений.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Аккумуляторы предназначены для использования при температуре от минус 40 до плюс 50 °С, относительной влажности до 100 %, атмосферном давлении 450-800 мм ртутного столба (60-106,7 кПа). Оптимальная температура эксплуатации, обеспечивающая в полном объеме технические возможности аккумуляторов от минус 10 до плюс 40 °С. Значение максимально допустимого кратковременного тока разряда  $10C_n$ , в течение 5 с.

### 2.1 Срок службы

При глубине разряда 5-25 % срок службы составляет 15-25 лет при хранении и эксплуатации в нормальных условиях (НУ): температура плюс  $(25\pm 5)$  °С; давление  $(101,3\pm 10)$  кПа; влажность не более 60 %; отсутствие вибрации и механических ударов.

При соблюдении правил эксплуатации, срок службы аккумуляторов в стандартных условиях – не менее 8 лет. При стандартных условиях эксплуатации (заряд током  $0,2-1C_n$ , при температуре от минус 10 до плюс 40 °С, разряд током  $0,2-3C_n$  при температуре от минус 40 до плюс 50 °С), допускается снижение отдачи заряда (ёмкости) в конце срока службы до  $0,8C_n$  (в среднем до

0,05С<sub>н</sub>/год в первые 3 года, и 0,005-0,010 в последующие (215 А·ч ). При поддержании стабильного напряжения (3,35±0,02) В на аккумуляторе, структура электролита, анода и катода находится в сверхстабильном состоянии, без какого-либо ухудшения свойств аккумулятора в течение не менее 20 лет.

В течение срока службы АКБ (15-25 лет) допускается не более 1 отказа. Отказом считается снижение ёмкости отдельного аккумулятора в составе АКБ в течение срока службы более чем на 20 % от С<sub>н</sub>.

Ресурс аккумулятора существенно зависит от глубины разряда (отдаваемый заряд в % от номинальной ёмкости, определяется Потребителем в зависимости от требований к конечным решениям):

- при глубине разряда 100 % (НЕШТАТНЫЙ РЕЖИМ!) – не нормируется (справочно – до 1000 циклов заряда/разряда);
- при глубине разряда 80 % – не менее 3000 циклов заряда/разряда;
- при глубине разряда 75 % – не менее 5000 циклов заряда/разряда;
- при глубине разряда в пределах 15-25 % – ресурс определяется не количеством циклов, а условиями эксплуатации (температура, вибрация, удары и т.д.) и составляет 15-25 лет.

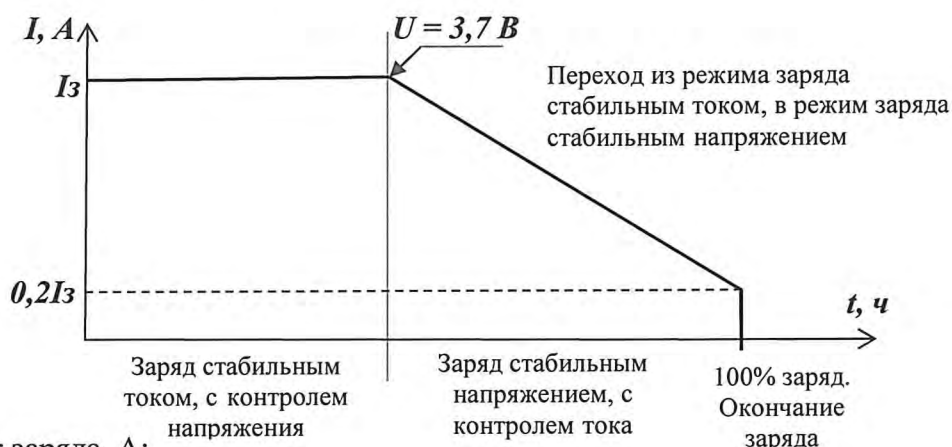
Для обеспечения заданного ресурса, необходимо эксплуатировать аккумулятор в области значений уровня заряда от 15 до 85 % (глубина разряда 70 %), или от 10 до 90 % (глубина разряда 80 %).

## 2.2 Характеристики заряда/разряда

ВНИМАНИЕ:

- МАКСИМАЛЬНЫЙ ТОК ЗАРЯДА НЕ ДОЛЖЕН ПРЕВЫШАТЬ 3С<sub>н</sub>, А!
- НАПРЯЖЕНИЕ НА АККУМУЛЯТОРЕ СУЩЕСТВЕННО ЗАВИСИТ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРИ НЕГО И СИЛЫ ПРОТЕКАЮЩЕГО ТОКА. ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ РАЗРЯДА НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ НЕ НАПРЯЖЕНИЕ ХОЛОСТОГО ХОДА (РАЗОМКНУТОЙ ЦЕПИ), А ПОДСЧЁТ ПРОТЁКШЕГО ЗАРЯДА (ИНТЕГРАЛ ПРОТЁКШЕГО ТОКА)!

Режим заряда приведен на рисунке 2.



где  $I_3$  – ток заряда, А;

$0,2I_3$  – ток окончания заряда, А.

Рисунок 2 – Условный график заряда ЛИА



Типичные разрядные кривые аккумуляторов в зависимости от режима разряда при температуре плюс  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  токами от  $0,2C_H$  до  $1,5C_H$  представлены на рисунке 3.

Типичные разрядные кривые аккумуляторов в зависимости от режима разряда в диапазоне температур от минус 40 до плюс  $50^\circ\text{C}$  током  $1C_H$  представлены на рисунке 4.

**ВНИМАНИЕ:**

- ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН ЗАРЯДА: ОТ 0 ДО ПЛЮС  $50^\circ\text{C}$ !
- ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН РАЗРЯДА: ОТ МИНУС 40 ДО ПЛЮС  $50^\circ\text{C}$ !  
ДОПУСКАЕТСЯ РАЗРЯЖАТЬ АККУМУЛЯТОРЫ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ ДО  $3C_H$ !
- ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ (НИЖЕ МИНУС  $10^\circ\text{C}$ ) РЕКОМЕНДУЮТСЯ ТОКИ РАЗРЯДА НЕ БОЛЕЕ  $0,15C_H$ !

