

---

**MARATHON**  <sup>®</sup>

***Powerfit*** <sup>®</sup>

 ***Sprinter*** <sup>®</sup>

**Руководство по эксплуатации стационарных герметизированных аккумуляторов с электролитом, фиксированном в стекловолоконном сепараторе (AGM)**

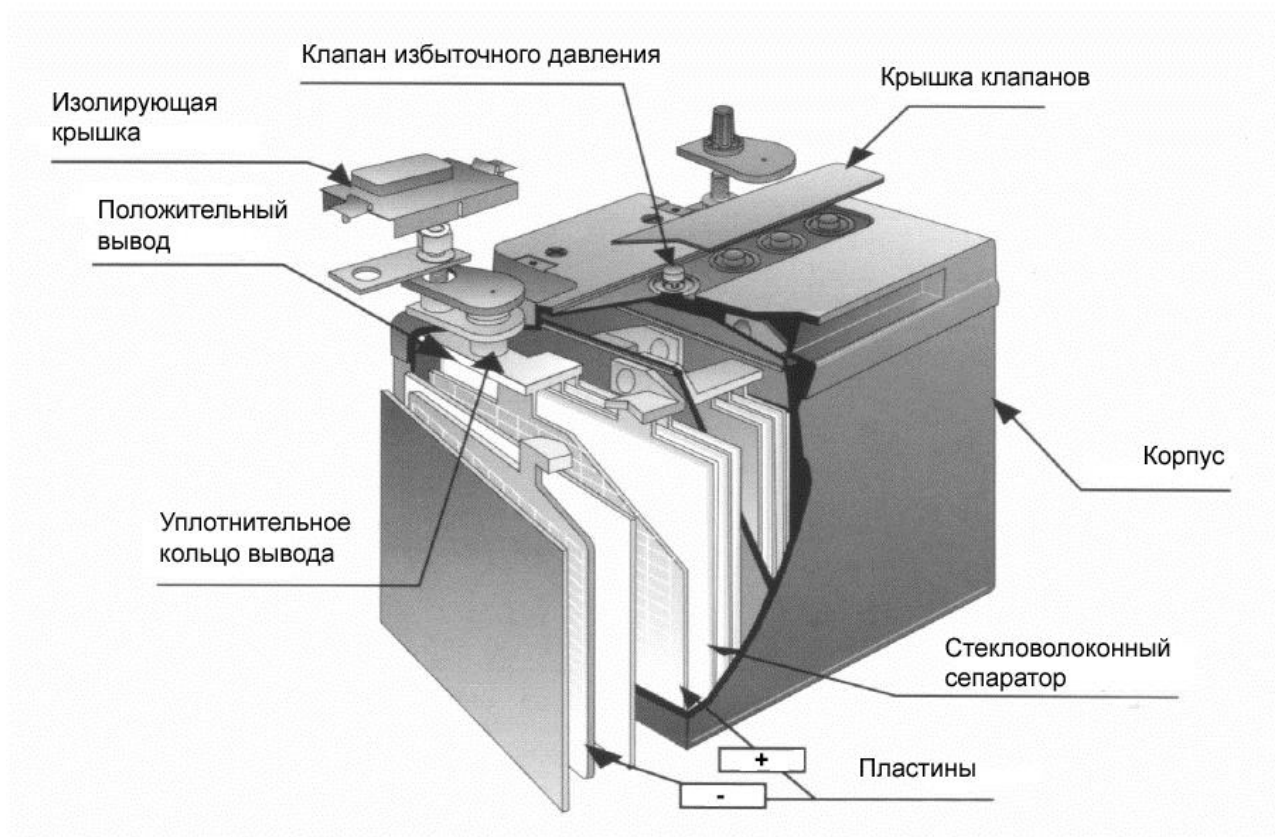
**Часть 2**

**Монтаж, ввод в эксплуатацию, эксплуатация**

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Транспортировка, доставка и приемка аккумуляторов          | 4  |
| 2.    | Безопасность   | 8  |
| 3.    | Хранение   | 9  |
| 3.1.  | Необходимые требования                                     | 9  |
| 3.2.  | Условия хранения   | 10 |
| 3.3.  | Время хранения   | 11 |
| 3.4.  | Измерения в процессе хранения                              | 11 |
| 4.    | Монтаж и ввод в эксплуатацию                               | 13 |
| 4.1.  | Аккумуляторное помещение, вентиляция и основные требования | 13 |
| 4.2.  | Подготовительные мероприятия                               | 22 |
| 4.3.  | Непосредственно монтаж                                     | 23 |
| 4.4.  | Параллельное соединение                                    | 23 |
| 4.5.  | Рабочее положение элементов и моноблоков                   | 24 |
| 5.    | Ввод в эксплуатацию  | 26 |
| 6.    | Эксплуатация   | 27 |
| 6.1.  | Напряжение и ток непрерывного заряда                       | 27 |
| 6.2.  | Наложенные переменные токи                                 | 29 |
| 6.3.  | Разброс напряжения подзаряда                               | 30 |
| 6.4.  | Продолжительность заряда                                   | 31 |
| 6.5.  | Эффективность заряда                                       | 33 |
| 6.6.  | Выравнивающий заряд  | 34 |
| 6.7.  | Разряд, проверка емкости                                   | 35 |
| 6.8.  | Циклический режим  | 38 |
| 6.9.  | Внутреннее сопротивление                                   | 40 |
| 6.10. | Влияние температуры  | 41 |
| 6.11. | Применение в ИБП   | 46 |
| 6.12. | Плановые проверки и техническое обслуживание               | 48 |
| 7.    | Переработка  | 52 |
| 8.    | Список литературы  | 53 |

## Основы конструкции AGM-аккумулятора с клапаном избыточного давления



AGM – аббревиатура от **A**bsorbent **G**las **M**at (абсорбирующая стеклянная матрица), микропористый материал, выполняющий двойную функцию: резервуара для электролита и одновременно сепаратора, электрически разделяющего положительную и отрицательную пластины.

Весь электролит полностью впитан в стекловолоконный сепаратор.

В свободном состоянии электролит внутри аккумулятора отсутствует.

## **1. Транспортирование, доставка и приемка аккумуляторов.**

### **1.1 Перевозка герметизированных батарей и батарей с жидким электролитом сухопутным транспортом.**

Элементы и блоки должны перевозиться в вертикальном положении.

Аккумуляторы без видимых повреждений не классифицируются как опасный груз в соответствии с нормами транспортирования опасных грузов по автомобильным (ADR) и железным (RID) дорогам.

Аккумуляторы должны быть защищены от коротких замыканий, скольжения, опрокидывания, механических напряжений и повреждений. Элементы и блоки могут устанавливаться любым рациональным способом на паллетах и, если того требуют правила ADR или RID, должны приниматься специальные меры по обеспечению безопасности перевозки. Запрещается скреплять паллеты между собой.

Не должно быть следов и потеков кислоты на внешней стороне упаковки.

Элементы и блоки, в которых обнаружены протечки или трещины в корпусе, а также иные нарушения целостности, при упаковке и транспортировании должны классифицироваться как категория 8 опасных грузов согласно UN 2794.

### **1.2 Перевозка морским транспортом батарей с жидким электролитом**

Аккумуляторные элементы и блоки, заполненные электролитом, должны упаковываться и транспортироваться как опасный груз в соответствии с IMDG.

Классификация:

UN: 2794,

Класс:8

Допускается перевозка в деревянных ящиках или на паллетах при соблюдении следующих дополнительных условий:

- Элементы / блоки должны транспортироваться в вертикальном положении, на них не должно быть видимых повреждений, они должны быть защищены от коротких замыканий, скольжения, опрокидывания механических напряжений и повреждений.
- Запрещается скреплять элементы между собой.

- Между блоками для безопасности могут устанавливаться промежуточные изолирующие вкладыши, при условии, что полюсы аккумуляторов не нагружены располагающимися выше модулями.
- Запрещается скреплять паллеты между собой.
- Электролит не должен вытекать из элементов / блоков при их наклоне до 45 градусов.

### **1.3 Перевозка морским транспортом герметизированных аккумуляторов**

Аккумуляторы из приведенных ниже производственных программ не классифицируются как опасный груз согласно IMDG, так как они удовлетворяют также требованиям IATA статьи A67.

Sonnenschein:

A400, A500, A600, A600 SOLAR, A700, PowerCycle, SOLAR и  
SOLAR BLOCK

Absolyte

Marathon

Sprinter

Powrfit

### **1.4. Перевозка воздушным транспортом сухозаряженных свинцово-кислотных аккумуляторов**

Ограничений на транспортирование не существует

### **1.5 Перевозка воздушным транспортом залитых электролитом свинцово-кислотных аккумуляторов**

Залитые и заряженные аккумуляторные батареи являются опасным грузом с точки зрения авиaperевозок и могут транспортироваться только грузовыми самолетами. При этом должны соблюдаться правила упаковки 800 IATA.

Если аккумуляторы входят в состав какого-либо оборудования, то при перевозке воздушным транспортом выводы аккумуляторов должны быть отключены и защищены от коротких замыканий. Это необходимо для того, чтобы избежать непредвиденных ситуаций, например, таких, как возгорание и т.д.

## **1.6 Перевозка воздушным транспортом герметизированных аккумуляторов**

Аккумуляторы перечисленных ниже серий не классифицируются как опасный груз согласно статье IATA A67.

Sonnenschein:

A400, A500, A600, A600 SOLAR, A700, PowerCycle, SOLAR и SOLAR BLOCK

Absolyte

Marathon

Sprinter

Powrfit

Если аккумуляторы входят в состав какого-либо оборудования, то при перевозке воздушным транспортом выводы аккумуляторов должны быть отключены и защищены от коротких замыканий. Это необходимо для того, чтобы избежать непредвиденных ситуаций, например, таких, как возгорание и т.д.

## **1.7 Сокращения**

ADR: The European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road - Европейское соглашение о правилах международных перевозок опасных грузов по автомобильным дорогам (действует на большей части Европы).

RID: Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail - Правила международных перевозок опасных грузов по железной дороге (действуют на большей части Европы, в некоторых странах Северной Африки и на Среднем Востоке).

IMDG: The International Maritime Dangerous Goods Code. Международная система кодов грузов, опасных для морских перевозок.

IATA: The International Air Transportation Association (worldwide) – Всемирное международное объединение авиаперевозчиков.

ICATO: Civil Aviation Organization's Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air - Технические инструкции, применяемые в гражданской авиации, при перевозке опасных грузов.

### **1.8. Принципы поставки и хранения**

- Герметизированные аккумуляторы производства компании GNB Industrial Power могут поставляться непосредственно с заводов, из центров временного хранения или через торговых представителей.
- Партия товара может быть идентифицирована как по количеству и типу элементов или блоков, так и посредством чертежей внешнего вида аккумуляторов.
- Убедитесь в целостности упаковки и паллет.
- Не устанавливайте одну паллету на другую.
- Внимательно изучите инструкции, прилагающиеся к грузу.
- Принимайте меры предосторожности при транспортировании грузов, считающихся хрупкими и соответствующим образом промаркированных.
- GNB Industrial Power выбирает для всех видов выпускаемой продукции оптимальный вид упаковки, обеспечивающий сохранность груза в процессе всех транспортных операций, однако, если при разгрузке товара все-таки были замечены повреждения, то перевозчик обязан сообщить об этом в течение 48 часов, считая от момента их обнаружения.
- При передаче перевозчику следует убедиться в том, что адрес доставки соответствует заказу или договору купли-продажи оборудования.



## 2. Безопасность

На всех этапах жизненного цикла батарей, начиная с хранения и заканчивая переработкой, должны соблюдаться следующие правила безопасности:

- Внимательно ознакомьтесь с инструкциями по монтажу и инструкциями по эксплуатации.
- Не курить. Не допускать появления открытого пламени.
- Всегда работать в защитных резиновых перчатках, защитных очках и спецодежде (включая защитную обувь).
- Даже в отключенном состоянии батарея сохраняет электрический заряд. Металлические части аккумулятора обладают высокой электропроводностью.
- Использовать только изолированный рабочий инструмент.
- Никогда не оставлять инструмент на аккумуляторных батареях, в особенности на их токоведущих частях, так как это несет в себе угрозу поражения электрическим током.
- Проверьте усилия затяжки крепежных болтов, если межблочные или межэлементные соединители батареи плохо закреплены.
- Никогда не переносите и не поднимайте элементы или блоки за выводы.
- Избегайте толчков и ударов.
- Никогда не используйте синтетических материалов для ухода за батареей. Для протирки аккумуляторов используйте только влажную ткань, смоченную в чистой воде без каких бы то ни было добавок.
- Избегайте электростатических зарядов и разрядов/искр.



только для номинальной емкости < 25 Ач



### 3. Хранение

В интересах потребителей продукции, время хранения должно быть сокращено до минимума. На момент поставки элементы/блоки не являются полностью заряженными.

#### 3.1. Необходимые требования

Не допускайте загрязнения и запыленности поверхности батарей.

Место хранения аккумуляторов должно обеспечивать следующие условия:

- Защищать элементы или блоки от резких перепадов температуры и повышенной влажности,
- Защищать элементы или блоки от прямых или отраженных солнечных лучей,
- Полы в помещении должны выдерживать вес батарей,
- Складская площадь и прилегающая территория должны содержаться в чистоте, быть сухими, поддерживать температуру хранения выше 0°C в течение всего года (см. также раздел 3.2), и находиться под регулярным наблюдением,
- Электрические выводы элементов или блоков должны быть во время хранения защищены от короткого замыкания,
- Элементы или блоки должны быть защищены от опрокидывания и падения на них тяжелых предметов.

### 3.2. Условия хранения

- Скорость саморазряда элементов и блоков напрямую зависит от их температуры (см. рис. 1).

- Хранение батарей на паллетах под полимерной пленкой в принципе разрешено. Однако такой способ хранения не рекомендуется в помещениях, где возможны значительные колебания температуры или наблюдается повышенная влажность. Как в первом, так и во втором случае под пленкой может образовываться конденсат. Со временем такая конденсация влаги приводит к намоканию выводов аккумуляторов, и, как следствие, появлению «блуждающих» поверхностных токов, которые, как и любой другой ток утечки, существенно увеличивают скорость саморазряда аккумуляторов.

В качестве исключения, полностью заряженные свинцово-кислотные аккумуляторы могут храниться при температурах ниже нуля, если гарантируются сухая поверхность элементов/блоков и отсутствие эффектов конденсации, выпадения росы и т.п.

- Запрещено устанавливать паллеты друг на друга.

- Избегайте размещения распакованных элементов или блоков на конструкциях с острыми кромками.

- Для товара из одной партии рекомендуются одинаковые условия хранения.

### 3.3. Время хранения

Максимальное время хранения полностью заряженных аккумуляторов при температуре  $\leq 20^{\circ}\text{C}$  составляет 18 месяцев.

С повышением температуры хранения возрастает скорость саморазряда аккумуляторов, и соответственно сокращаются временные интервалы между профилактическими зарядами батареи.

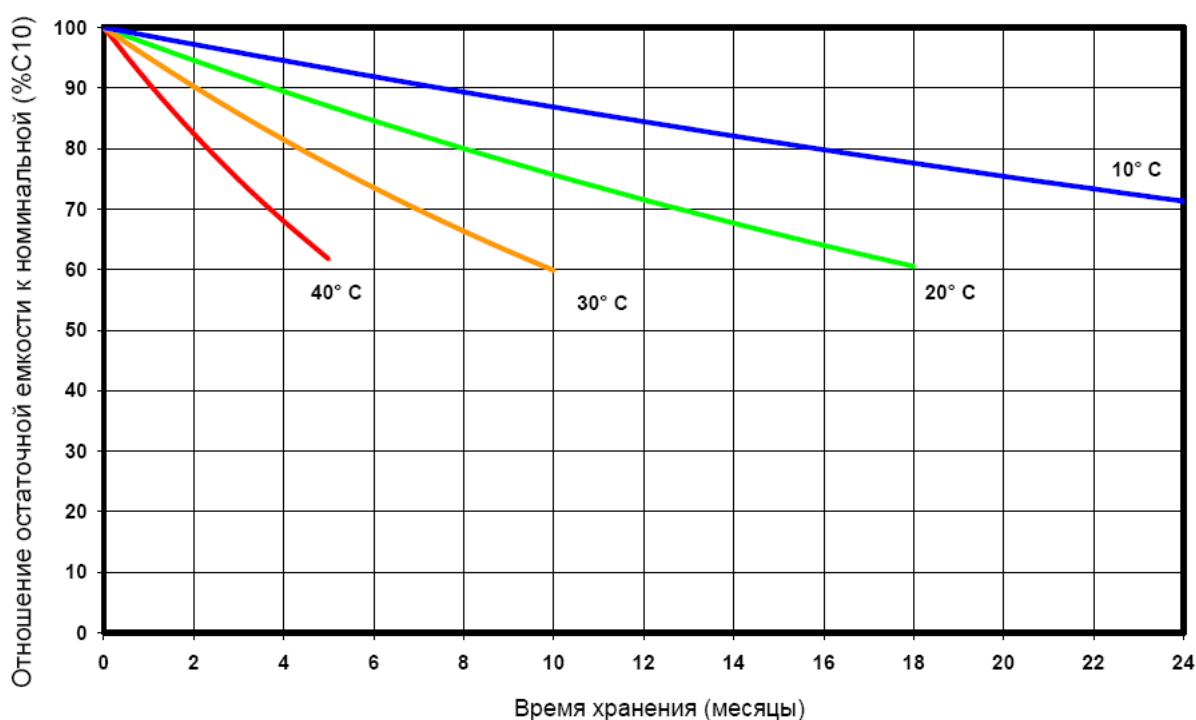


Рис. 1: Саморазряд аккумуляторов в зависимости от температуры (Matathon, Sprinter, Powerfit)

### 3.4. Измерения в процессе хранения

- Основной принцип товарооборота хранения должен базироваться на методе FIFO (“First In - First out” – «первый вошел - первый вышел»), предотвращающем передержку продукции на складе.
- Измерения, описанные ниже, также относятся к элементам/блокам, временно выведенным из эксплуатации.
- Для очистки аккумуляторов никогда не используйте растворители – только влажные тканевые салфетки, смоченные чистой водой без добавок.
- При длительном хранении рекомендуется измерять напряжение холостого хода аккумуляторов с указанной периодичностью:

- при 20°C: после 6 месяцев хранения и затем через каждые 3 месяца,

- при 30°C: после 4 месяцев хранения и затем через каждые 2 месяца.

- Профилактический заряд необходим, если измеренное напряжение холостого хода меньше:

2 В элементы: 2,095 В

6 В блоки: 6,285 В

12 В блоки: 12,57 В

- Под профилактическим зарядом понимают подзаряд батареи для компенсации последствий саморазряда в процессе ее хранения и придания ей полностью заряженного состояния. Профилактический заряд рекомендуется производить по методу IU (постоянный ток/постоянное напряжение).

| Температура °С | Напряжение В/эл | Максимальный ток, А | Максимальное время заряда, часы |
|----------------|-----------------|---------------------|---------------------------------|
| 20             | 2,40            | не ограничен        | 48                              |
| 25             | 2,37            | не ограничен        | 48                              |
| 30             | 2,34            | не ограничен        | 48                              |

Табл. 1 Профилактический заряд: значения напряжений и максимального времени заряда

- В случае временного вывода аккумуляторов из эксплуатации вместо регулярных профилактических зарядов может использоваться режим непрерывного подзаряда в соответствии с разделом 6.1.

## 4. Монтаж и ввод в эксплуатацию

### 4.1. Аккумуляторное помещение, вентиляция и основные требования

Основные положения: данный раздел содержит только общие указания и представляет собой выдержки из национальных и международных стандартов и директив. Для более детальной информации см. EN 50272-2 [2] и ГОСТ Р МЭК 62485-2-2011 [13]. Также рекомендуется следовать инструкциям по эксплуатации и монтажу.

#### 4.1.1. Температура

Температуру в батарейном помещении следует поддерживать в диапазоне от +10°C до +30°C. Оптимальные условия эксплуатации соответствуют номинальной температуре +20°C (или +25°C для американской продукции). Температура элементов или блоков в батарее должна быть по возможности одинаковой – разница между крайними значениями допускается не более 5 градусов.

#### 4.1.2. Размеры помещения и состав полов

Высота батарейного помещения должна быть как минимум 2 метра над уровнем пола с установленным оборудованием. Уровень пола и его конструкция должна выдерживать вес батарей. Покрытие должно быть стойким к воздействию электролита в случае установки батарей классического типа. Данное предписание не является строгим при размещении батарей с клапанным регулированием.

Примечание: требование кислотостойкости полов также не является строгим и в случае эксплуатации батарей с жидким электролитом, но при условии, что они размещаются в специальных поддонах. Каждый такой поддон должен иметь свободное пространство, где может помещаться электролит, по крайней мере, из одного элемента или блока батареи.

Область пола, находясь на которой можно дотронуться рукой до каких-либо деталей батареи (расстояние вытянутой руки – см. Примечание 2), должна быть электростатически защищена во избежание появления электростатического заряда. Сопротивление изоляции, измеренное в соответствии IEC 61340-4-1, должно быть менее 10 МОм.

В то же время, пол должен иметь достаточное сопротивление R для обеспечения безопасности персонала. Поэтому сопротивление изоляции пола, измеренное в соответствии со стандартом IEC 61340-4-1 должно быть:

От 50 кОм до 10 МОм, если напряжение батареи не выше 500 В;

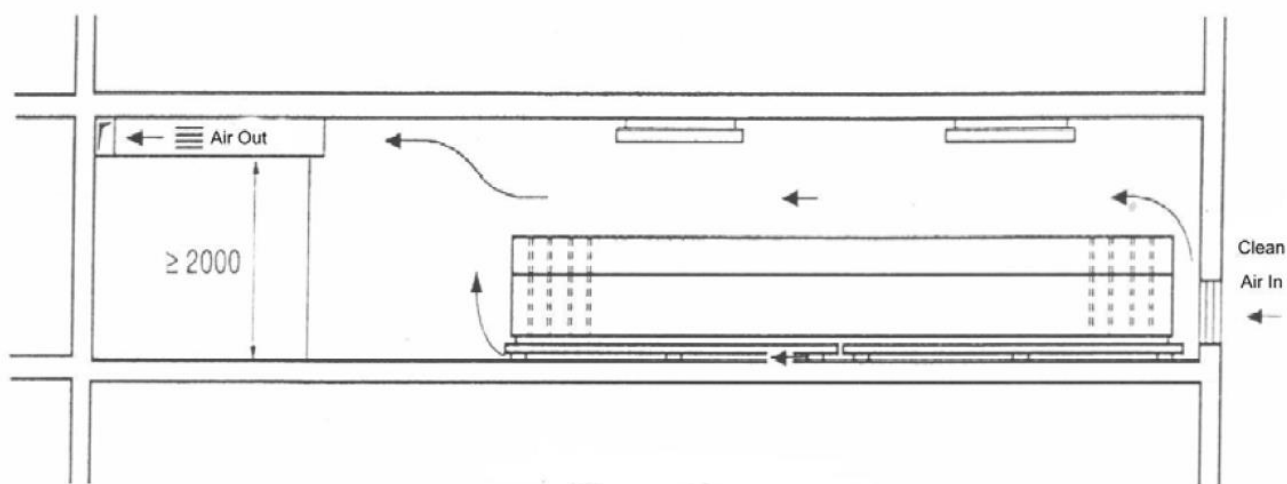
От 100 кОм до 10 МОм, если напряжение батареи свыше 500 В;

Примечание 1: для более эффективной защиты от статического электричества обслуживающему персоналу следует выполнять любые работы на батарее только в специальной антистатической обуви. Тип обуви должен соответствовать EN 345.

Примечание 2: расстояние вытянутой руки принимается равным 1,25 м (определение расстояния вытянутой руки см. HD 384.4.41)

Места подачи и вытяжки воздуха в аккумуляторном помещении. Рекомендуемый путь циркуляции воздуха показан на рисунке ниже.

Если места подачи и вытяжки воздуха в аккумуляторном помещении расположены по одной стене, то расстояние между ними должно быть как минимум 2 метра согласно EN 50272-2 [2].



#### 4.1.3. Вентиляция

Аккумуляторное помещение должно вентилироваться в соответствии с EN 50272-2 [2] для того, чтобы растворенный в воздухе горючий газ (водород), выделяющийся при работе батареи, не скапливался в опасных концентрациях. Кроме того, электротехнические установки должны иметь класс защиты от влаги не "EX", а быть разработаны для влажных помещений.

**Никогда не устанавливайте батареи в герметичных отсеках.**

Источники электрических искр должны располагаться на безопасном расстоянии от отверстий в корпусах аккумуляторов (клапанов избыточного давления), как определено в EN 50272-2 [2].

Запрещено применение устройств с открытым пламенем или электронагревателей с открытой спиралью накаливания. Температура нагретых поверхностей должна быть не более 300°C.

Разрешено использование переносных светильников только при условии, что их стеклянная колба соответствует классу защиты II и категории защиты от пыли и влаги IP54.

#### 4.1.3.1. Требования к вентиляции

Извлечение из EN 50272-2 [2]: «...Минимальная скорость воздухообмена для вентиляции места расположения батареи или аккумуляторного отсека рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = 0.05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Где **n** – количество элементов в батарее,

**I<sub>gas</sub>** – ток газовой выделению для поддерживающего или ускоренного заряда [мА/Ач] – характерные значения, принимаемые для расчетов, указаны в табл. 2

**C<sub>rt</sub>** – емкость 10-часового разряда свинцово-кислотных элементов до напряжения 1,8 В при температуре 20°C...»

| Режим заряда         | Аккумуляторные элементы с жидким электролитом и содержанием сурьмы < 3% | Герметизированные аккумуляторные элементы с клапаном избыточного давления |
|----------------------|---|---|
| Поддерживающий заряд | 5   | 1   |
| Ускоренный заряд     | 20  | 8   |

Таблица 2: Характерные значения **I<sub>gas</sub>** в соответствии с EN 50272-2 [2] для зарядов по IU-профилю и U-профилю в зависимости от режима работы и типа свинцово-кислотного аккумулятора (для рабочей температуры до +40°C). Значение тока газовой выделению, принимаемое для расчета производительности вентиляции батарей классической технологии, может быть сокращено вдвое, если на элементах установлены рекомбинационные каталитические пробки.

Минимальная площадь входного и выходного вентиляционных отверстий при естественной вентиляции рассчитывается по следующей формуле:

$$A \geq 28 \cdot Q \text{ [cm}^2\text{]}$$

Считается, что скорость движения воздуха за счет естественной конвекции не менее 0,1 м/с.



### Пример 1:

Рассчитать скорость воздухообмена и площадь вентиляционных отверстий при естественной вентиляции в режиме поддерживающего заряда для батареи 220 В, 110 элементов,  $C_{10} = 400$  Ач, классического типа, с низким содержанием сурьмы.

Расчет требуемой производительности вентиляции производим по формуле:

$$Q = 0.05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$n = 110$$

$$I_{\text{gas}} = 5 \text{ (из таблицы 2)}$$

$$C_{\text{rt}} = 400$$

$$\text{Получаем } Q = 11 \text{ м}^3\text{/ч} \text{ и } A \geq 308 \text{ см}^2$$

### Пример 2:

Батарея с теми же параметрами, что и в примере 1, но герметизированного типа.

Тогда  $I_{\text{gas}} = 1$  вместо 5, и

$$Q = 2,2 \text{ м}^3\text{/ч} \text{ и } A \geq 62 \text{ см}^2$$

Примечание: Программа расчета предоставляется по требованию.

#### **4.1.3.2. Окружающее пространство батареи**

Извлечение из EN 50272-2 [2]: «...в непосредственной близости к батарее может формироваться зона повышенной опасности из-за повышенной концентрации в атмосфере выделяющихся при заряде газов. Поэтому вблизи батареи необходимо предусмотреть зону отчуждения, где запрещены к применению приборы накаливания (максимальная температура поверхности не более 300°C), а также источники электрических искр. Степень рассеяния выделяющегося газа зависит от скорости газовой выделенной и производительности местной вентиляции. Для расчета безопасного расстояния  $d$  от источника газовой выделенной применяют приведенную ниже формулу, выведенную в приближении полусферического рассеяния газа...

Примечание: требуемое безопасное расстояние  $d$  может быть также достигнуто путем установки перегородки между батареей и источником искр.

Если батарея встроена в систему бесперебойного питания, например, является частью UPS, то безопасное расстояние  $d$  может быть уменьшено в соответствии с расчетами и изменениями производителя оборудования. Производительность вентиляции должна быть такова, чтобы риск воспламенения полностью отсутствовал за счет ограничения концентрации водорода в воздухе на уровне менее 1% и применения дополнительных экранов между потенциальным источником искр и аккумуляторной батареей...»

При расчете размера зоны отчуждения по приведенной ниже формуле принимайте во внимание число элементов в блоке в зависимости от типа источника газовой выделенной:

$$d = 28.8 \cdot \left( \sqrt[3]{N} \right) \cdot \sqrt[3]{I_{\text{gas}}} \cdot \sqrt[3]{C_{\text{rt}}} \quad [\text{mm}] \quad *)$$

\*) в зависимости от типа источника выделения газа в расчете следует учитывать либо число элементов  $N$  в блоке, либо количество заливочных отверстий на элемент в обратном соотношении  $1/N$ .

Пример 1:

Элемент классического типа, одно заливочное отверстие, 100 Ач.

Поддерживающий заряд –  $I_{\text{gas}} = 5$  (согласно таблице 2)

Безопасное расстояние  $d = 28,8 \cdot 1 \cdot 1,71 \cdot 4,64 = 228,5$  мм округляем в большую сторону до 230 мм

Пример 2:

12В-моноблок классического типа, состоит из шести элементов, одно отверстие для вывода газа во внешней крышке, 100 Ач.

Поддерживающий заряд -  $I_{\text{gas}} = 5$  (согласно таблице 2)

$\sqrt[3]{N} = 1,82$ , так как моноблок состоит из шести элементов

Безопасное расстояние  $d = 28,8 \cdot 1,82 \cdot 1,71 \cdot 4,64 = 415,8$  мм округляем в большую сторону до 420 мм

Пример 3:

Элемент герметизированного типа, один клапан, 100 Ач.

Поддерживающий заряд -  $I_{\text{gas}} = 1$  (согласно таблице 2).

Безопасное расстояние  $d = 28,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 4,64 = 133,6$  мм округляем в большую сторону до 135 мм

Пример 4:

Элемент классического типа, одно заливочное отверстие, 1500 Ач.

Ускоренный заряд -  $I_{\text{gas}} = 20$  (согласно таблице 2)

Безопасное расстояние  $d = 28,8 \cdot 1 \cdot 2,71 \cdot 11,45 = 893,6$  мм округляем в большую сторону до 895 мм

Пример 5:

Элемент классического типа с тремя заливочными отверстиями, 3000 Ач.