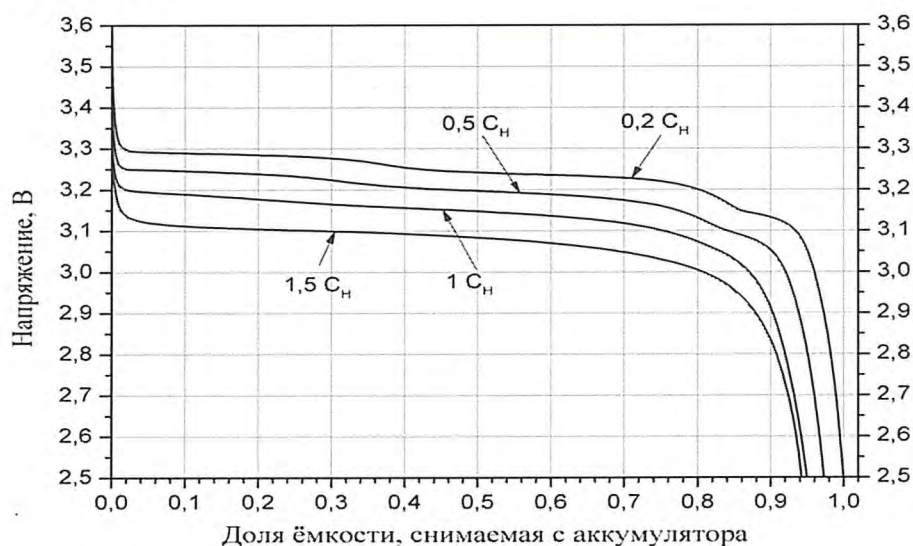


Рисунок 3 – Разрядные кривые литий-железо-фосфатного аккумулятора в зависимости от скорости разряда

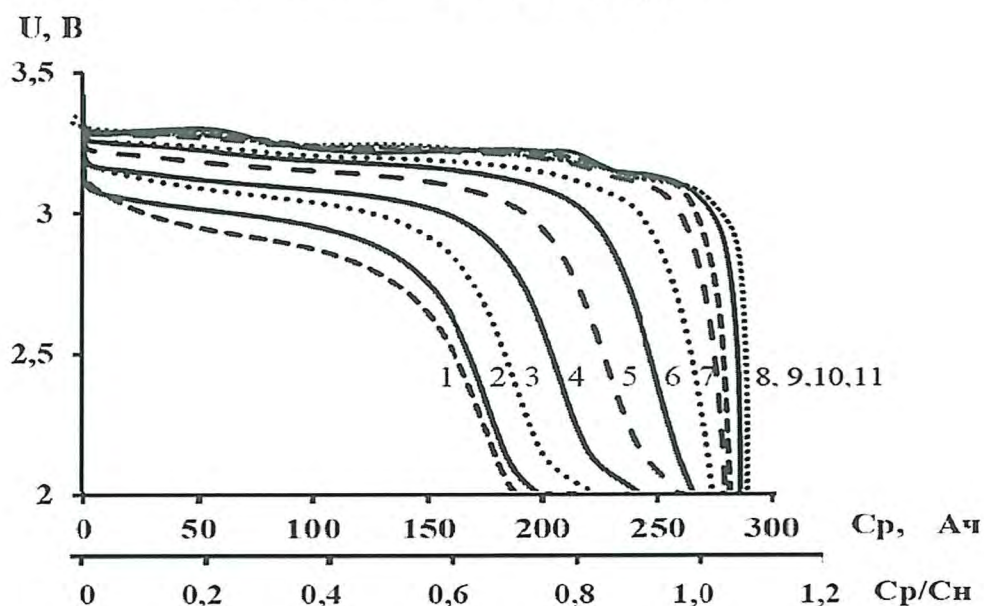


Рисунок 4 – Разрядные кривые литий-железо-фосфатного аккумулятора модели LT-LFP 270 при различных температурах,  $^\circ\text{C}$ : 1 – (-40); 2 – (-35); 3 – (-30); 4 – (-25); 5 – (-20); 6 – (-15); 7 – (-10); 8 – (-5); 9 – (0); 10 – (+25); 11 – (+50).

### 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

Аккумуляторы предназначены для комплектации аккумуляторных батарей, имеющих в своем составе систему контроля и управления (СКУ).

Аккумуляторы поставляются изготовителем в частично заряженном состоянии, полностью герметичные и готовые к эксплуатации.

Изготовителем устанавливаются следующие стандартные условия эксплуатации аккумуляторов:

- токи заряда/разряда аккумулятора в ходе его эксплуатации составляют  $0,2C_n$  (54А).
- уровень разряда аккумулятора составляет 70 % его номинальной ёмкости;
- температура эксплуатации составляет от минус 10 до плюс 40 °С.

#### 3.1 Определение разрядной ёмкости

##### 3.1.1 Предварительный цикл разряда/заряда.

- разряд постоянным током  $0,2C_n$  до конечного напряжения 2,5 В при температуре на клеммах аккумулятора плюс  $(20\pm 5)$  °С;

- двухступенчатый заряд при постоянном токе  $0,2C_n$  на первой ступени до достижения напряжения 3,7 В с переходом на вторую ступень – заряд при постоянном напряжении до снижения тока заряда до величины  $0,02C_n$  при температуре на клеммах аккумулятора плюс  $(20\pm 5)$  °С.

##### 3.1.2 Определение разрядной ёмкости.

- разряд по режиму, описанному в п. 3.1.1;
- подсчет разрядной (зарядной) ёмкости в А·ч по формуле:

$$C = \sum_{i=1}^n I_i \cdot t_i, \quad (1)$$

где  $I$  – ток разряда (заряда), А;

$t$  - продолжительность разряда (заряда), ч;

$i, n$  – соответственно нижний и верхний пределы суммирования.

3.1.3 Заряд аккумулятора для дальнейшей эксплуатации (хранении) по режиму, описанному в п. 3.1.1.

#### 3.2 Ввод в эксплуатацию

3.2.1 Для коммутации аккумуляторов в батарею рекомендуется применять крепежные элементы, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Крепежные элементы для одного аккумулятора, шт.			
Болт нержавеющей стали M12x20	Шайба M12	Шайба пружинная (гровер) M12	Соединительная межаккумуляторная медная шина
2	2	2	1
Примечания			
1 Допускается замена болта M12x20 на болт M12x25 и M12x30.			
2 Вид соединительной медной шины представлен на рисунке 5			

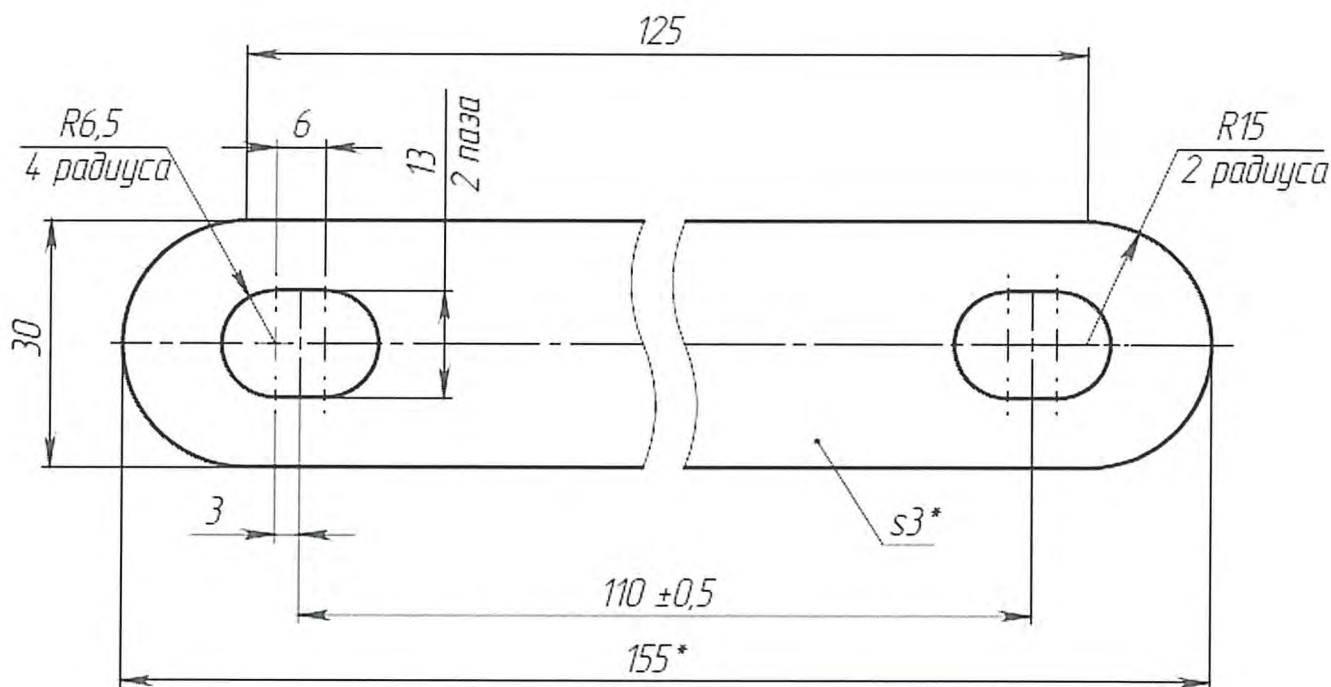


Рисунок 5 – Соединительная медная шина

3.2.2 Сборка батареи допускается только из аккумуляторов, имеющих разброс значений разрядной ёмкости не более 5 % ( $\pm 2,5$  % от среднего значения) и разброс значений внутреннего сопротивления – не более 40 % ( $\pm 20$  % от среднего значения).

3.2.3 После сбора аккумуляторной батареи проверить затяжку каждого болта, фиксирующего соединение аккумуляторов между собой посредством соединительных медных шин. Момент затяжки болтов при закреплении соединительных медных шин – 42...52 Н·м.

3.2.4 Соединительные медные шины между аккумуляторами следует делать максимально короткими для предотвращения большого падения напряжения.

**3.2.5 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОДНОГО ИЛИ НЕСКОЛЬКИХ АККУМУЛЯТОРОВ БЕЗ СКУ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ.**

3.2.6 СКУ должна выполнять следующие функции:

- измерение напряжения на каждом аккумуляторе;
- измерение температуры;
- выравнивание (балансировку) напряжений на аккумуляторах соединенных последовательно при заряде батареи;
- измерение зарядного/разрядного тока;
- отключение батареи от нагрузки при напряжении на любом аккумуляторе ниже 2,5 В и от зарядного устройства (ЗУ) при напряжении на любом аккумуляторе выше 3,7 В, при температуре любого аккумулятора выше 60 °С, при превышении тока короткого замыкания, протекающего через батарею выше  $5C_n$ .

3.2.7 Заряд отдельных аккумуляторов производить от специального ЗУ в режиме постоянного тока (номинальный ток заряда  $I_n=0,2C_n$ ) до достижения конечного напряжения заряда 3,7 В, далее в режиме постоянного напряжения до достижения тока заряда  $0,2I_n$ . Контролировать полярность подключения аккумуляторов и напряжение на аккумуляторе. Конечное напряжение заряда не должно превышать 3,7 В.

Режимы заряда в диапазоне от 0 до плюс 50 °С представлены в таблице 3.

**ВНИМАНИЕ:**

• **РАБОЧИЙ РЕЖИМ НАПРЯЖЕНИЯ НА КЛЕММАХ АККУМУЛЯТОРОВ ПРИ НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТ 2,5 ДО 3,7 В!**

• **ДОПУСКАЕТСЯ ПРЕДЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ НАПРЯЖЕНИЯ НА КЛЕММАХ АККУМУЛЯТОРОВ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 2,0 ДО 3,9 В, ПРИ ЭТОМ РЕЖИМЕ ИЗГОТОВИТЕЛЬ НЕ ГАРАНТИРУЕТ УКАЗАННЫЕ СРОКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ!**

• **ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ НИЖЕ МИНУС 20 °С ДОПУСКАЕТСЯ РАЗРЯЖАТЬ АККУМУЛЯТОРЫ ДО НАПРЯЖЕНИЯ 2,0 В, ПРИ ЭТОМ РЕЖИМЕ ИЗГОТОВИТЕЛЬ НЕ ГАРАНТИРУЕТ УКАЗАННЫЕ СРОКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ!**

• **ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПЕРЕМЕЩАТЬ АККУМУЛЯТОРЫ ЗА ВЫВОДНЫЕ КЛЕММЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МЕДНЫЕ ШИНЫ!**

Таблица 3

Режим заряда	Заряд аккумулятора				Накопленный % заряда от номинального, не менее
	1 ступень		2 ступень		
	Ток, А	Напряжение, В, не более	Напряжение, В	Ток окончания заряда, А	
Номинальный	54	3,7	3,7	10	100
Ускоренный	135	3,7	3,7	27	100
1C <sub>n</sub>	270			54	80
2C <sub>n</sub>	540			108	75
3C <sub>n</sub>	810			162	70

**3.3 Приведение аккумуляторов в рабочее состояние**

3.3.1 Аккумуляторы приводить в рабочее состояние при температуре окружающего воздуха плюс (20±5) °С.

3.3.2 Если с даты поставки аккумуляторов Потребителю прошло менее 6 месяцев, приведение в рабочее состояние включает заряд номинальным или ускоренным режимом в соответствии с таблицей 3.