Ускоренный заряд -  $I_{\text{gas}} = 20$  (согласно таблице 2)

$\sqrt[3]{1/N} = 0,69$  так как в элементе три заливочных отверстия

Безопасное расстояние  $d = 28,8 \cdot 0,69 \cdot 2,71 \cdot 14,42 = 776,6$  мм округляем в большую сторону до 780 мм

#### 4.1.3.3 Система центрального газоотвода

В аккумуляторных помещениях и шкафах обязательно должна быть организована вентиляция в соответствии с требованиями EN 50272-2 [2] и ГОСТ Р МЭК 62485-2-2011 [13]. Цель вентиляции - поддержание концентрации водорода ниже 4 % (объемных) в местах расположения батареи, т. е. ниже порога взрыва водорода. Места расположения и ограждения батареи считаются взрывобезопасными при сохранении концентрации водорода ниже этого предела безопасности при естественной или приточной (искусственной) вентиляции.

К этим стандартам имеется примечание, содержащее расчеты безопасного расстояния от источников выделения водорода (отверстий или клапанов аккумуляторов). Безопасное расстояние необходимо выдерживать в пределах, защищающих от пламени, искры, дуги или раскаленных устройств (максимальная температура поверхности 300°).

Система центрального газоотвода обеспечивает возможность производителю аккумуляторов организовать удаление взрывоопасного газа. Цель этой системы состоит в том, чтобы уменьшить безопасное расстояние от аккумуляторов до потенциальных источников возгорания. При этом не снижаются требования к вентиляции, установленные в указанных выше стандартах. Даже если газ будет отводиться через вентиляционные отверстия по системе трубок наружу, водород будет просачиваться через корпуса аккумуляторов, а также через стенки трубок и, при отсутствии вентиляции, будет происходить накопление водорода.

При организации системы центрального газоотвода могут использоваться только моноблоки, оснащенные специальными трубками для отвода газа. Монтаж системы центрального газоотвода должен производиться строго в соответствии с

инструкцией по установке. Каждый раз во время периодического сервисного обслуживания батареи необходимо также проверять систему центрального газоотвода (герметичность трубок по всей длине, начиная от крышки и заканчивая выходом наружу).

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 62485-2-2011 [13], пункт 7.3: "... Батареи с системой центрального газоотвода, имеющие специальную крышку для сбора газа и трубки для отвода газа, не подпадают под действие никаких стандартов. Поэтому настоятельно рекомендуется соблюдать требования настоящего стандарта, особенно раздела 7, касающегося вентиляции комнат и шкафов, в которых установлены батареи...".

Приведенный ниже расчет показывает, как при наличии системы центрального газоотвода предельная концентрация 4% H<sub>2</sub> может быть достигнута в герметичном пространстве (например, в шкафу с батареями). Это наглядно демонстрирует опасность нарушения общих требований к вентиляции. Расчеты основаны на результатах измерений при размещении аккумуляторов в шкафах. Количество дней, необходимых для достижения критической концентрации водорода в воздухе, может быть определено по уравнению:

$$x = \frac{k_{\text{Блок}} * c1 * c2}{c3}$$

где:

x - количество дней до достижения предельной концентрации 4% H<sub>2</sub>,  
k/блок - константа для конкретного типа моноблока в соотв. к Таблицей 3,  
c1 - коэффициент, учитывающий фактический свободный объем внутри шкафа в соотв. с Таблицей 4,  
c2 - коэффициент, учитывающий фактическую температуру батареи в соотв. с Таблицей 4  
c3 – количество моноблоков в батарее

Таким образом, используя Таблицы 3 и 4, можно вычислить сколько дней потребуется для достижения внутри шкафа предельной концентрации 4% H<sub>2</sub> для указанных в Таблице 3 типов батарей, различных условий и конфигураций.

Пример расчета:

Батарея 48 В (используется в системах связи и телекоммуникаций)

4 \* M12V155FT → с3 = 4

→ к = 750

Свободный объем воздуха 70% → с1 = 0,9

Температура батареи 20°C → с2 = 1

$$x = \frac{k_{\text{Блок}} * c1 * c2}{c3} = 168 \text{ дней}$$

При температуре 30°C количество дней уменьшится со 168 до 99 (поскольку при 30°C коэффициент с2 = 0,59).

| Тип моноблока    | Номинальное напряжение, В | C <sub>10</sub> Ач, 1,80 В/эл, 20 °С | Константа к |
|------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------|
| <b>M12V35FT</b>  | 12                        | 35                                   | 2228        |
| <b>M12V50FT</b>  | 12                        | 47                                   | 1659        |
| <b>M12V60FT</b>  | 12                        | 59                                   | 1322        |
| <b>M12V90FT</b>  | 12                        | 85                                   | 1324        |
| <b>M12V105FT</b> | 12                        | 100                                  | 1107        |
| <b>M12V125FT</b> | 12                        | 121                                  | 930         |
| <b>M12V155FT</b> | 12                        | 150                                  | 750         |
| <b>M6V200</b>    | 6                         | 200                                  | 873         |

Таблица 3 Константа к для различных типов моноблоков с системой центрального газоотвода

| Фактический свободный объем внутри шкафа [%] | с1   | Т [°С] | с2   |
|--|------|--------|------|
| 10   | 0.13 | ≤25    | 1    |
| 15   | 0.19 | 26     | 0.91 |
| 20   | 0.26 | 28     | 0.73 |
| 25   | 0.32 | 30     | 0.59 |
| 30   | 0.38 | 32     | 0.48 |
| 35   | 0.45 | 34     | 0.40 |
| 40   | 0.51 | 36     | 0.34 |
| 45   | 0.58 | 38     | 0.29 |
| 50   | 0.64 | 40     | 0.25 |
| 55   | 0.70 | 42     | 0.21 |
| 60   | 0.77 | 44     | 0.18 |
| 65   | 0.83 | 46     | 0.16 |
| 70   | 0.90 | 48     | 0.14 |
| 75   | 0.96 | 50     | 0.12 |
| 80   | 1.02 | 52     | 0.11 |
| 85   | 1.09 | 54     | 0.10 |
| 90   | 1.15 | 55     | 0.09 |

Таблица 4 Коэффициенты, учитывающие фактический свободный объем внутри шкафа (с1) и температуру батареи (с2)

Различные неисправности оборудования и (или) батареи, а также несоблюдение требований инструкции по эксплуатации аккумуляторов могут привести к более быстрому накоплению H<sub>2</sub>. В таком случае вышеуказанные методы расчета не могут быть применены.

#### **4.1.4 Требования к электрическим характеристикам (Защита, изоляция, сопротивление и т.д.)**

Для предотвращения накопления статического электричества при обслуживании батареи рабочая одежда и применяемые материалы, защитная обувь и перчатки должны иметь поверхностное сопротивление  $\leq 10^8$  Ом, и сопротивление изоляции  $\geq 10^5$  Ом.

Извлечение из EN 50272-2 [2]: «... Сопротивление изоляции, измеренное между токоведущими частями батареи и любым другим проводником должно быть более 100 Ом на Вольт номинального напряжения батареи, соответствующий ток утечки должен быть менее 10 мА...»

Примечание:

Перед началом данного теста аккумуляторная батарея должна быть изолирована от конструктива, на котором она размещается. При проведении других испытаний следует измерить напряжение между батареей и стеллажом или шкафом, в котором она установлена...»

Если номинальное напряжение батареи более 120 Вольт, то металлические стеллажи или аккумуляторные шкафы следует либо заземлить, либо изолировать от батареи и пола (по EN 50272-2 [2] глава 5.2), причем изоляция должна выдерживать приложенное переменное напряжение 4000В в течение 1 минуты.

Примечание:

Защита от прямого и непрямого прикосновения применяется на аккумуляторных установках с номинальным напряжением до 120 Вольт. В этих случаях требования к металлическим конструкциям и шкафам, описанные в главе 5.2 стандарта EN 50272-2 [2] можно не учитывать.

Требуется обеспечить защиту от прикосновения всех токоведущих частей батареи с напряжением более 60 Вольт при помощи изолирующих крышек и кожухов.

#### **4.1.5 Требования к размещению (в шкафах, на стеллажах)**

Место для размещения батареи должно быть чистым и сухим. Аккумуляторы должны быть защищены от падения на них тяжелых предметов и скапливания пыли.

Ширина прохода между рядами батарей должна составлять около 1,5 ширины аккумулятора, но не менее 600 мм (согласно EN 50282-2 [2]).

Минимальное расстояние между токоведущими частями при напряжении более 120 В – 1,5 м либо должны применяться изолирующие покрытия, крышки и т.д.

Рекомендуемое расстояние между элементами или блоками в батарее – 10 мм или как минимум 5 мм (в соответствии с EN 50272-2 [2]), что требуется для эффективного рассеяния тепла.

Стеллажи и аккумуляторные шкафы должны устанавливаться на расстоянии от стены аккумуляторного помещения для облегчения монтажа соединителей и уборки. Минимальный зазор должен быть равен 100 мм.

Размещение аккумуляторов должно быть удобным с точки зрения их монтажа и обслуживания стандартными изолированными инструментами (в соответствии с EN 50272-2 [2]).

Батареи с номинальным напряжением свыше 75 Вольт подлежат декларированию на соответствие руководящему документу 2014/35/EU (замена 2006/95/EC) для установок низкого напряжения. Декларация соответствия означает, что батарейная установка отвечает требованиям стандартов, и в этом случае на аккумуляторах должен присутствовать значок CE. Ответственной за декларирование аккумуляторной системы является организация, выполняющая ее установку. Для получения более подробной информации по данному вопросу см. [3].

#### **4.2 Подготовительные мероприятия**

- Если поставка сопровождается чертежами, то ими нужно руководствоваться при установке аккумуляторов и монтаже их в батарею.
- Стеллажи и аккумуляторные шкафы должны обеспечивать достаточную вентиляцию батарей для отвода тепла, выделяемого аккумуляторами и зарядными устройствами. Расстояние между элементами или моноблоками в батарее должно быть около 10 мм, но не менее 5 мм (см. приложение 2 и стандарт EN 50272-2 [2]).
- Заземление шкафов и стеллажей должно быть произведено в соответствии с EN 50272-2 [2].



### 4.3 Непосредственно монтаж

- При монтаже батареи применяйте изолированный инструмент. Необходимы также средства личной защиты: резиновые перчатки, очки и защитная одежда, включая специальную обувь. Снимите с себя все металлические предметы, такие как очки, часы и ювелирные украшения (см. также главу 2).
- Монтаж должен производиться только посредством либо оригинальных деталей (соединителей), поставляемых с батареей, либо рекомендуемых компанией GNB Industrial Power в данном применении. К тому же следует стремиться и в случае последующих ремонтов.
- Рекомендуются следующие усилия затяжки болтовых соединений, указанные в инструкции по монтажу и эксплуатации:

| AGM- Type        | 10-32x0,425 | G-M5 | F-M6  | M-M6 | M-M8 | F-M8  |
|------------------|-------------|------|-------|------|------|-------|
| Marathon L/XL    | --          | --   | 11 Nm | 6 Nm | 8 Nm | 20 Nm |
| Marathon M/M-FT  | 6 Nm        | --   | 11 Nm | 6 Nm | --   | --    |
| Sprinter P/XP/FT | --          | --   | 11 Nm | 6 Nm | 8 Nm | --    |
| Sprinter S       | --          | --   | 11 Nm | --   | --   | --    |
| Powerfit S300    | --          | 5 Nm | 5 Nm  | --   | --   | --    |

Таблица 5 Усилия затяжки резьбовых соединений. Допустимое отклонение  $\pm 1$  Nm

- Проверьте напряжение смонтированной батареи. Оно должно соответствовать количеству соединенных последовательно элементов/моноблоков. Разброс в значениях напряжения разомкнутой цепи отдельных элементов/моноблоков относительного измеренного среднего значения не должен превышать указанных ниже предельных величин:

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Элементы 2 В:   | $\pm 0,03$ В  |
| Моноблоки 6 В:  | $\pm 0,052$ В |
| Моноблоки 12 В: | $\pm 0,073$ В |

### 4.4 Параллельное соединение

Большинство производителей рекомендуют соединять параллельно до 4 цепочек (стрингов). Однако допускается параллельное объединение и более 4-х цепочек аккумуляторов без уменьшения их срока службы.

Дополнительные условия параллельного соединения от 2 до 10 цепочек аккумуляторов:

- Кабельные отводы положительной и отрицательной клемм каждой цепочки аккумуляторов должны иметь равную длину и сечение, чтобы обеспечить одинаковое падение напряжения.
- Необходимо предусмотреть автоматические выключатели для каждой цепочки аккумуляторов или, по крайней мере, для двух цепочек.
- Все цепочки аккумуляторов должны находиться при одинаковой температуре.

Допускается также параллельное соединение цепочек разной емкости и разного возраста. Но следует учитывать, что как ток заряда, так и ток разряда батареи в этом случае будет распределяться между цепочками пропорционально емкости или в зависимости от возраста аккумуляторов в цепочке. Для получения более детальной информации см. [4].

Допускается объединять параллельно даже цепочки, составленные из свинцово-кислотных аккумуляторов различных технологий (с жидким электролитом или герметизированных), если для каждой цепочки выполняются требования по напряжению заряда (В/эл).

При выполнении перечисленных требований допускается объединять параллельно до 10 цепочек. Характеристики аккумуляторов, из которых составлена отдельная цепочка, должны быть указаны в местах концевых клемм каждой цепочки.

Всегда в первую очередь собирайте отдельные цепочки. Проверьте, что все цепочки имеют одинаковую степень заряженности (путем измерения напряжения при разомкнутой внешней цепи каждой цепочки). И только после этого объединяйте цепочки в параллель.

#### **4.5 Рабочее положение элементов и моноблоков**

Допустимые варианты установки герметизированных свинцово-кислотных AGM-элементов и моноблоков, эксплуатирующихся в режиме непрерывного подзаряда, показаны на рисунках 2, 3 ниже.

При горизонтальном монтаже моноблоков/элементов не допускаются какие-либо нагрузки на верхнюю плоскость (см. также Инструкцию по монтажу и эксплуатации).