3.3.3 Если с даты поставки аккумуляторов Потребителю прошло более 6 месяцев, приведение в рабочее состояние включает:

- разряд током  $0,2C_n$ , конечное напряжение - 2,5 В;
- пауза 5-10 мин;

- заряд номинальным или ускоренным режимом в соответствии с таблицей 3 и разряд током  $0,2C_n$  до конечного напряжения 2,5 В;

- пауза 5-10 мин;

- заряд номинальным режимом в соответствии с таблицей 3.

3.3.4 При необходимости определения номинальной ёмкости ( $C_n$ ) в «А·ч» выполнить контрольный цикл согласно п. 3.1.

Примечание – При определении разрядной ёмкости конечное напряжение на контрольном цикле составляет 2,5 В.

Если разрядная ёмкость аккумулятора ниже  $1,0C_n$  А·ч, следует провести 5 циклов по режиму контрольного цикла согласно п. 3.1. Аккумуляторы, имеющие после пятого цикла ёмкость меньше указанной в таблице 1, подлежат замене в течение гарантийного срока при условии своевременного выполнения технического обслуживания в соответствии с разделом 4.

3.3.5 Заряд проводить от специальных зарядных устройств, для чего соединить положительный контакт аккумулятора с положительным контактом зарядного устройства, а отрицательный контакт - с отрицательным контактом зарядного устройства.

3.3.6 При заряде контролировать напряжение на каждом аккумуляторе, ток и продолжительность заряда, фиксируя значения контролируемых параметров в рабочем журнале произвольной формы.

3.3.7 Замеры напряжения в процессе заряда и разряда проводить в автоматическом режиме (в случае использования автоматизированного зарядного стенда) или в ручном режиме в следующей последовательности:

- при заряде номинальным режимом:

на I ступени заряда – регистрацию тока и напряжения осуществлять в период от 10 сек до 2 мин после включения, далее не менее, чем через 30 мин, до напряжения 3,7 В;

на II ступени заряда – регистрацию тока и напряжения осуществлять не менее, чем через 15 мин до значения тока  $0,04C_n$  (11 А);

- при заряде ускоренным режимом:

на I ступени через 2 мин после включения, далее через 10 мин до достижения напряжения 3,7 В.

на II ступени при заряде падающим током: через каждые 5 мин до значения тока  $0,1C_n$  А (27 А);

- при разряде током  $0,5C_n$  - через 30 сек после включения, затем каждые 20 мин в течение 4 ч и далее каждые 5 мин до достижения напряжения 2,5 В.

### **3.4 Работа аккумуляторов в буферном режиме**

3.4.1 Технология  $LiFePO_4$  аккумуляторов допускает работу ЛИА в буферном режиме.

– Во всех режимах работы необходим контроль напряжения и температуры каждого аккумулятора.

– При последовательном соединении аккумуляторов необходим контроль тока.

– Тип СКУ должен быть согласован с производителем ЛИА.

- Рабочее значение напряжения на клеммах аккумуляторов батареи в буферном режиме при нормальных условиях эксплуатации: от 2,8 до 3,4 В.
- Для обеспечения длительной и надёжной эксплуатации, запрещается разряжать ЛИА ниже напряжения 2,5 В.

3.4.2 В таблице 4 приведены технические требования к работе литий-ионного аккумулятора в буферном режиме.

Таблица 4

Параметр	Наименование	Размерность	Значение	Точность
Номинальная ёмкость аккумулятора, при плюс 25 °С	$C_n$ при плюс 25 °С	А·ч	270	
Минимальный ток заряда	Из.мин	А	$0,1C_n$	
Номинальный ток заряда	Из.ном	А	$0,2C_n$	
Максимальный ток заряда	Из.макс	А	$1C_n$	
<b>Предельно допустимый ток заряда</b>	<i>Из.макс</i>	<i>А</i>	$\leq 3C_n^1$	
Максимальное напряжение на аккумуляторе, при заряде	Уз.макс	В	3,4	$\leq 0,5 \%$
Минимально допустимое напряжение на аккумуляторе при разряде 80%	Ур при 80 % <sup>2</sup>	В	2,8	$\leq 0,5 \%$
Предельно допустимое напряжение на аккумуляторе при глубине разряда 100% (не рекомендуется)	Ур при 100 % <sup>2</sup>	В	2,5	$\leq 0,5 \%$
Напряжение поддержания заряда в буферном режиме	Убуф	В	$3,34 \dots 3,35^3$	$\leq 0,5 \%$
Максимально допустимая температура аккумулятора (заряд/разряд)	Тмакс	°С	плюс 50	$\leq 3 \%$
Минимально допустимая температура аккумулятора, при разряде	Тр.мин	°С	минус 40	$\leq 3 \%$
Минимально допустимая температура аккумулятора, при заряде	Тз.мин	°С	0	$\leq 3 \%$
<b>Примечания</b>				
1 – время заряда при токе $3C_n$ , не более 15 мин, при глубине разряда 80 %.				
2 – доступная ёмкость ЛИА зависит от тока разряда.				
3 – при температуре 25°С				

3.4.3 Цикл заряда разряженных ЛИА в буферном режиме не отличается от обычного графика заряда (см. рисунок 2). Заряд ЛИА осуществляется в два этапа:

Заряд стабильным током, с контролем напряжения на аккумуляторе. Рекомендуемое значение тока заряда  $0,2C_n \dots 0,5C_n$ . Для LT-LFP 270 рекомендованный ток заряда составит 54...135 А. При

достижении напряжения 3,4 В, прекращается заряд ЛИА стабильным током и зарядное устройство должно перейти в режим заряда стабильным напряжением.

На втором этапе заряда ЛИА, зарядное устройство должно поддерживать стабильное напряжение 3,4 В на аккумулятор, с погрешностью не ниже 0,5 %, при уменьшении тока заряда до 0,1 от начального зарядного тока. Далее переход в буферный режим, т.е. переключение зарядного устройства на стабилизацию 3,34...3,35 В на аккумулятор.

График работы ЛИА в буферном режиме, приведён на рисунке 6.

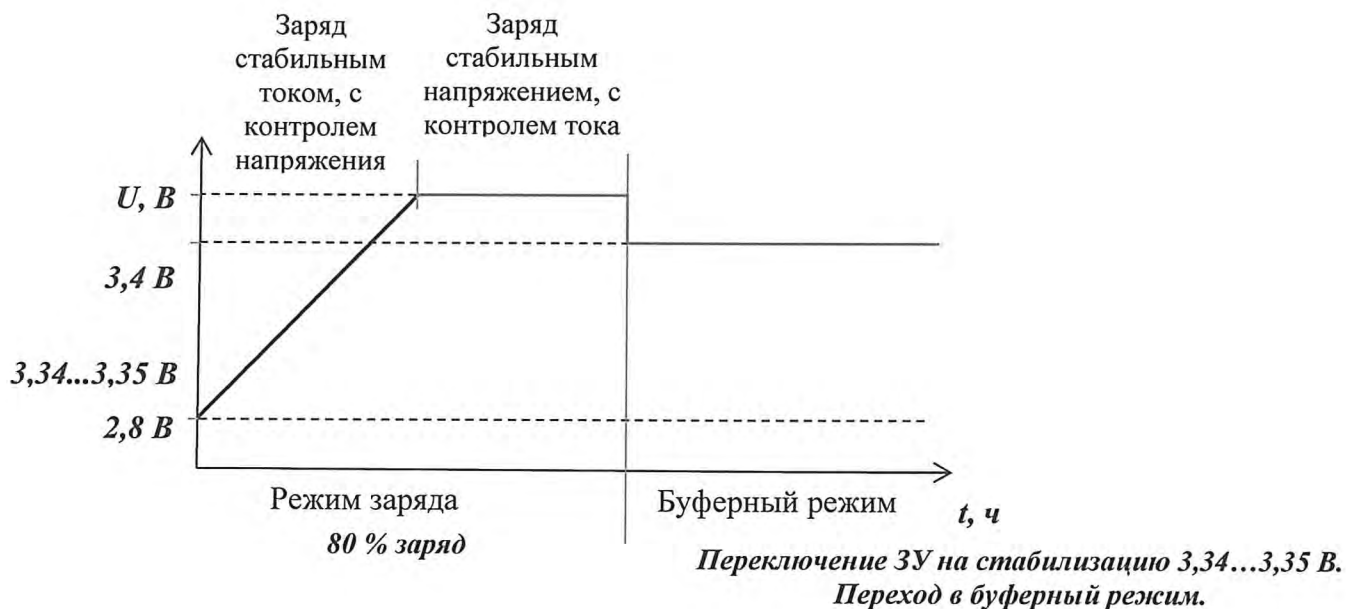


Рисунок 6 – График работы ЛИА в буферном режиме

3.4.4 Для обеспечения максимального срока службы батареи в буферном режиме рекомендуется поддерживать уровень заряда батареи 80 – 90% от номинальной ёмкости. С учетом снижения ёмкости в конце срока эксплуатации на 20%, при выборе ёмкости аккумуляторов исходить из того, что в конце срока эксплуатации в буферном режиме батарея сможет обеспечить заряд на уровне 64 - 72% от своей номинальной ёмкости.

3.4.5 На рисунке 7, приведена рекомендуемая безопасная схема подключения при последовательно-параллельном соединении и дальнейшей эксплуатации в буферном режиме.

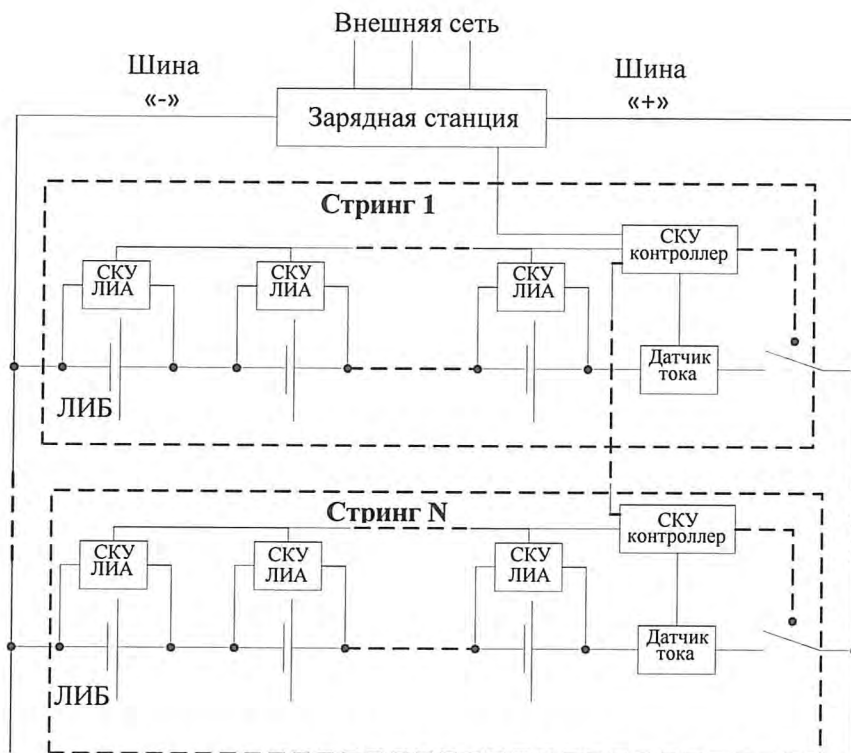


Рисунок 7 – Схема подключения ЛИА при последовательно-параллельном соединении и дальнейшей эксплуатации батареи (ЛИБ) в буферном режиме

При последовательном соединении ЛИА в группу (стринг), обязательно соблюдение условий:

- Установка индивидуальной SCU на каждый стринг.
- Каждый стринг должен иметь собственный датчик тока, подключённый к SCU.
- Подключение стринга к силовой шине осуществляется только через контактор постоянного тока, подключённого к SCU стринга. Контактор рекомендуется устанавливать на номинальный ток не ниже  $1C_n$  ЛИА.
- Все SCU стрингов должны быть подключены к единой шине интерфейса или к единому контроллеру SCU.
- SCU или единый контроллер SCU должны быть подключены к зарядной станции ЛИА для управления работой зарядной станции.
- При наличии переменной нагрузки на силовой шине, источник питания (зарядная станция) должен поддерживать напряжение 3,4 В для каждого ЛИА. В этом случае разброс значений напряжения на звене постоянного тока будут в диапазоне 3,35...3,5 В.

### 3.5 Эксплуатация аккумуляторов в составе батареи

#### 3.5.1 Сборка аккумуляторов в батарее

- Сборка батареи допускается только из аккумуляторов, имеющих разброс значений разрядной ёмкости не более 5 % ( $\pm 2,5$  % от среднего значения) и разброс значений внутреннего сопротивления не более 40 % ( $\pm 20$  % от среднего значения) в области абсолютных значений не более 0,40 мОм. Рекомендуется сборку батареи производить из элементов одной производственной партии.



- Не допускается выполнять сборку в аккумуляторные батареи и их эксплуатацию без систем контроля и управления (СКУ).