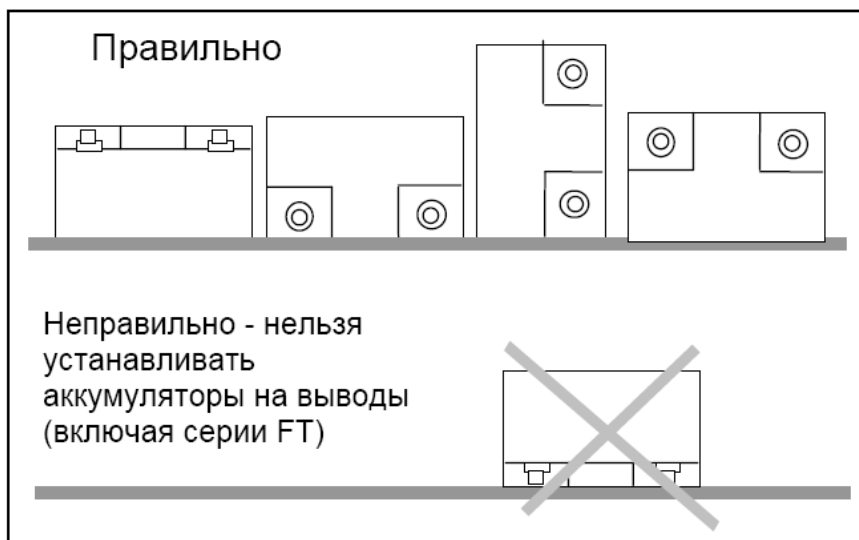


Рис. 2 Варианты установки AGM - блоков

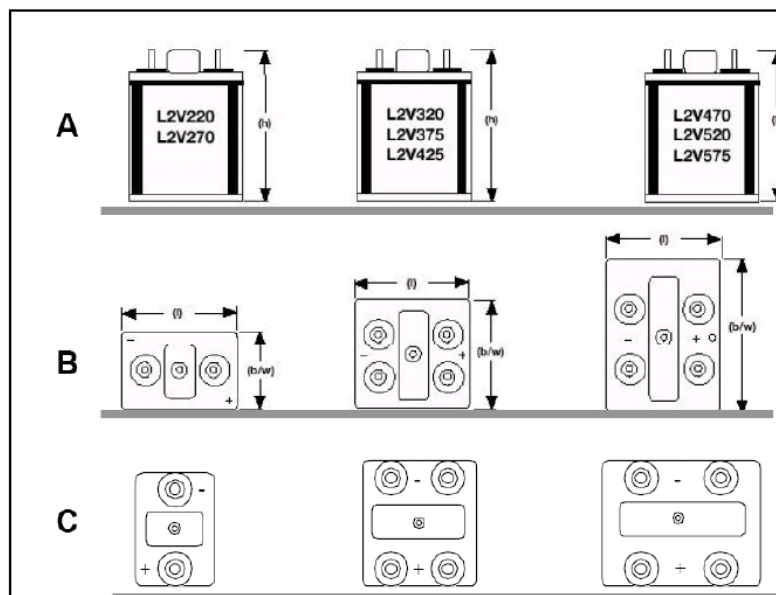


Рис. 3 Варианты установки AGM- элементов. В случае горизонтальной установки должны быть использованы гибкие соединители.

## 5. Ввод в эксплуатацию

- Ввод в эксплуатацию аккумуляторов, предназначенных для работы в режиме непрерывного подзаряда, заключается в основном в том, что батареи, собранные в соответствии с перечисленными выше указаниями, подключаются к своему зарядному устройству. Подключение к зарядному устройству необходимо выполнить как можно быстрее после получения аккумуляторов. Если это невозможно, следует учесть рекомендации, приведенные в разделе 3.4, поскольку аккумуляторы могут частично разрядиться после транспортировки и временного хранения.
- Напряжение подзаряда должно быть отрегулировано так, как указано в главе 6.1.
- Система защитного отключения: предохранители, автоматические выключатели и устройство их мониторинга – должна пройти независимую проверку.
- В особых случаях при приемке системы электроснабжения объекта требуется проверка емкости батареи. Перед началом тестирования убедитесь, что батареи полностью заряжены, то есть они получили достаточное количество электричества по методу IU:

Вариант 1: Поддерживающий заряд в течение  $\geq 72$  часов

Вариант 2: Заряд при напряжении 2,40 В/эл в течение  $\geq 16$  часов (максимально 48 часов) и затем поддерживающий заряд в течение  $\geq 8$  часов.

Ток заряда должен быть ограничен на уровне от 10 до 35 Ампер на каждые 100 Ач номинальной емкости.

## 6. Эксплуатация

### 6.1 Напряжение и ток подзаряда

- Напряжение подзаряда должно корректироваться в зависимости от температуры так, как показано на рис. 4 и 5.

Напряжение поддерживающего заряда должны быть выставлено в соответствии с рекомендациями ниже, причем к выводам батареи прикладывается внешнее напряжение, равное напряжению заряда одного элемента, умноженному на число элементов в группе:

2,27 В/эл (при 20°C) для Marathon L/XL и Powerfit S

2,27 В/эл (при 25°C) для Marathon M-FT и Sprinter P/XP/FT

Любые заряды (поддерживающие или ускоренные) должны проводиться по профилю IU с точностью стабилизации тока  $\pm 2\%$ , с точностью стабилизации напряжения  $\pm 1\%$ . Эти требования соответствуют стандарту DIN 41773, часть 1 [5]. Абсолютное значение напряжения заряда устанавливается или подстраивается согласно приведенным выше требованиям.

- Температура батареи при размещении в шкафу измеряется на 1/3 ее высоты, причем термодатчик должен быть установлен в центре указанного уровня.
- Место крепления термодатчика зависит от его конструкции. Измерения температуры могут производиться как на отрицательном выводе аккумулятора (при использовании точечных термодатчиков или датчиков в виде петли), так и на корпусе (в этом случае плоский термодатчик устанавливается на крышке или боковой поверхности аккумулятора внутри группы).
- В качестве критерия окончания заряда батареи применяют следующее правило: *Батарея считается полностью заряженной, если остаточный зарядный ток не меняется в течение трех часов.*

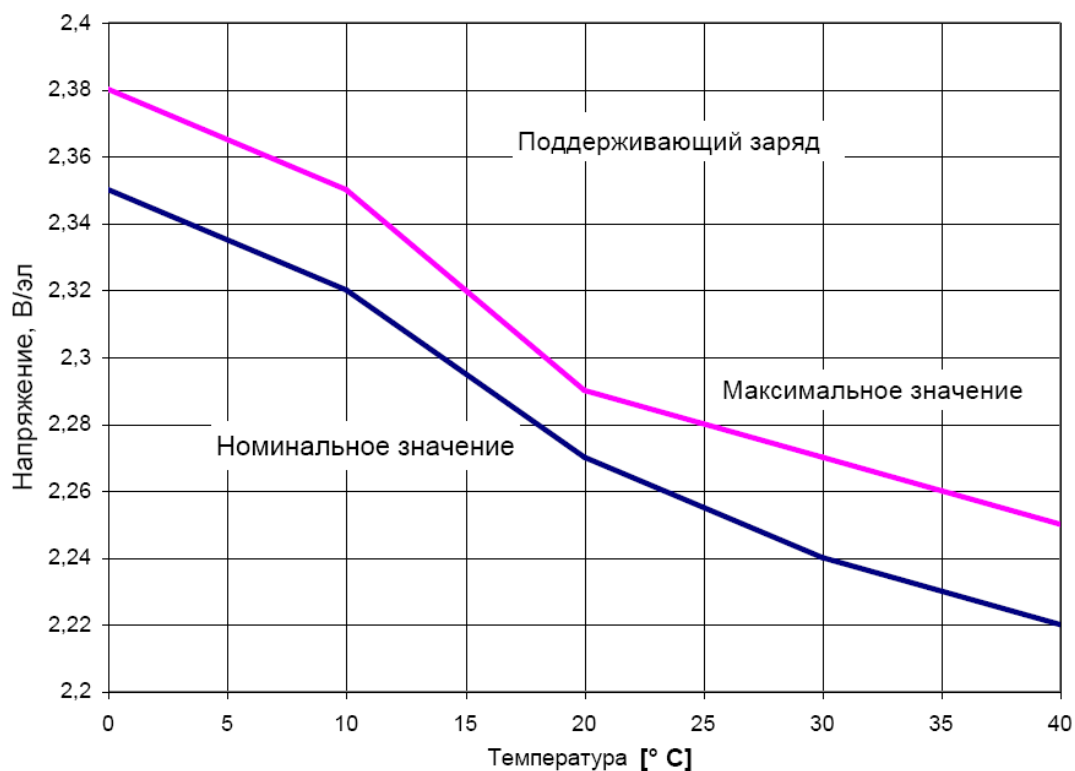


Рис. 4: Marathon L/XL, Powerfit S - зависимость напряжения заряда от температуры. Напряжение подзаряда должно быть установлено на уровне номинального значения и не более максимального

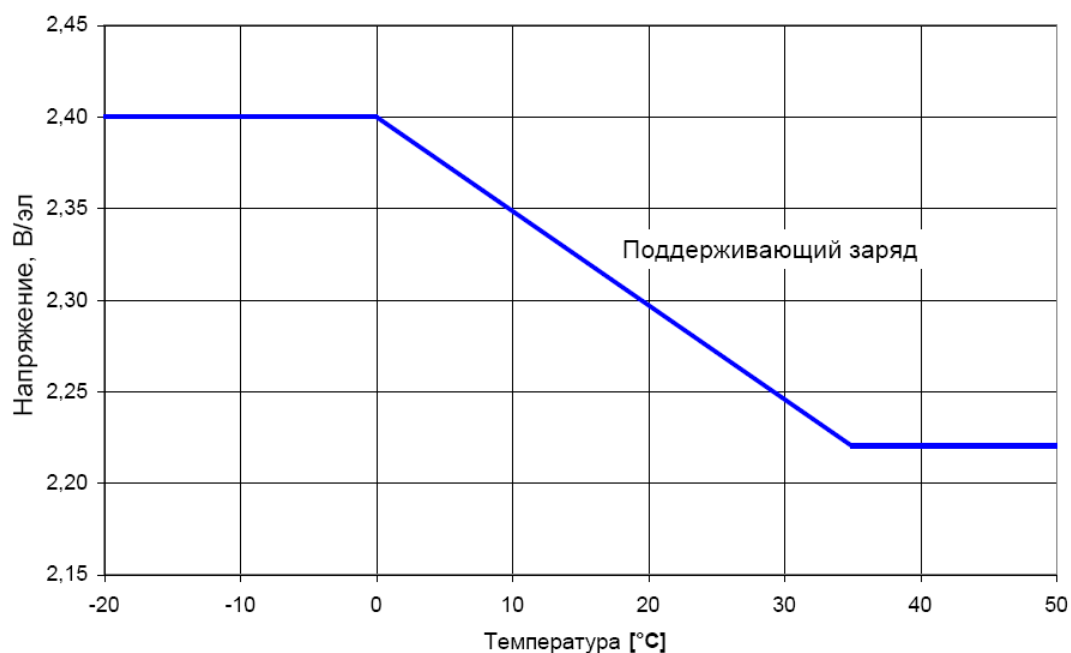


Рис. 5: Marathon M-FT, Sprinter P/XP/FT - зависимость напряжения заряда от температуры

## 6.2 Наложённые переменные токи

В зависимости от электротехнического оборудования (выпрямитель, инвертор), его состава и характеристик, в режиме заряда через батарею может протекать электрический ток, имеющий небольшую переменную составляющую, так называемый, наложенный переменный ток.

Значительная переменная составляющая тока заряда при наличии подключенной нагрузки приводит к дополнительному росту температуры батареи и эффекту микроциклирования (микроциклы - циклы с низкой глубиной разряда), что может в итоге сократить срок службы батареи.

Влияние на аккумуляторы наложенных переменных токов:

- перезаряд и ускоренная коррозия,
- повышенное выделение водорода (потери воды, высыхание аккумуляторов),
- снижение емкости в результате недозаряда.

Данные эффекты зависят от амплитуды, частоты и формы волны наложенного переменного тока.

Для режима заряда повышенным напряжением до 2,40 В/эл переменная составляющая тока заряда не должна превышать 10 А (RMS) на 100 Ач номинальной емкости. В полностью заряженном состоянии – в режиме поддерживающего заряда или в параллельно-резервном режиме эксплуатации – допускается не более 5 А (RMS) на 100 Ач номинальной емкости (смотрите также EN 50272-2 [2]).

В информационном выпуске "Факторы, влияющие на срок службы стационарных аккумуляторов" [6] показано в какой степени влияют наложенные переменные токи на свинцово-кислотные аккумуляторы с жидким электролитом и на герметизированные аккумуляторы. При этом установлены различные максимальные значения (RMS) для наложенных переменных токов в режиме поддерживающего заряда или в параллельно-резервном режиме эксплуатации:

максимум 2 А (RMS) на 100 Ач C<sub>10</sub> для аккумуляторов с жидким электролитом, максимум 1 А (RMS) на 100 Ач C<sub>10</sub> для герметизированных аккумуляторов.

Влияние наложенных переменных токов зависит от их частоты.

наложенные переменные токи частотой > 30 Гц:

- отсутствие или незначительное преобразование активного материала, так как ток меняет направление слишком быстро, но при этом:
- увеличивается температура батареи,



- увеличиваются потери воды,
- ускоряется коррозия.

наложенные переменные токи частотой <30 Гц:

- значительное преобразование активного материала из-за медленного изменения направления тока и поэтому:

- недозаряд,
- потеря ресурса в результате микроциклирования.

Недозаряд может иметь место в том случае, если доля отрицательных полувольт синусоиды превышает долю положительных полувольт, или если форма волны искажается в сторону больших амплитуд отрицательных полувольт. Данную ситуацию может исправить увеличение напряжения поддерживающего заряда на 0,01 - 0,03 В/эл. Но это допустимо лишь как временная мера.

Изначально, при конструировании зарядно-выпрямительного оборудования, большое внимание должно быть уделено максимально возможному уменьшению наложенных переменных токов. В дальнейшем следует немедленно выявлять причины их возникновения (например, такой причиной может быть неисправный конденсатор) и производить корректирующие действия.

### 6.3. Разброс напряжения подзаряда

- Напряжение подзаряда отдельно взятого элемента или блока может отличаться от среднего значения 2,27 В/эл. Таблица 6 (см. ниже) представляет величину допустимых отклонений напряжения заряда от среднего значения в режиме непрерывного подзаряда в зависимости от типа аккумулятора.

| Тип аккумулятора | Элементы 2 В | Моноблоки 6 В | Моноблоки 12 В |
|------------------|--------------|---------------|----------------|
| Marathon         | +0.2 / -0.1  | +0.35 / -0.17 | +0.49 / -0.24  |
| Sprinter         | --           | +0.35 / -0.17 | +0.49 / -0.24  |
| Powerfit         | --           | +0.35 / -0.17 | +0.49 / -0.24  |

Таблица 6: Допустимые отклонения напряжения подзаряда от среднего значения 2,27 В/эл

| Время в эксплуатации | Элементы 2 В | Моноблоки 6 В | Моноблоки 12 В |
|----------------------|--------------|---------------|----------------|
| < 6 месяцев          | 2.15 – 2.49  | 6.60 – 7.19   | 13.33 – 14.16  |
| > 6 месяцев          | 2.17 – 2.47  | 6.64 – 7.16   | 13.38 – 14.11  |

Таблица 7: Допустимые отклонения напряжения подзаряда в Вольтах от среднего значения 2,27 В/эл

- Разброс напряжений наиболее ярко выражен непосредственно после ввода батареи в эксплуатацию и в течение первых 6 месяцев работы. Это связано с различными начальными условиями рекомбинации и поляризации внутри каждого элемента.
- Это естественный эффект для герметизированных аккумуляторов, хорошо описанный в научно-технической литературе [7].
- Для того, чтобы не нарушить естественный процесс сужения диапазона напряжений подзаряда, различные системы принудительной стабилизации напряжения (как часть системы управления батареями), могут применяться только после консультации с "GNB Industrial Power".

#### 6.4. Продолжительность заряда

- Метод заряда постоянным током – постоянным напряжением (IU) наиболее желателен с точки зрения реализации максимально возможного срока службы герметизированных аккумуляторов. Представленные ниже диаграммы (рис. 6, 7) показывают взаимосвязь времени, требуемого на заряд батареи, и параметров заряда: начального тока заряда, ограничения напряжения заряда (от напряжения непрерывного подзаряда до напряжения ускоренного заряда не выше 2,40 В/эл), а также глубины предшествующего разряда батареи.
- В связи с длительностью процесса дозаряда при постоянном напряжении (фаза U) более высокие токи заряда (фаза I) не приведут к существенному сокращению общего времени заряда. Более низкие токи значительно увеличивают время заряда.
- Пример того, как интерпретировать диаграммы (рис.6): аккумулятор, разряженный на 75% может быть заряжен до 90% номинальной емкости в течение примерно 7 часов при напряжении заряда 2,27 В/эл и ограничении зарядного тока на уровне 0,2 C<sub>10</sub>.

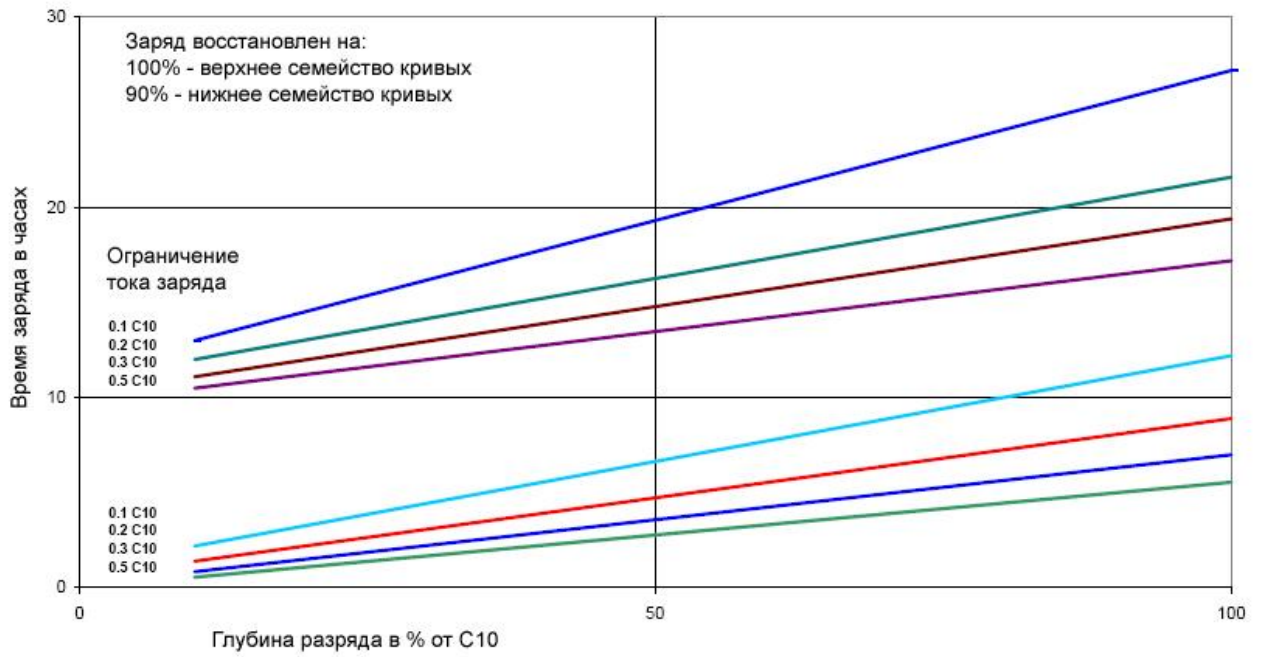


Рис. 6: Заряд стабилизированным напряжением 2,27 В/эл при температуре 20°C с ограничением начального тока заряда

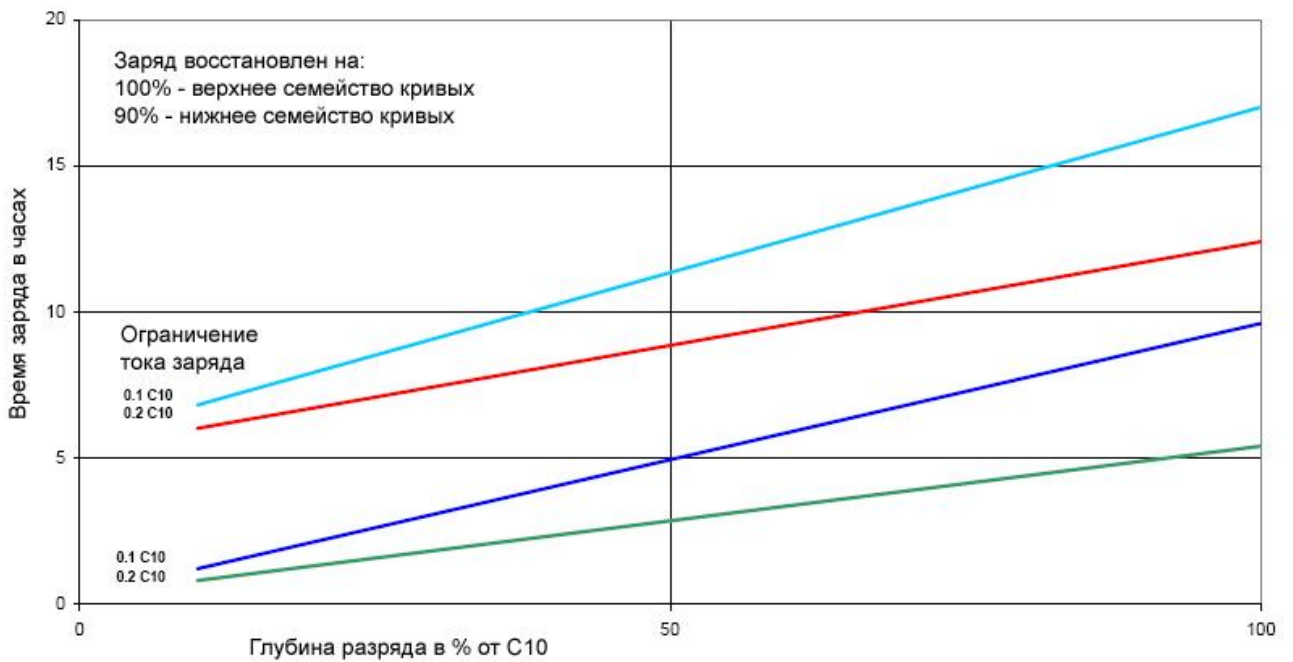


Рис.7: Заряд стабилизированным напряжением 2,4 В/эл при температуре 20°C с ограничением начального тока заряда

## 6.5. Эффективность заряда

### 6.5.1 Эффективность заряда по емкости

#### Определение:

Эффективность заряда по емкости – это отношение емкости предшествующего разряда к емкости последующего заряда.

$$\text{Эффективность заряда} = \frac{\text{Емкость разряда, Ач}}{\text{Емкость заряда, Ач}}$$

Обратная величина носит название коэффициента перезаряда и соответственно равна отношению емкости заряда аккумулятора к емкости его предшествующего разряда.

Типичные значения коэффициента перезаряда (для заряда длительностью 24 часа):

1,10 при 10-часовом предшествующем разряде

1,15 при 1-часовом предшествующем разряде

1,25 при 10-минутном предшествующем разряде

Соответствующие эффективности заряда по емкости будут равны:

$$1/1,10 \dots 1/1,25 = 91\% \dots 80\%$$

#### Объяснения:

Анализ приведенных значений коэффициента перезаряда показывает, что с возрастанием длительности разряда (и соответственно глубины разряда) коэффициент перезаряда падает. Данная зависимость связана с тем, что потери энергии за счет рассеяния тепла на активных сопротивлениях, затраты на рекомбинацию и т.д. оказываются сравнимы для всех рассматриваемых режимов.

### 6.5.2. Эффективность заряда по мощности

При оценке эффективности расходования энергии при заряде батареи в ряде случаев следует принимать в расчет напряжение заряда.

Определение:

$$\text{Эффективность заряда по мощности} = \frac{\text{Емкость разряда} * \text{Среднее напряжение разряда}}{\text{Емкость заряда} * \text{Среднее напряжение заряда}}$$

Пример:

Разряд: Аккумулятор  $C_{10} = 100$  Ач

Разряд в течение 10 часов током  $I_{10} \Rightarrow$  емкость разряда 100 Ач ( $C_{10}$ )  
 $\Rightarrow$  глубина разряда 100%

Среднее напряжение 10-часового разряда: 2,00 В/эл

Заряд: Метод IU при напряжении 2,27 В/эл, током  $1 * I_{10}$

Ожидаемое время заряда (с учетом коэффициента перезаряда 1,10) 27 часов

Оценим среднее значение напряжения заряда: напряжение растет с 2,10 до 2,27 В/эл в течение 8 часов, следовательно, среднее за этот период времени напряжение равно 2,19 В/эл.

Напряжение постоянно (2,27 В/эл) в течение (27-8) = 19 часов.

Таким образом, среднее напряжение за 27 часов = 2,25 В/эл

Эффективность заряда по мощности =  $(100 \text{ Ач} * 2,00 \text{ В/эл}) / (110 \text{ Ач} * 2,25 \text{ В/эл}) =$   
 $= 0,808 = 81\%$

## 6.6. Выравнивающий заряд

Внимание! Предусмотреть измерение напряжения на нагрузке и возможность ее отключения, в случае превышения максимально допустимого значения.

Выравнивающий заряд требуется после глубокого разряда и/или разряда в режиме неадекватном для данного типа аккумулятора, а также тогда, когда разброс напряжений отдельных элементов или блоков в группе больше, чем указано в табл. 5 (см. раздел 6.3).

Выравнивающий заряд следует проводить следующим образом:

До 48 часов при напряжении не более 2,40 В/эл.

При заряде по профилю IU ток заряда в начале заряда (фаза I) вплоть до достижения фазы U можно не ограничивать.

Температура элементов или блоков никогда не должна превышать 45°C. Если это произошло, следует немедленно прекратить заряд или перевести батарею в режим непрерывного подзаряда до снижения температуры.

## **6.7. Разряд, проверка емкости**

### **6.7.1 Общие указания**

Герметизированные AGM-аккумуляторы устойчивы к глубокому разряду. Тем не менее, частые глубокие разряды могут привести к сокращению их срока службы, поэтому:

- При достижении конечного значения напряжения, соответствующего току разряда, разряд должен быть прекращен.
- Более глубокие (не соответствующие разрядным таблицам) разряды батарей могут проводиться только по согласованию с GNB Industrial Power.
- Заряжайте батарею сразу же после полного или частичного разряда.

### **6.7.2 Проверка емкости**

- Аккумулятор должен быть полностью заряжен перед проверкой емкости. Для аккумуляторов, находящихся в эксплуатации, при необходимости следует выполнить выравнивающий заряд.
- Герметизированные аккумуляторы всегда отгружаются с завода в полностью заряженном состоянии. Но к моменту начала монтажных работ возможна частичная потеря емкости аккумуляторов в результате их саморазряда при транспортировке и последующем хранении. Степень саморазряда (зависящую от продолжительности хранения аккумуляторов и температуры окружающей среды) можно примерно оценить путем измерения напряжения разомкнутой цепи.

В случае проведения приемочных испытаний на объекте предварительно (сразу после монтажа батареи) рекомендуется провести выравнивающий заряд (см раздел 5. «Ввод в эксплуатацию»).

- Если это возможно, рекомендуется измерить напряжение разомкнутой цепи на каждом элементе, затем, после соединения элементов в батарею, напряжение разомкнутой цепи батареи. После подключения зарядного устройства к батарее и перехода в режим поддерживающего заряда необходимо измерить напряжение не батарее в целом и на каждом элементе.
- Проверку емкости батареи следует проводить по методике, описанной в стандарте ГОСТ Р МЭК 60896-21-2013. Напряжения на отдельных элементах или блоках могут быть записаны автоматически или измерены вручную. В последнем случае, измеренные значения должны быть записаны, по крайней мере, после того, как батарея будет разряжена на 25%, 50% и 80%. Временные интервалы между измерениями должны быть выбраны таким образом, чтобы зафиксировать конечное напряжение разряда.
- Испытание должно быть прекращено, как только выполнен один из следующих критериев:
  - напряжение батареи достигло  $n \cdot U_f$ , где  $n$  – число элементов в батарее,  
 $U_f$  – конечное напряжение разряда на элемент [В/эл].
  - на каком-либо элементе напряжение снизилось до значения  $U_{min} = (U_f - 0,2) \text{ В}$

Пример 1:

$U_f = 1.75 \text{ В/эл}$ ,  $n = 24$  элемента,  
 Напряжение на батарее = 24 элемента  $\cdot 1.75 \text{ В/эл} = 42 \text{ В} \rightarrow$  выполнен первый критерий, испытание должно быть прекращено.

Пример 2:

конечное напряжение разряда  $U_f = 1.75 \text{ В/эл}$ . Поэтому минимально допустимое напряжение на элементе:  $U_{min} = U_f - 0,2 \text{ В} = 1.55 \text{ В} \rightarrow$  выполнен второй критерий, испытание должно быть прекращено.

#### Допуски по напряжению в конце разряда

Элементы и моноблоки в цепи батареи должны рассматриваться с различных точек зрения, так как при анализе поведения блоков следует учитывать статистику. Таким образом, для оценки минимально допустимого напряжения разряда отдельного элемента или блока в батарее применяют следующую формулу для расчета:

- Минимально допустимое конечное напряжение разряда  $U_{min}$  отдельного элемента:  
 $U_{min} = U_f [\text{В/эл}] - 0,2 \text{ В}$



- Минимально допустимое конечное напряжение разряда  $U_{\min}$  отдельного блока:

$$U_{\min} = U_f [\text{В/эл}] - \sqrt{n} * 0,2 \text{ В}$$

Где  $U_f$  = конечное напряжение, соответствующее режиму разряда,

$n$  = число элементов в моноблоке.

Таким образом, получаем следующие результаты:

| 2 В   | 6 В    | 12 В   |
|-------|--------|--------|
| - 0,2 | - 0,35 | - 0,49 |

Таблица 8: Допуски по напряжению в конце разряда

Пример:

Батарея из нескольких 12 В моноблоков

Конечное напряжение разряда на элемент: 1,75 В

Конечное напряжение разряда на блок: 10,50 В

Расчет: 10,50 В – 0,49 В = 10,01 В

Минимально допустимое напряжение на блок: 10,01 В

- Результаты испытаний должны быть скорректированы в соответствии с начальной температурой. Она должна находиться в интервале от 18 до 27°C в соответствии со стандартом ГОСТ Р МЭК 60896-21-2013.

Результат проверки емкости без учета влияния температуры:  $C [\text{Ач}] = I [\text{А}] \cdot t [\text{ч}]$

Откорректированное значение емкости  $C_{\text{corr.}} [\text{Ач}]$  определяется по формуле

$$C_{\text{corr.}} = \frac{C}{1 + \lambda (\vartheta - 20)}$$

где температурный коэффициент

$\lambda = 0.006$  для времени разряда  $\geq 3$  часов и

$\lambda = 0.01$  для времени разряда  $< 3$  часов

$\vartheta$  – начальная температура в °C

Если номинальная температура эксплуатации аккумулятора составляет 25°C, в приведенной выше формуле нужно использовать «25» вместо «20».



- Нет никаких ограничений, касающихся частоты проведения проверок емкости. Клиент может проводить испытания так часто, как он хочет. Но слишком частые проверки не имеют смысла, потому что результат в любом случае отражает лишь текущее состояние батареи. Следует также помнить, что чрезмерно частые испытания снижают циклический ресурс аккумулятора.

В качестве возможного примера частоты испытаний аккумуляторов типа Marathon L (срок службы 12 лет при 20°C):

- первое испытание через 1 год (вместо первого испытания через 1 год может быть проведено приемочное испытание непосредственно после ввода в эксплуатацию);
- после этого, через каждые 2-3 года;
- ежегодные испытания, как только емкость начинает постепенно уменьшаться.

## 6.8 Циклический режим

### 6.8.1. Основные понятия

Аккумуляторы AGM могут эксплуатироваться в циклическом режиме (каждый цикл состоит из одного разряда и последующего заряда).