- Для обеспечения соответствующего ресурса аккумуляторной батареи, заданного настоящим ТУ для отдельного аккумулятора, необходимо эксплуатировать ее в интервале уровня заряда от 10 до 90 %, что должна контролировать СКУ, т.е. не проводить его 100 % разряд и 100 % заряд, а также соблюдать температурный режим.

- Аккумуляторная батарея может эксплуатироваться в режиме поддерживающего заряда:

- Заряд в режиме стабилизации тока номиналом  $0,2-0,5C_n$  до напряжения 3,4 В/аккумулятор;

- Заряд в режиме стабилизации напряжения номиналом 3,4 В/аккумулятор до снижения тока до уровня  $0,05C_n$ ;

- Переход в режим поддерживающего заряда стабилизированным напряжением  $(3,35 \pm 0,02)$  В/аккумулятор, при этом уровень заряда АКБ не должен превышать 90 %.

- В процессе эксплуатации аккумуляторная батарея должна балансироваться в автоматическом режиме. Параметры режима балансировки, а также периодичность ее проведения должны быть согласованы с производителем аккумуляторов.

### 3.5.2 Замена аккумулятора в АКБ

#### 3.5.2.1 Требования к процедуре замены аккумулятора в АКБ:

Аккумулятор перед заменой должен иметь тот же уровень заряда ( $SOC_{AK}$ ), что и у АКБ ( $SOC_{AKB}$ ) в момент замены ( $SOC_{AK} = SOC_{AKB} \pm 2,5 \%$ );

Внутреннее сопротивление аккумулятора  $R_{ВН.АКК}$  должно соответствовать среднему значению внутреннего сопротивления аккумуляторов в АКБ ( $R_{ВН.АКБ.СР}$ ), ( $R_{ВН.АКК} = R_{ВН.АКБ.СР} \pm 20 \%$ ).

Аккумулятор должен иметь величину разрядной ёмкости ( $C_{р.АКК}$ ) соответствующую разрядной ёмкости АКБ ( $C_{р.АКК} = C_{р.АКБ} \pm 2,5 \%$ ).

Замену аккумуляторов в АКБ из аккумуляторов, хранящихся в ЗИП, можно производить только зная остаточную ёмкость аккумуляторов в АКБ, т.е. ее уровень заряда ( $SOC_{AKB}$ ). Для этого необходимо, чтобы СКУ определяла уровень заряда АКБ ( $SOC_{ЛИА} = SOC_{AKB} \pm 2,5 \%$ ). Перед заменой аккумулятор из ЗИП необходимо зарядить до текущего уровня заряда АКБ ( $SOC_{AKB}$ ).

Требуемый уровень заряда аккумулятора, находящегося в ЗИП, при хранении должен быть  $SOC = 60 \%$ , что обеспечивает требуемый ресурс и срок службы.

#### 3.5.2.2 Определение уровня заряда

Процедуру проводить при температуре плюс  $(25 \pm 5) ^\circ C$ , давление  $(101,3 \pm 10)$  кПа; влажность не более 60 %, отсутствие вибрации и механических ударов.

Отслеживать уровень заряда аккумулятора, находящегося в ЗИП, можно по экспериментальной зависимости его НРЦ от уровня заряда (в долях от  $C_n$ ) при температуре плюс  $(25 \pm 3) ^\circ C$ , представленной на рисунке 8.

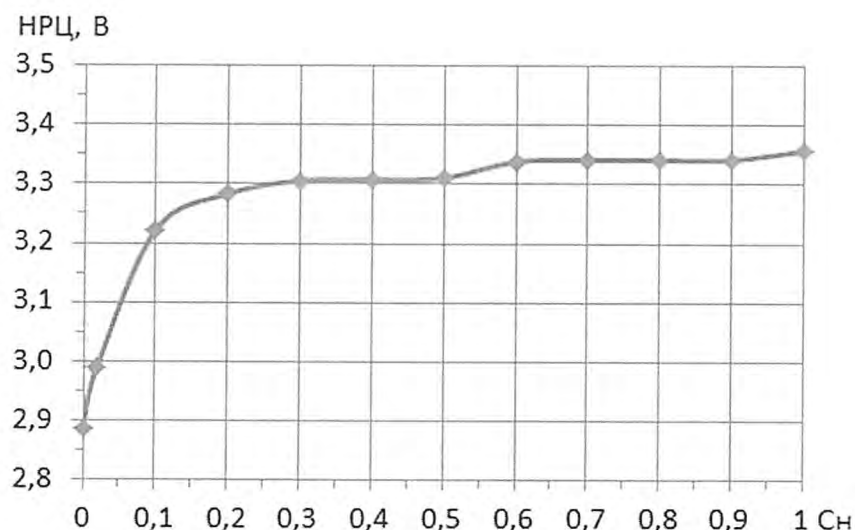


Рисунок 8 – Зависимость НРЦ от уровня заряда (в долях от  $C_n$ ) при  $t=(25\pm 3)^\circ\text{C}$

Постоянство уровня заряда аккумулятора, находящегося в ЗИП, можно обеспечить компенсацией саморазряда периодическим подзарядом. Обеспечить нужный уровень заряда аккумулятора, находящегося в ЗИП  $\text{SOC}=60\%$ , можно с помощью компенсации саморазряда.

### 3.5.2.3 Методы замены аккумулятора в АКБ

- поддержка аккумулятора в ЗИП при постоянном уровне заряда методом компенсации саморазряда с периодичностью 1 раз в месяц и его подзаряд до уровня заряда АКБ ( $\text{SOC}_{\text{АКБ}}$ ) непосредственно перед заменой (метод 1);

- разряда аккумулятора в ЗИП до уровня заряда  $\text{SOC}=0\%$  ( $\text{DoD}=100\%$ ) с последующим зарядом до соответствующего уровня заряда АКБ ( $\text{SOC}_{\text{АКК}} = \text{SOC}_{\text{АКБ}}$ ) (метод 2);

- поддержки уровня заряда аккумулятора на уровне АКБ  $\text{SOC}_{\text{АКК}} = \text{SOC}_{\text{АКБ}}$  (метод 3);