Циклический ресурс аккумулятора определяется в соответствии с методикой, описанной в стандарте IEC 896-2 [9]\*:

Marathon, Powerfit: 400 циклов

Sprinter: 300 циклов

\*) условия разряда по IEC 896-2: при температуре 20°C разряд током  $I = 2.0 \cdot I_{10}$  в течение 3 часов, что эквивалентно разряду со снятием емкости 60%  $C_{10}$ .

Возможное количество циклов зависит от нескольких факторов, таких как, достаточность заряда, глубина разряда и температура.

Чем глубже разряды, тем меньшее их количество способен выдержать аккумулятор, так как при снятии большей емкости большая часть активной массы преобразуется в сульфат свинца, и, следовательно, тем сложнее восстановить ее до исходного состояния в процессе заряда. Напротив, при менее глубоких разрядах циклический ресурс батареи выше (см. рис. 8, 9).

Корреляция между глубиной разряда и числом циклов не всегда является линейной. Она зависит также от соотношения количества активного материала и количества электролита.

Зависимость циклического ресурса от температуры носит тот же характер, что и зависимость срока службы аккумулятора от температуры эксплуатации (см. раздел 6.10).

**Примечание:** Циклический срок службы аккумулятора (выраженный в годах при ежедневных разрядах в заданном режиме) никогда не бывает выше расчетного срока эксплуатации в режиме непрерывного подзаряда!

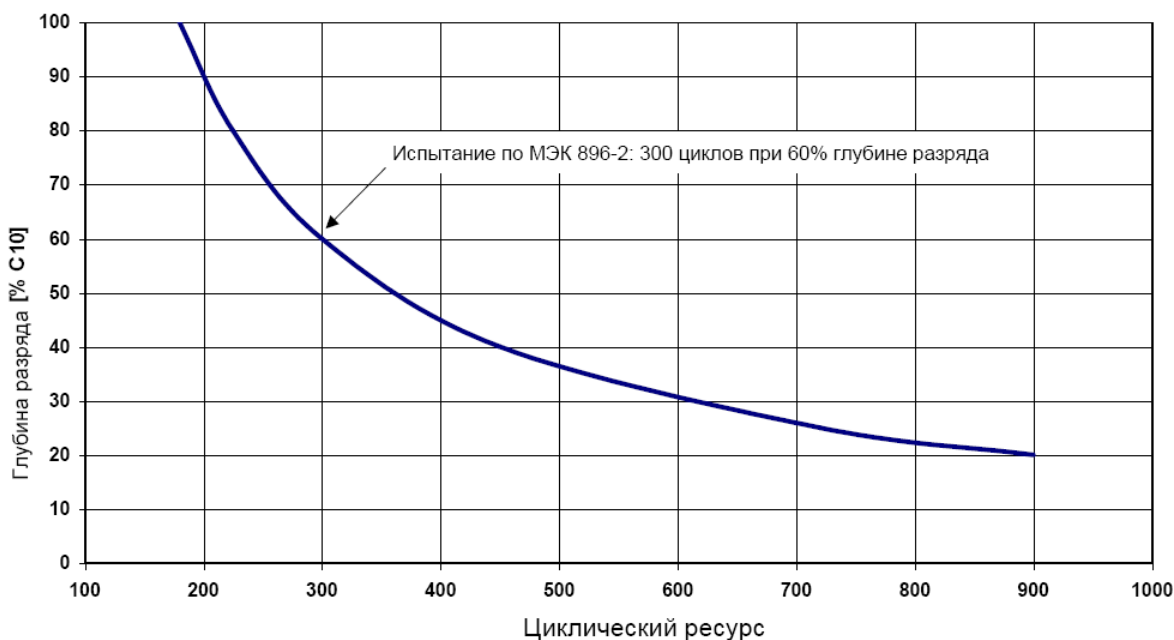


Рис. 8: Sprinter – циклический ресурс в зависимости от глубины разряда

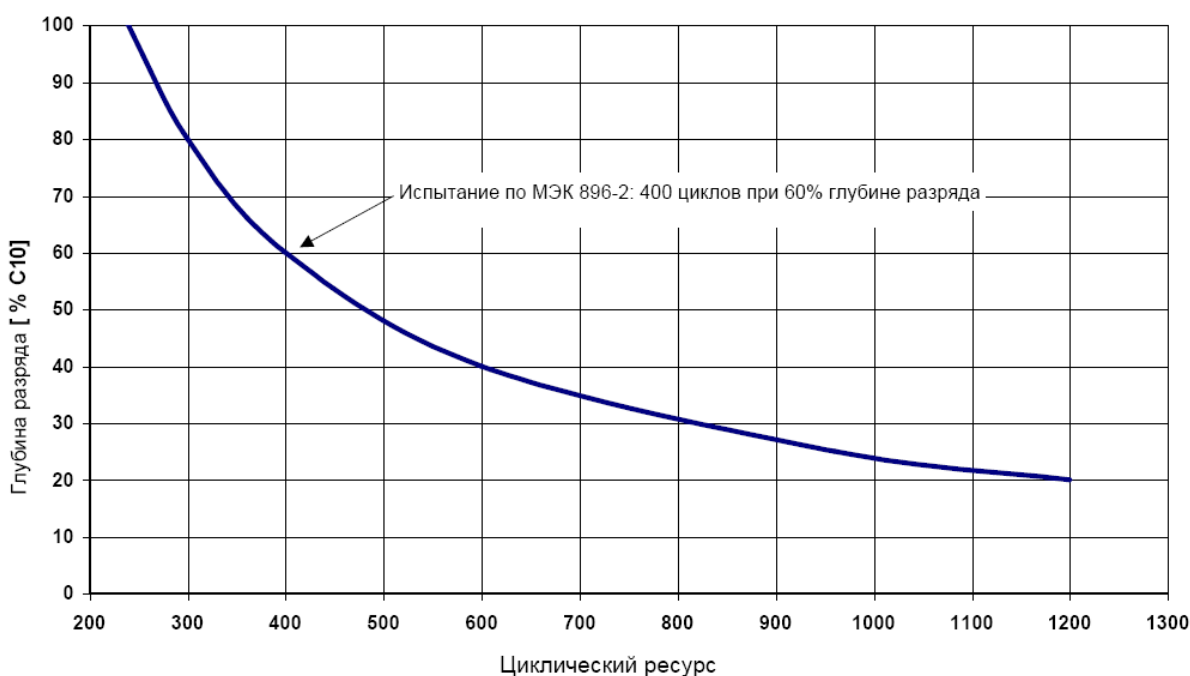


Рис. 9: Marathon, Powerfit – циклический ресурс в зависимости от глубины разряда

## 6.9 Внутреннее сопротивление

Внутреннее сопротивление определяется в соответствии со стандартом ГОСТ Р МЭК 60896-21-2013. Это один из важнейших параметров, который должен учитываться при выборе аккумуляторной батареи. От его величины зависит падение напряжения на аккумуляторе в начале разряда, кроме того, оно должно приниматься в расчет в режимах разряда батареи большими токами, когда время разряда меньше или равно 1 часу.

Внутреннее сопротивление  $R_i$  зависит от глубины разряда (см. рис. 10 ниже). Значение  $R_i$  при 100% степени заряда (полностью заряженный аккумулятор) является точкой отсчета. Эта величина указывается в каталогах.

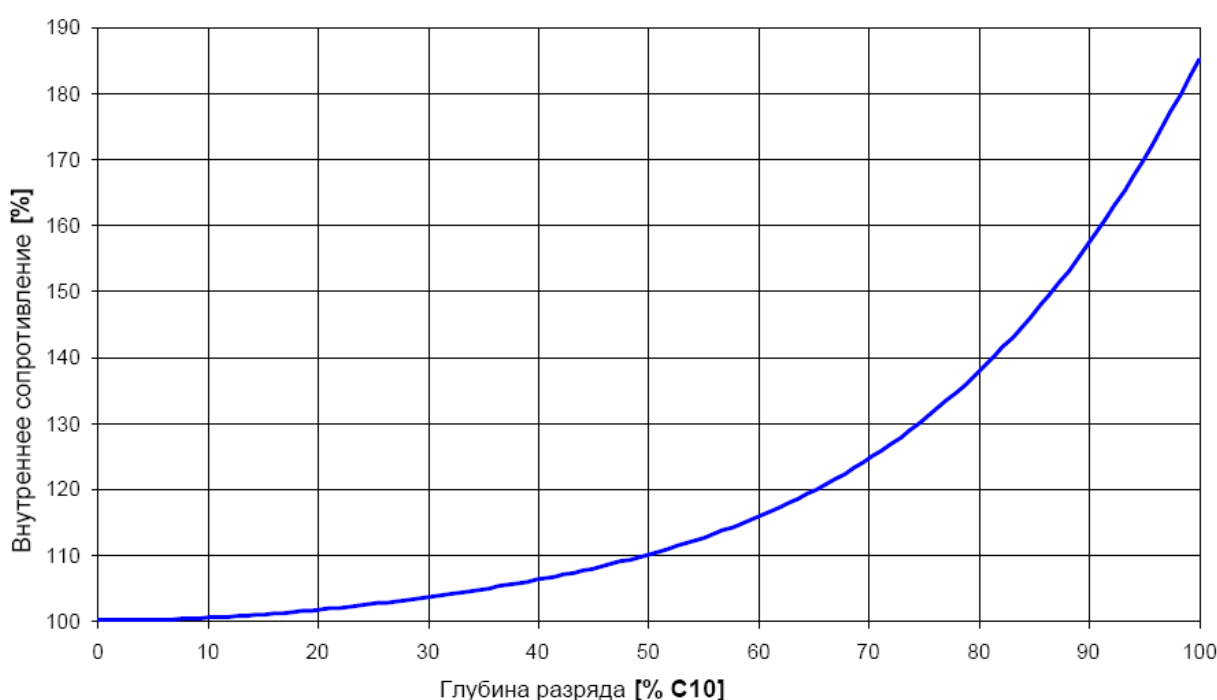


Рис. 10: Внутреннее сопротивление  $R_i$  в зависимости от глубины разряда аккумулятора

## 6.10 Влияние температуры

- Конструкция AGM-аккумуляторов позволяет эксплуатировать их в широком температурном диапазоне от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ .
- Существует риск замерзания электролита при температурах примерно ниже  $-8^{\circ}\text{C}$ . Он может быть больше или меньше в зависимости от глубины разряда батареи, или, соответственно, снимаемой емкости (см. рис. 11).
- В зависимости от типа аккумулятора температура  $20^{\circ}\text{C}$  или  $25^{\circ}\text{C}$  считается номинальной температурой эксплуатации, она же является оптимальной температурой с точки зрения соотношения доступной электрической емкости и ресурса (срока службы) батареи. Для аккумуляторов Sprinter P/XP/FT и Powerfit номинальной является температура  $25^{\circ}\text{C}$ , но срок службы приводится для температуры  $20^{\circ}\text{C}$ .
- При пониженной, относительно идеальной, температуре батарея служит дольше, но при этом увеличивается время заряда и падает разрядная емкость. Более высокие температуры сокращают срок службы батареи, как в циклическом режиме, так и в режиме непрерывного подзаряда.
- Влияние температуры на емкость аккумуляторов показано на рис. 12 и 13.

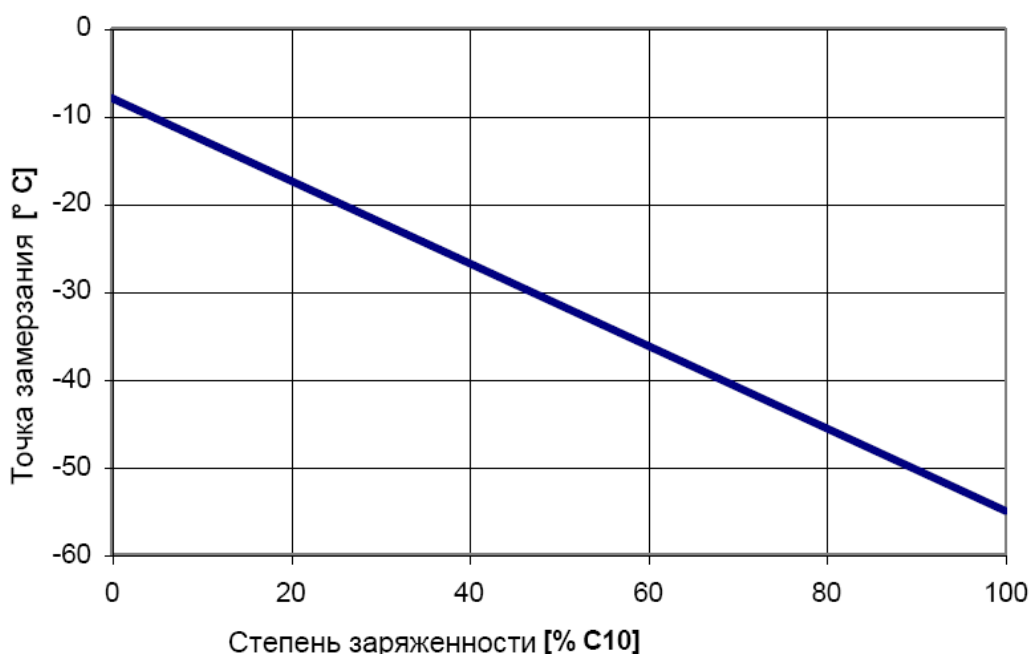


Рис. 11: Точка замерзания электролита в зависимости от степени заряженности

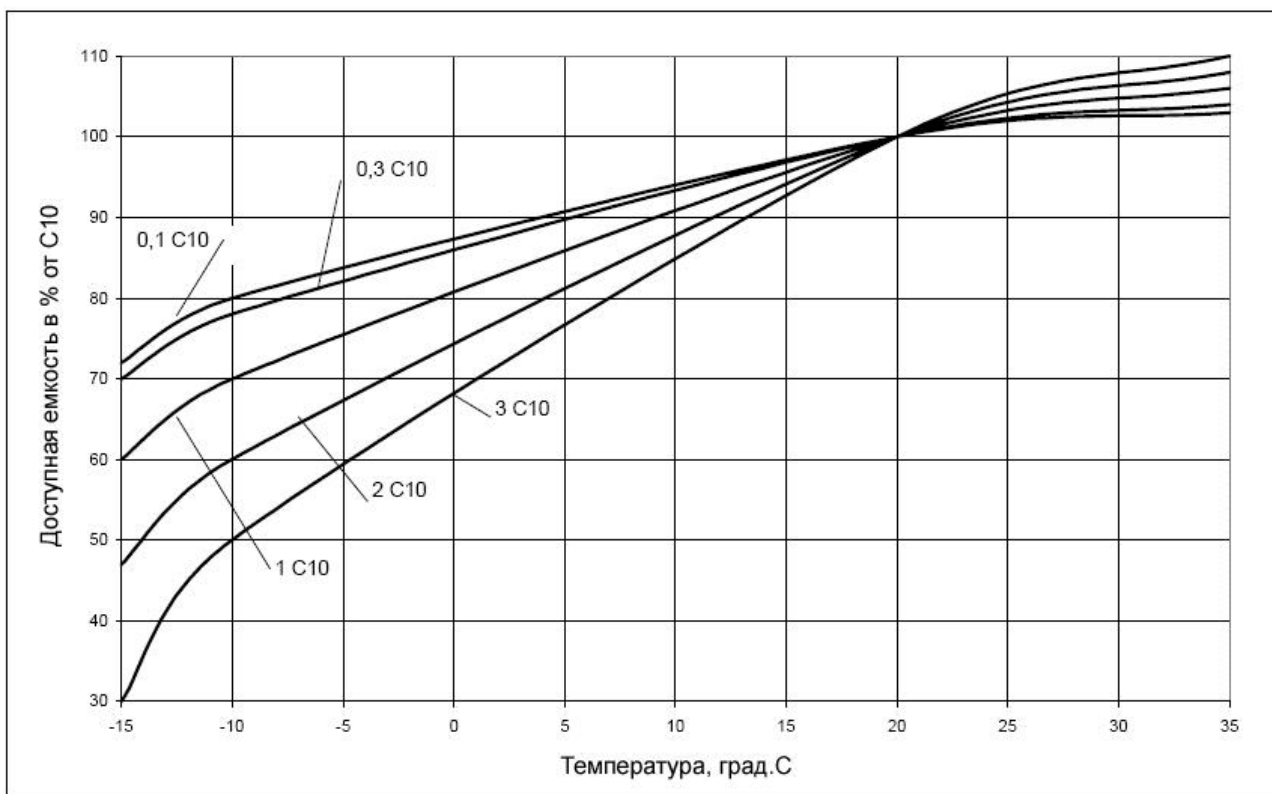


Рис. 12: Marathon - доступная емкость разряда в зависимости от температуры.