#### 3.5.2.3.1 Метод компенсации саморазряда

- Измерить температуру на клеммах аккумулятора, она должна быть плюс  $(25\pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- Измерить НРЦ с помощью измерительного прибора типа НЮКИ (или аналога) с погрешностью не более  $0,1\%$ ;
- Подключить аккумулятор к зарядно-разрядному устройству (ЗРУ);
- Произвести разряд аккумулятора током  $0,2C_n$  до напряжения  $2,5\text{ В}$ , рассчитать и зафиксировать разрядную ёмкость  $C_p^1$ ;
- Выдержать аккумулятор в бестоковом состоянии  $1\text{ ч}$ ;
- Произвести повторный разряд аккумулятора током  $0,2C_n$  до напряжения  $2,5\text{ В}$ , рассчитать и зафиксировать разрядную ёмкость  $C_p^2$ ;
- Рассчитать остаточную ёмкость аккумулятора  $C_{\text{ост}} = C_p^1 + C_p^2$ ;
- Рассчитать величину саморазряда ( $\text{ВСР}$ ,  $\%/ \text{месяц}$ ) аккумулятора, используя величину зарядной ёмкости  $C_{\text{ЗК}}$  предыдущего полного цикла заряда (контрольного, или перед отгрузкой) и количество месяцев  $N$ , прошедших со времени окончания контрольного цикла по формуле

$$ВСР = 100 \cdot C_{ост} / (C_{зк} \cdot N), \%$$

- Рассчитать уровень заряда аккумулятора по формуле  $SOC (\%) = C_{ост} / (C_{зк} \cdot 100 \%)$ ;
- Зарядить аккумулятор по двухступенчатому режиму, при постоянном токе  $0,2C_n$  на первой ступени до достижения напряжения 3,7 В с переходом на вторую ступень – заряд при постоянном напряжении до снижения тока заряда до величины  $0,02C_n$  при температуре окружающей среды плюс  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Рассчитать и зафиксировать зарядную ёмкость  $C_3$ ;
- Разрядить аккумулятор до уровня заряда  $0,6C_3$  током  $0,2C_n$ , т.е. провести разряд током  $0,2C_n$  в течение 2 ч (ограничение по напряжению 2,8 В);
- Проводить по истечении 30 дней подзаряд аккумулятора током  $0,2C_n$  в течение времени  $T = ВСР \cdot C_3 / (100 \cdot I)$ , где  $I = 0,2 \cdot C_n$  (А);
- Непосредственно перед установкой аккумулятора в АКБ необходимо определить уровень заряда АКБ ( $SOC_{АКБ}$ ).
- Непосредственно перед установкой аккумулятора, хранящегося в ЗИП при уровне заряда 60 %, в АКБ необходимо провести подзаряд аккумулятора током  $0,2C_n$  в течение времени:

$$T = ВСР \cdot C_3 / (100 \cdot I), \quad (2)$$

где  $I = 0,2 \cdot C_n$  (А);

$t_{тек}$  – время в месяцах, прошедшее с даты последнего подзаряда до уровня заряда  $0,6C_3$ ;

– Зарядить аккумулятор до уровня заряда АКБ ( $SOC_{АКБ}$ ) током  $C_n$  в течение времени  $T = ((SOC_{АКБ} - 60) \cdot C_n) / (100 \cdot I)$ , где  $I = 0,2 \cdot C_n$  (А);

– Через 60 минут после отключения ЗУ измерить температуру на клеммах аккумулятора, она должна быть плюс  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

– Измерить НРЦ и внутренне сопротивление аккумулятора с помощью измерительного прибора типа НЮКИ (или аналога) с погрешностью не более 0,1 %;

– Произвести замену аккумулятора в АКБ на данный аккумулятор.

#### 3.5.2.3.2 Метод заряда аккумулятора до уровня заряда АКБ

– Измерить температуру на клеммах аккумулятора, она должна быть плюс  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

– Измерить НРЦ с помощью измерительного типа НЮКИ (или аналога) с погрешностью не более 0,1 %;

– Подключить аккумулятор к зарядно-разрядному устройству (ЗРУ);

– Произвести разряд аккумулятора током  $0,2C_n$  до напряжения 2,5 В, рассчитать и зафиксировать разрядную ёмкость  $C_p^1$ ;

– Выдержать аккумулятор в бестоковом состоянии 10 мин;

– Зарядить аккумулятора по одноступенчатому режиму, при постоянном токе  $0,2C_n$  с ограничением напряжения 3,7 В до уровня заряда АКБ ( $SOC_{АКБ}$ ) током  $C_n$  в течение времени  $T = SOC_{АКБ} \cdot C_n / (100 \cdot I)$ , где  $I = 0,2 \cdot C_n$  (А);

– Через 60 минут после отключения ЗУ измерить температуру на клеммах аккумулятора, она должна быть плюс  $(25 \pm 5)$  °С;

– Измерить НРЦ и внутренне сопротивление аккумулятора с помощью измерительного прибора типа НЮКИ (или аналога) с погрешностью не более 0,1 %;

– Произвести замену отстающего аккумулятора в АКБ на данный аккумулятор.

3.5.2.3.3 Метод поддержания уровня заряда аккумуляторов в ЗИП при значениях равным уровню заряда АКБ

Аккумуляторы, находящиеся в ЗИП должны быть постоянно подключены к зарядно-разрядному устройству, которое управляется СКУ АКБ, тем самым воспроизводится режим работы АКБ, соответственно уровень заряда аккумулятора будет соответствовать уровню заряда АКБ.

3.5.3 Требования к системе контроля и управления (СКУ, BMS)

– СКУ предназначена для сбора и накопления информации о параметрах литий-ионной батареи и отдельных аккумуляторов в ее составе при эксплуатации и контроля аварийных ситуаций.

– Измерение напряжения тока и температуры должно производиться с периодичностью от 1 с до 5 мин.

– Контроль аварийной ситуации (превышение допустимых режимов эксплуатации согласно техническим условиям на аккумуляторы) должен обеспечить подачу сигнала аварии.

– СКУ должна обеспечивать измерение температуры на клеммах аккумулятора в диапазоне от минус 40 до плюс 50 °С. Приведенная относительная погрешность измерений не должна превышать 2 %.

– СКУ должна обеспечивать измерение напряжения на каждой ячейке аккумулятора в диапазоне от 1 до 5 В. Приведенная относительная погрешность измерений не должна превышать 0,5 %.

– СКУ должна обеспечивать измерение тока цепи аккумулятора в диапазоне от 1 до 1000 А. Приведенная относительная погрешность измерений не должна превышать 1 %.

– СКУ должна работать в составе аккумуляторной батареи и получать питание от нее.

– СКУ должна сохранять работоспособность и основные технические характеристики в условиях воздействия электромагнитных помех согласно ГОСТ 30804.6.2-2013 (IEC 61000-6-2:2005) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний».

– Время непрерывной работы СКУ должно быть не менее 90000 ч.

– Вероятность безотказного функционирования изделия должна быть не менее 0,9.