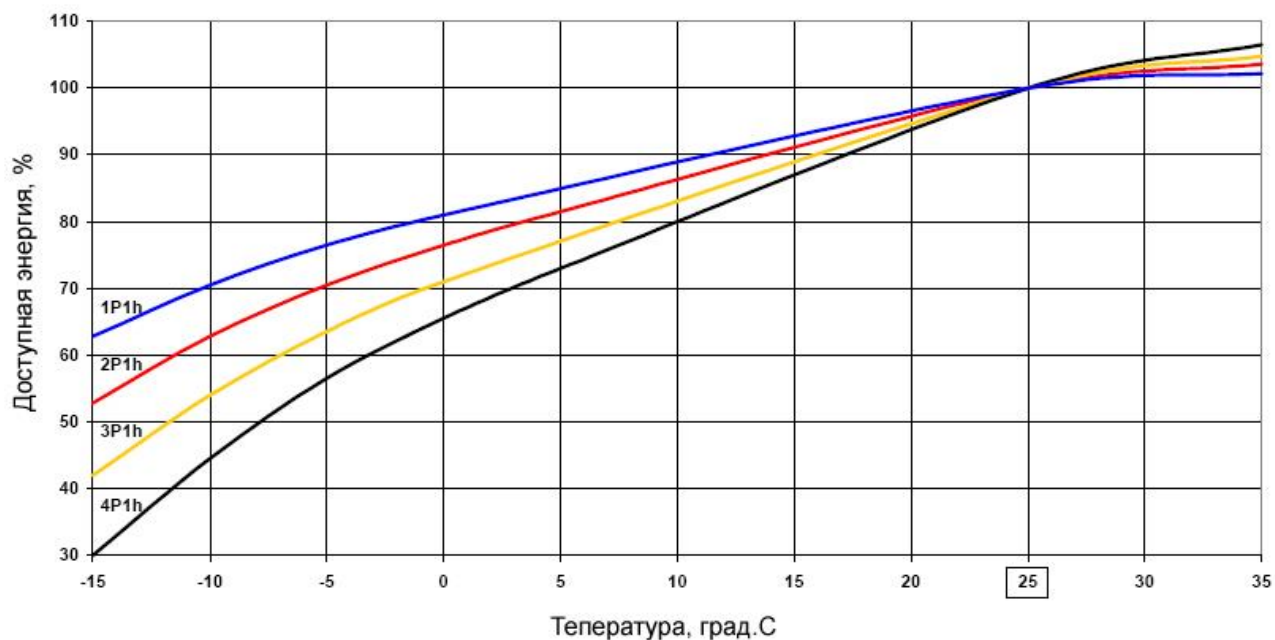


Рис. 13: Sprinter - энергия разряда в зависимости от температуры

- Ожидаемый срок службы при 20°C в параллельно-резервном режиме с эпизодическими разрядами:

Powerfit: от 3 до 5 лет

Sprinter: от 8 до 9 лет

Marathon: > 10 лет

Для сравнения - расчетный срок службы при 20°C в идеальных условиях эксплуатации:

Powerfit: 5 лет

Sprinter: 10 лет

Marathon: > 12 лет

• Зависимость срока службы батареи от ее рабочей температуры подчиняется хорошо известному эмпирическому правилу (по закону Аррениуса): скорость коррозии удваивается на каждые 10°C. Таким образом, расчетный срок службы на каждые 10°C повышения температуры сокращается вдвое.

Пример: срок службы 10 лет при 20°C снижается до 5 лет при 30°C.

На рис.14-16 показана зависимость срока службы от температуры для разных типов аккумуляторов.

Рисунок 17 показывает зависимость от температуры циклического ресурса аккумуляторов. Для получения данной кривой при различных значениях температуры проводились ежедневные циклы разряд-заряд (степень разряда 60%  $C_{10}$ ) до тех пор, пока фактическая емкость не снижалась до 0,8 $C_{10}$ . Как правило, от 5 до 20% циклов были контрольными (т.е. проводились испытания по определению емкости). Влияние температуры не столь сильное, если сравнить его с режимом непрерывного подзаряда, так как коррозия незначительна при разряде по сравнению с зарядом. В то же время, верхняя кривая на рис. 17 перемещается ближе к нижней кривой по мере того, как увеличивается продолжительность работы аккумулятора в состоянии, близком к полностью заряженному.

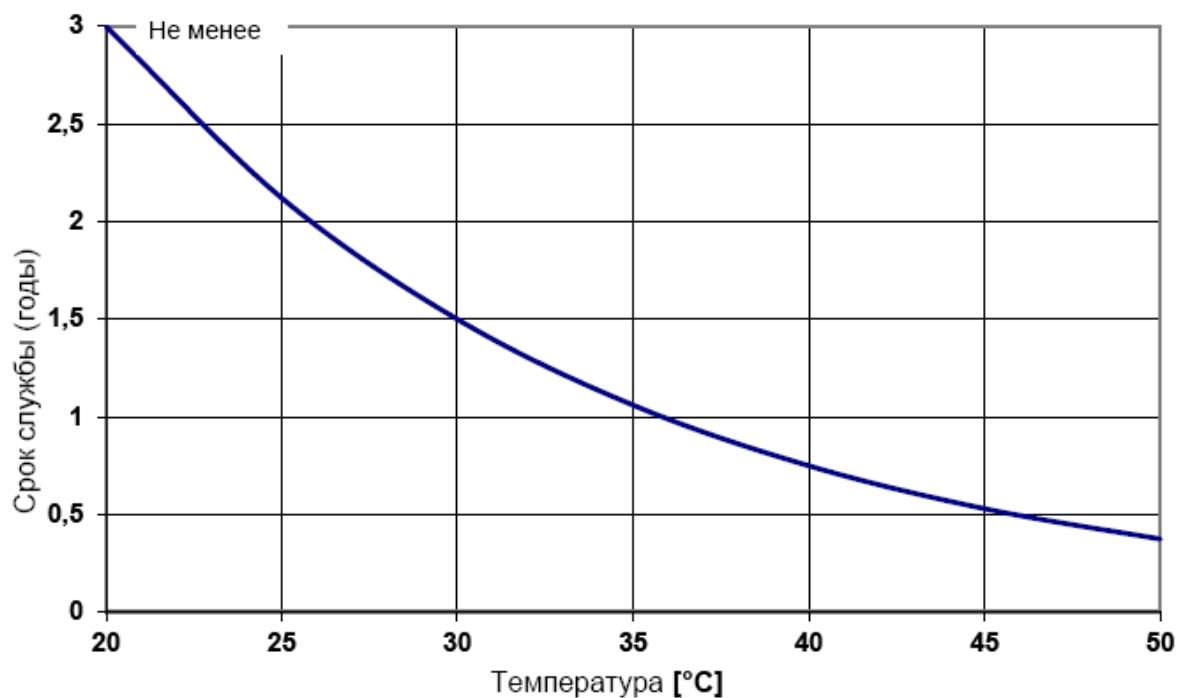


Рис. 14: Powerfit - зависимость срока службы от температуры

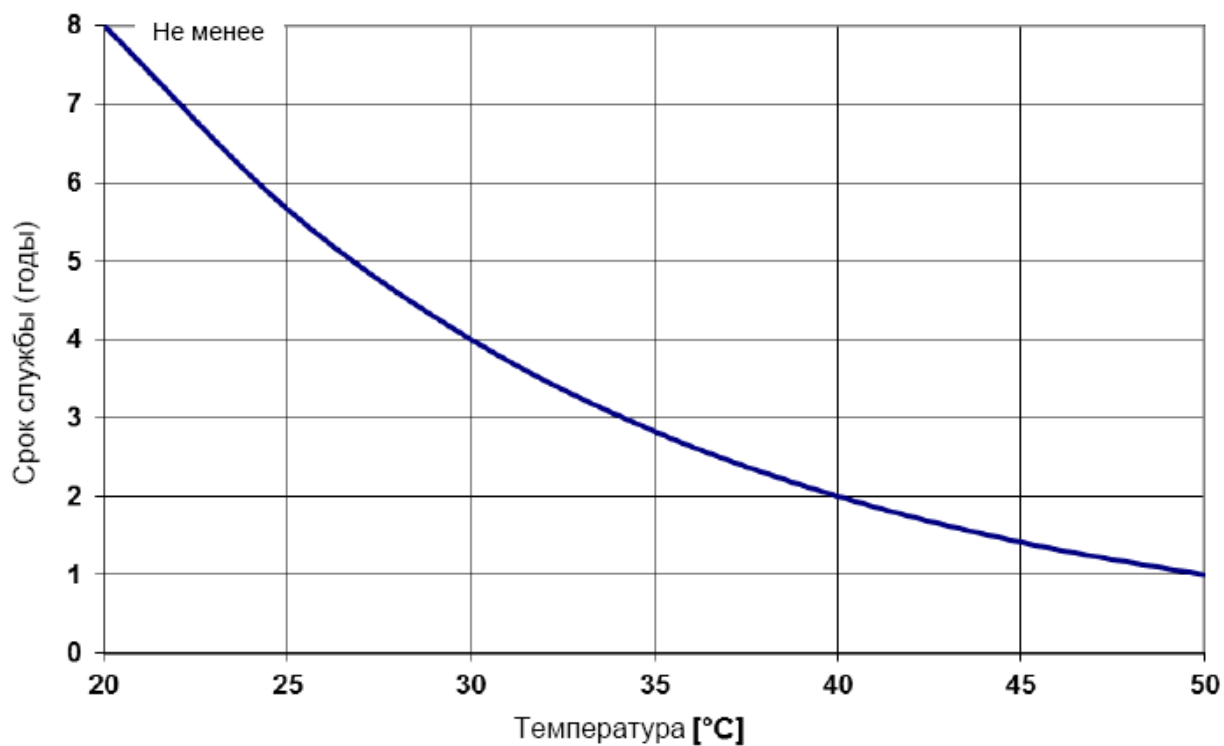


Рис. 15: Sprinter - зависимость срока службы от температуры

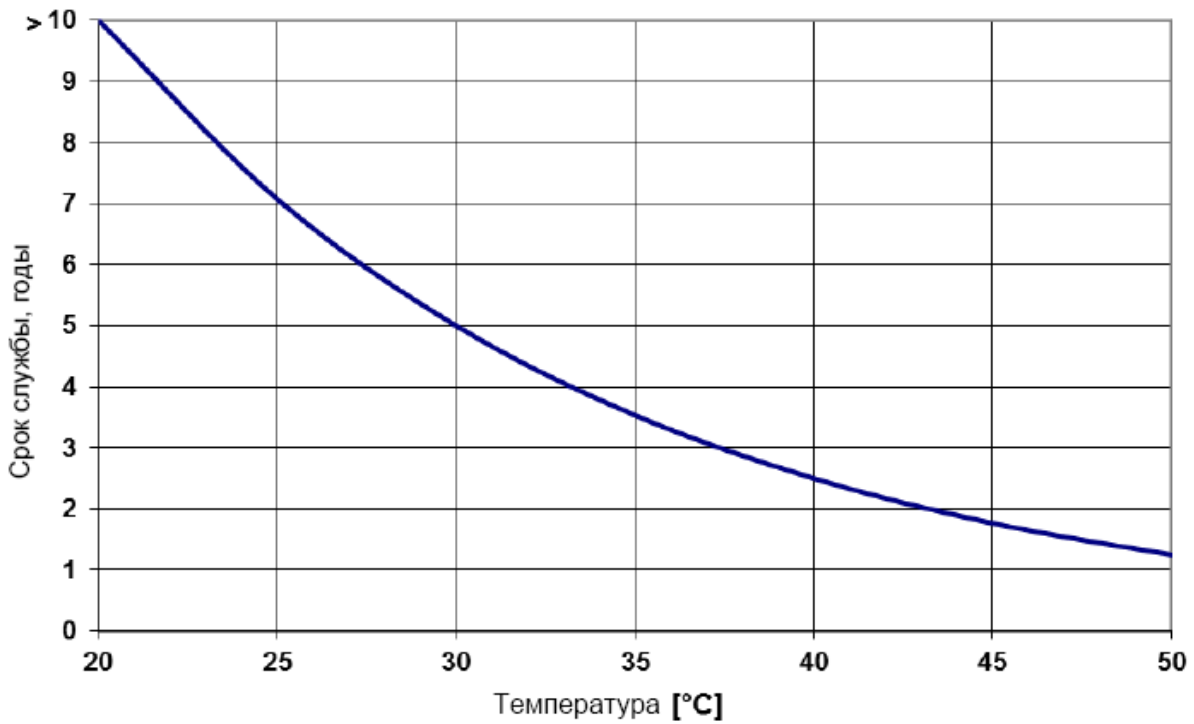


Рис. 16 : Marathon - зависимость срока службы от температуры

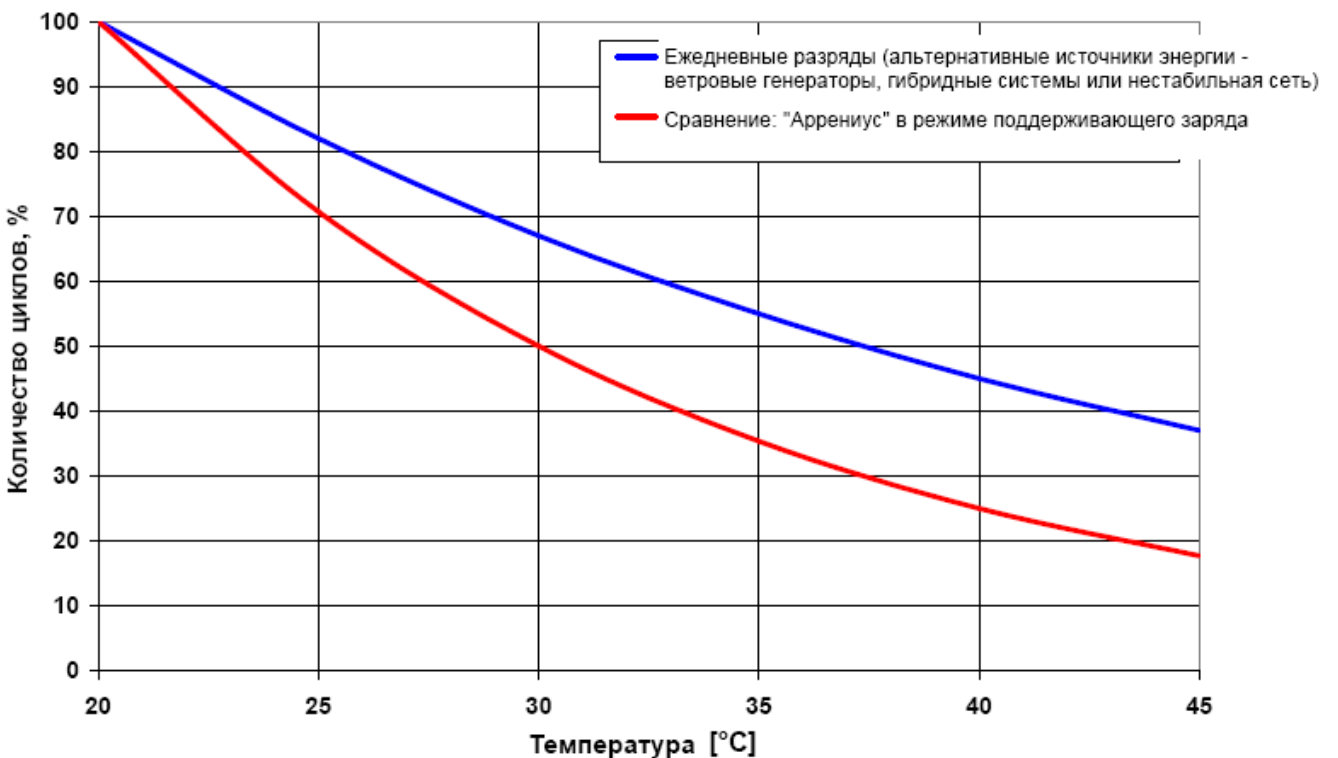


Рис. 17: Голубая кривая: циклический ресурс (в процентах от количества циклов при 20°C) в зависимости от температуры, ежедневный разряд max до 60% C<sub>10</sub>. (от 5 до 20% от всех циклов - контрольные циклы)