– Время восстановления работоспособности СКУ не должно превышать 2 ч.

– Полный назначенный срок службы изделия должен составлять не менее 8 лет.

- СКУ должна допускать необслуживаемое хранение при температуре от 0 до плюс 30 °С и относительной влажности воздуха до 80 %.
- СКУ должна допускать транспортирование всеми видами транспорта при температуре от минус 40 до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 90 % при температуре плюс 25 °С.
- СКУ при эксплуатации не должна создавать опасностей для обслуживающего персонала.
- СКУ не должна требовать внешнего принудительного охлаждения.
- Программное обеспечение СКУ должно обеспечивать реализацию всех функций, приведенных в настоящем ТУ.

#### **4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

4.1 Техническое обслуживание аккумуляторов необходимо проводить каждые 6 месяцев при хранении и эксплуатации в режиме заряд/разряд и 12 месяцев при эксплуатации в режиме постоянного подзаряда.

4.2 Обслуживание аккумуляторов и батарей проводить при температуре окружающей среды от плюс 10 до плюс 30 °С.

4.3 При техническом обслуживании выполнить внешний осмотр на отсутствие следов коррозии клемм и следов электролита.

4.4 Протирать аккумуляторы материалом (тряпкой, ветошью, и др.), не вызывающим появление статического электричества.

4.5 Производить зачистку соединительных медных шин в случае их потемнения и появления следов коррозии с целью снижения сопротивления и предотвращения разогрева при эксплуатации.

#### **5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ**

5.1 Аккумуляторы не подлежат ремонту.

#### **6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ АККУМУЛЯТОРЫ В СОСТАВЕ БАТАРЕИ БЕЗ СКУ!**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ КЛАСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРЕДМЕТЫ НА ВЫВОДНЫЕ КЛЕММЫ АККУМУЛЯТОРА ВО ИЗБЕЖАНИЕ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ!**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ НАРУШАТЬ РЕЖИМЫ ЗАРЯДА И РАЗРЯДА! НАРУШЕНИЕ УКАЗАННЫХ РЕЖИМОВ ПРИВОДИТ К ВЫХОДУ АККУМУЛЯТОРОВ ИЗ СТРОЯ!**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ВСКРЫВАТЬ ИЛИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ АККУМУЛЯТОРЫ С ПОВРЕЖДЕННЫМ НЕГЕРМЕТИЧНЫМ КОРПУСОМ!**

При попадании электролита на кожу, в глаза, промыть загрязненные участки водой с мылом. При необходимости обратиться к врачу.

В случае попадания электролита внутрижелудочно, необходимо вызвать рвоту большим количеством воды и немедленно вызвать врача. При вдыхании паров выйти на свежий воздух и проветрить помещение. При необходимости обратиться к врачу.

Материалы, содержащиеся в аккумуляторе, в соответствии с токсико – гигиенической оценкой химического продукта Российского Регистра Потенциально Опасных Химических и Биологических Веществ Роспотребнадзора РФ, относятся:

анодный материал: кожно, внутрижелудочно – 4 класс опасности (малоопасные вещества);

катодный материал: кожно, внутрижелудочно – 4 класс опасности (малоопасные вещества);

электролит: кожно – 4 класс опасности (малоопасные вещества); внутрижелудочно – 3 класс опасности (умеренно опасные вещества).

## 7 ХРАНЕНИЕ

7.1 Для аккумуляторов находящихся на хранении проводится:

7.1.1 Техническое обслуживание в соответствии с разделом 4.

7.1.2 Процедура дозаряда. Аккумуляторы необходимо разрядить постоянным током  $0,2C_n$  до конечного напряжения 2,5 В при температуре на клеммах аккумулятора плюс  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . Для дальнейшего хранения зарядить постоянным током  $0,2C_n$  в течение 4 ч до достижения уровня заряда  $0,8C_n$ , при этом напряжение не должно превышать 3,7 В.

7.2 Аккумуляторы должны храниться в вертикальном положении в частично заряженном состоянии при температуре от 0 до плюс  $30 ^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 80 %.

7.3 Запрещается хранение полностью заряженного и полностью разряженного аккумулятора, уровень заряда должен составлять от 50 до 80 %.

7.4 При хранении аккумуляторы должны быть защищены от прямого воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков.

7.5 Условия хранения должны исключать прямое попадание влаги на корпус аккумулятора.

7.6 При хранении аккумуляторов в отапливаемых помещениях расстояние от отопительных приборов до аккумулятора должно быть не менее 1 м.

## 8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

8.1 Транспортирование аккумуляторов должно производиться в вертикальном положении, в упаковке изготовителя, всеми видами транспорта, в крытых транспортных средствах и в соответствии с действующими для каждого вида транспорта правилами, утвержденными в установленном порядке.

8.2 При транспортировании аккумуляторов допускается воздействие ударных нагрузок многократного действия с пиковым ударным ускорением  $30 \text{ м/с}^2$  (3g) при длительности действия ударного ускорения от 2 до 20 мс и синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 1 до 50 Гц при ускорении  $50 \text{ м/с}^2$  (5g) в течение 8 ч в части воздействия механических факторов внешней

среды - по группе Ж ГОСТ 23216-78 «Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний».

8.3 При транспортировании аккумуляторов допускается воздействие климатических факторов – по группе условий хранения 6 (ОЖ2) ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды» при температуре от минус 50 до плюс 60 °С.

8.4 При транспортировании упаковка с аккумуляторами должна быть предохранена от падений и воздействия атмосферных осадков.

## **9 УТИЛИЗАЦИЯ**

**УТИЛИЗАЦИЯ АККУМУЛЯТОРОВ И БАТАРЕЙ ДОЛЖНА ПРОИЗВОДИТЬСЯ ТОЛЬКО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ!**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ УТИЛИЗИРОВАТЬ АККУМУЛЯТОРЫ В МЕСТАХ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ ОБЩЕГО ИЛИ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ!**

## **10 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

10.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества аккумуляторов требованиям технических условий ТУ 3482-006-64366939-2016 при соблюдении Потребителем условий эксплуатации, технического обслуживания, транспортирования и хранения, установленных техническими условиями и эксплуатационной документацией.

10.2 Гарантийный срок – один год с момента поставки аккумуляторов Потребителю.

10.3 Гарантия изготовителя не распространяется на работу аккумуляторов в составе аккумуляторной батареи без СКУ.

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводит. докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

	Подпись и дата
	Индв. № дубл.
	Взам. инв. №
	Подпись и дата
	Индв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

LT-LFP.270.11.01.000 РЭ

Лист