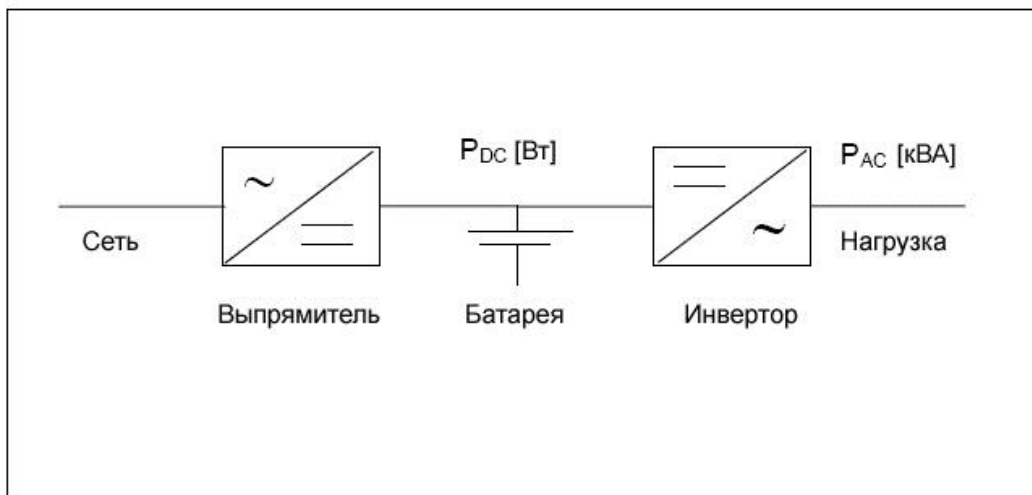
## 6.11 Применение в источниках бесперебойного питания (UPS)

Аккумуляторы серии Sprinter были специально разработаны для применения в UPS. Все справочные разрядные характеристики получены при температуре 25°C, как наиболее характерной для работы UPS систем.

Мощность UPS обычно выражается в кВт или кВА. Условия разряда аккумуляторов в составе UPS соответствуют разряду постоянной мощностью, поэтому классификация и маркировка аккумуляторов серии Sprinter основывается на мощности 10-минутного или 15-минутного разряда.

Например: обозначение P12V875 означает, что мощность разряда аккумулятора в течение 15 минут до конечного напряжения 1,75 В/эл составляет 875 Вт на блок (при температуре 25°C).

Принципы расчета и выбора аккумуляторов для UPS:



$$P_{AC} = U * I$$

$$P_{DC} = (U * I * \cos \varphi) / \eta$$

$$P_{DC} = (P_{AC} * \cos \varphi) / \eta$$

$P_{AC}$  = Мощность потребления нагрузки [кВА]  
 $P_{DC}$  = Мощность потребления инвертора [кВт]  
 $\cos \varphi$  = Коэффициент мощности  
 $\eta$  = КПД инвертора  
 $I_{max}$  = Максимальный ток нагрузки [А]  
 $U_{min}$  = Минимальное напряжение нагрузки [В]

$$I_{max} = \frac{P_{AC} * \cos \varphi}{\eta * U_{min}}$$

КПД инвертора  $\eta$  (85% - 95%)  
 Зависит от типа UPS:
 

- его мощности
- и принципа преобразования (электронной схемы)

 Для больших UPS (160 кВА) характерно 93%  
 Для средних UPS (50 кВА) характерно 85%

## 6.12 Плановые проверки и техническое обслуживание

### 6.12.1 Основные положения и мероприятия в соответствии с «Инструкцией по эксплуатации»

- Необходимы периодические проверки:

- настройки напряжения и тока заряда
- условий разряда,
- температуры,
- условий хранения,
- чистоты аккумуляторов и электротехнического оборудования,
- прочих условий, определяющих безопасность и срок службы батарей (как например, вентиляции аккумуляторных помещений).

- Допускаются периодические контрольные разряды, имеющие целью проверку работоспособности аккумуляторной батареи, выявление дефектных элементов или моноблоков и симптомов старения аккумуляторов для своевременной замены эксплуатирующейся батареи на новую.

- Герметизированные аккумуляторы не требуют долива дистиллированной воды в течение всего срока эксплуатации. Именно поэтому их называют «необслуживаемыми». Принцип герметизации заключается в применении клапана избыточного давления на каждом элементе или моноблоке, который не может быть демонтирован неразрушающим образом. Часто встречающаяся аббревиатура VRLA (Valve Regulated Lead Acid) расшифровывается как свинцово-кислотный аккумулятор с регулирующим клапаном.

- Несмотря на то, что с точки зрения ухода за электролитом VRLA аккумуляторы являются необслуживаемыми, время от времени требуется производить некоторые измерения и мероприятия (для получения более подробной информации см. «Инструкцию по эксплуатации»):

- Аккумуляторы должны быть чистыми и сухими для исключения поверхностных токов утечки. Пластиковые детали аккумулятора, в особенности корпус, должны протираться тканью, смоченной исключительно в чистой воде без добавок и растворителей.

- По крайней мере, каждые 6 месяцев измеряйте и записывайте:

- Напряжение батареи в целом
- Напряжение отдельных элементов или блоков (примерно 20% всех, входящих в батарею)
- Температуру поверхности отдельных элементов или блоков
- Температуру в аккумуляторном помещении

Если в результате проверки выявлено, что разброс напряжений подзаряда отдельных элементов / блоков в батарее отличается от среднего значения более

допустимого (см. таблицу 6) или различие температуры поверхности отдельных элементов / блоков в батарее превышает 5 градусов, обратитесь в сервисную службу регионального представительства GNB Industrial Power.

Ежегодно измеряйте и записывайте:

- Напряжение батареи в целом
- Напряжение всех, входящих в батарею, элементов или блоков
- Температуру поверхности всех элементов или блоков
- Температуру в аккумуляторном помещении

- Ежегодно проводите:

- визуальный осмотр болтовых соединений
- проверку момента затяжки болтовых соединений
- проверку размещения и монтажа батареи
- проверку работы вентиляции

### **6.12.2. «Аккумуляторные тестеры» и «Мониторинг батареи»**

Время от времени некоторыми разработчиками предлагаются методы контроля состояния или емкости батареи, отличающиеся от традиционных процедур, связанных с проведением контрольного разряда. Принцип действия тестовых приборов основан на одном из известных методов измерения: проводимости, импеданса или сопротивления постоянному току.

Так называемые «аккумуляторные тестеры» представляют собой портативные устройства. Любой из перечисленных методов измерения также может быть положен в основу «Системы мониторинга батареи», что означает его непрерывную работу и стационарное подключение к батарее.

Как «аккумуляторные тестеры» так и «система мониторинга» могут использоваться для анализа тенденции данных, но никогда полноценно не заменяют стандартную проверку емкости – контрольный разряд.

Это связано с тем, что ни один из перечисленных методов не дает объективных результатов. Фактически результаты измерений зависят от конкретного метода измерений (частоты, амплитуды и т.д.), производителя «аккумуляторного тестера» и других параметров, таких как температура и размещение элементов или блоков, на которых производятся измерения. Для получения более подробной информации см. также [10] и [11].

Следующие ниже рекомендации могут быть использованы для интерпретации измерений по методу импеданса / проводимости / сопротивления:

- Если для оценки состояния герметизированных аккумуляторов применяется метод измерения импеданса или проводимости, то рекомендуется установить батарею в режим непрерывного подзаряда на время не менее двух дней (но не более 7 дней). После чего могут быть сделаны первые изменения. Результаты этих измерений должны быть приняты как начальные значения для элементов или блоков, составляющих данную батарею.
- Затем рекомендуется снимать показания импеданса / проводимости каждые 6 или 12 месяцев. Для объектов высокой степени ответственности с точки зрения надежности и непрерывности электроснабжения измерения могут проводиться чаще.
- Анализ результатов измерений не может приводить к однозначным выводам о достаточной емкости, низкой емкости или отсутствии таковой. Для интерпретации результатов измерений руководствуйтесь следующими рекомендациями:
  - Если результаты измерений показывают, что значения импеданса / проводимости ухудшаются\*) более чем на 35% относительно первоначальных измеренных значений, то, прежде всего, следует провести 12-часовой ускоренный заряд после выдержки батареи в течение 2-х дней в режиме подзаряда. Затем повторить измерения. Если полученные величины не улучшаются относительно критерия 35%, то следует провести контрольный разряд батареи.
  - Если измеренные значения импеданса / проводимости отдельных элементов или блоков имеют отклонение в худшую сторону больше, чем на 35% относительно среднего для батареи значения, то следует провести 12-часовой ускоренный заряд после выдержки батареи в течение 2-х дней в режиме подзаряда. Затем повторить измерения. Если полученные величины не улучшаются относительно критерия 35%, то следует провести контрольный разряд батареи.
  - Если исходные измеренные значения существуют только для батареи в целом, то следует пользоваться вторым из предложенных методов.

\*) худшими для импеданса считаются большие значения, худшими для проводимости считаются меньшие значения.

Любые результаты измерений импеданса / проводимости аккумуляторов правомерно сравнивать между собой только в случае равной температуры измерения – с допустимым отклонением +/- 2 градуса.

Уменьшение импеданса или увеличение проводимости считаются благоприятными изменениями (для батареи, находящейся в режиме непрерывного подзаряда) и не требуют принятия каких-либо мер, так как данная тенденция отражает процесс набора емкости аккумуляторами, установленными на заряд постоянным напряжением.

Если элемент или блок батареи выводится из эксплуатации на основании показаний аккумуляторного тестера и возвращается производителю для анализа возможной неисправности, то настоятельно рекомендуется надписать на аккумуляторе измеренные значения импеданса / проводимости при помощи несмываемых чернил.

### **6.12.3. Уход за аккумуляторами**

- Не вскрывать клапаны избыточного давления
- Допускается протирать пластиковые детали аккумуляторов, в частности, корпуса элементов, тканью, смоченной в чистой воде без добавок и растворителей
- После очистки поверхность аккумуляторов должна быть высушена подходящим способом, например, сжатым воздухом или сухой тканью [1].

## 7. Переработка

Свинцово-кислотные аккумуляторы являются перерабатываемыми промышленными изделиями. На заводах GNB Industrial Power перерабатывается использованный свинец, что рассматривается как часть жизненного цикла аккумуляторов и как аспект защиты окружающей среды. Свяжитесь с ближайшим представительством GNB Industrial Power, и Вас проинформируют о действиях при утилизации батарей.

Все это касается использованных элементов и блоков.

Перевозка использованных аккумуляторов подчиняется особым правилам. Поэтому рекомендуется поручить доставку отработавших аккумуляторов специализирующемуся на этом перевозчику.

Детальная информация о транспортировании использованных аккумуляторов содержится в брошюре ZVEI “Taking back of used industrial batteries acc. to the battery decree” [12] - возврат использованных промышленных аккумуляторов согласно постановлению об аккумуляторах.

## 8. Список литературы

- [1] Information leaflet “Cleaning of Batteries” of the working group “Industrial Batteries” in the ZVEI (Central Association of German Electrical and Electronic Manufacturers), Frankfurt/M., edition October 2006
- [2] European standard EN 50272-2 “Safety requirements for secondary batteries and battery installations, Part 2: Stationary batteries”, June 2001
- [3] DIRECTIVE 2014/35/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of electrical equipment designed for use within certain voltage limits (recast)
- [4] B. A. Cole, R. J. Schmitt, J. Szymborski (GNB Technologies): “Operational Characteristics of VRLA Batteries Configured in Parallel Strings”, proceedings INTELEC 1998
- [5] German standard DIN 41774, part 1 “Semiconductor rectifier equipment with IU-characteristic for the charging of lead-acid batteries – Guidelines”, edition February 1979 (this standard is available in German language only)
- [6] Information leaflet “Considerations on service life of stationary batteries” of the working group “Industrial Batteries” in the ZVEI (Central Association of German Electrical and Electronic Manufacturers), Frankfurt/M., edition January 2013
- [7] F. Kramm, Dr. H. Niepraschk (Akkumulatorfabrik Sonnenschein GmbH): “Phenomena of Recombination and Polarization for VRLA Batteries in Gel Technology”, proceedings INTELEC 1999
- [8] International standard IEC 60896-21 “Stationary Lead-Acid Batteries, Part 2: Valve Regulated Types, Section 1: Functional characteristics and methods of test”, first edition February 2004
- [9] International standard IEC 896-2 “Stationary lead-acid batteries – General requirements and methods of test – Part 2: Valve regulated types”, first edition November 1995



[10] B. A. Cole, R. J. Schmitt (GNB Technologies): “A Guideline for the Interpretation of Battery Diagnostic Readings in the Real World”, Battconn '99

[11] PPT-Presentation “Battery-Testers, -Monitoring, -Management” (GNB Industrial Power, Applications Engineering), latest version

[12] Information leaflet “Taking back of used industrial batteries acc. to the battery decree” of the working group “Industrial Batteries” in the ZVEI (Central Association of German Electrical and Electronic Manufacturers), Frankfurt/M., edition July 2007 (available in German language only)

[13] International standard IEC 62485-2 “Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 2: Stationary batteries”, June 2010

Предупреждение: производитель не несет ответственности за возможные изменения стандартов, на которые ссылается данный документ, а также за возможные различия между указанными стандартами и теми национальными стандартами, которым необходимо будет следовать при проектировании, расчете и монтаже аккумуляторных батарей на местах.

Exide Technologies GmbH  
Im Thiergarten  
63654 Büdingen-Germany  
Tel.: + 49 (0) 60 42 - 81544  
Fax: + 49 (0) 60 42 - 81398  
[www.gnb.com](http://www.gnb.com)

AGM-Handbook, Part 2 (Edition 13, Aug 2016)  
Network Power, Application Engineering  
Copyright – All Rights Reserved  
Перевод ООО «Акку-Фертриб», Москва, 2016

- 54 -

State: Aug 2016

**GNB**  
**INDUSTRIAL POWER**  
A Division of Exide Technologies