

# Промышленные аккумуляторы SOLAR X



**Руководство по эксплуатации**  
Универсальное применение



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Технический паспорт .....</b>	<b>3</b>
----------------------------------	----------

### **Инструкция по эксплуатации**

Принципы работы и конструкция АКБ <b>Solar X</b> .....	5
Области применения .....	5
Требования безопасности .....	6
Хранение .....	7
Монтаж .....	8
Ввод в эксплуатацию и эксплуатация .....	9
Обслуживание .....	17
Возможные неисправности.....	18
Вывод из эксплуатации .....	18

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Технические характеристики.....	18
Серия 1.....	18
Серия 2.....	18
Серия 3.....	19

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

Типы и расположение выводов.....	19
----------------------------------	----

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

Форма аккумуляторного журнала.....	20
------------------------------------	----

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ

Стационарные гелевые герметизированные аккумуляторы Solar X

### 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Стационарные гелевые свинцово-кислотные аккумуляторные батареи Solar X, герметизированные при помощи клапана избыточного давления – это надежные, долговечные, необслуживаемые в течение всего срока эксплуатации автономные источники тока, предназначенные для работы в режиме непрерывного подзаряда или циклическом режиме.

К работе с аккумуляторами и батареями допускается только квалифицированный персонал, имеющий необходимую **Группу допуска к работе с электроустановками до 1000 В**, ознакомленный с **Инструкцией по эксплуатации** и прошедший **Инструктаж по технике безопасности**.

### 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Аккумуляторы Solar X импортируются предприятием-производителем заполненные электролитом, с полным зарядом и в готовности к использованию.

Основные технические характеристики аккумуляторов приведены в **Инструкции по эксплуатации**.

Указанные технические характеристики справедливы для номинальной температуры плюс 20.....25°C, должны иметь не менее 95% гарантированной емкости на первом цикле заряда-разряда и 100% - не позднее 5 цикла.

**Технические характеристики гарантируются производителем при условии соблюдения требований к хранению, эксплуатации и обслуживанию батарей.**

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСПОРТИРОВКЕ

Стационарные свинцово-кислотные герметизированные необслуживаемые аккумуляторы Solar X с электролитом, связанном в стекло - волоконном сепараторе, безопасны при перевозке любым видом транспорта. Транспортировка допускается только в вертикальном положении. В процессе перевозки требуется защита от коротких замыканий, падений, ударов и опрокидывания.

Возможно разместить на поддонах. Запрещено при этом ставить поддоны друг на друга.

На внешней стороне упаковки должны отсутствовать следы протекания электролита. Аккумуляторы, с повреждениями корпуса, необходимо упаковывать и перемещать как опасный груз.

### 4. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Комплектация поставки определяется контрактом.

Комплектация базовой поставки:

- аккумуляторы Solar X;
- крепежные болты и гайки;
- технический паспорт;
- инструкция по эксплуатации;

По дополнительной договоренности возможна поставка:

- стеллажей, батарейных кабинетов ;
- механизмов для переноса аккумуляторов;
- контрольно - измерительных приборов;
- динамометрических ключей;
- выпрямительной и зарядной техники.

### 5. СРОК СЛУЖБЫ И ХРАНЕНИЯ

Максимальный срок хранения аккумуляторов Solar X без подзаряда составляет 6 месяцев в сухом помещении при температуре воздуха не более 20°C. Расчетный срок службы в режиме непрерывного подзаряда при температуре 20°C 10-12 лет.

Фактический срок службы сокращается в два раза на каждые 10 градусов увеличения температуры эксплуатации.

## ! ВНИМАНИЕ !



Прочитать руководство по эксплуатации и поместить его рядом с батареей



Предотвращать опасность пожара, короткого замыкания. Внимание! Металлические детали элементов батареи всегда находятся под напряжением, поэтому не разрешается класть на батарею предметы или инструмент!



При работе с батареями необходимо иметь защитные очки и защитную одежду, соблюдать правила техники безопасности.



Внимание, батарейный блок/ элементы имеют большой вес! Обратите внимание на надежную установку батареи! Используйте только соответствующие приспособления для транспортировки.



Курить запрещено! Не допускать открытого огня и искры вблизи от батареи из-за опасности взрыва и пожара!



Электролит является сильным едким веществом. При нормальном режиме работы соприкосновение с электролитом исключено. При разрушении корпуса освобожденный связанный электролит является таким же едким, как и жидкий.

## 6. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

**Гарантийный срок** эксплуатации аккумуляторов **Solar X** составляет «\_\_» месяцев от даты ввода в эксплуатацию, но не более **18 месяцев** от даты поставки, в случае когда договор не предусматривает других условий.

Настоящая гарантия действует только в случае соблюдения покупателем требований производителя к транспортированию, хранению и эксплуатации аккумуляторов, а также, если монтаж батарей был осуществлен аттестованными специалистами, либо сотрудниками сервисной службы компании-продавца, либо другими специалистами, по согласованию с поставщиком аккумуляторов.

Не подлежат гарантийному обслуживанию аккумуляторы с дефектами, возникшими впоследствии:

- механических повреждений;
- несоблюдения условий транспортирования, хранения и эксплуатации;
- неправильной установки;
- стихийных бедствий и других причин, находящихся вне контроля продавца и производителя;
- попадания внутрь корпуса посторонних предметов и жидкостей;
- ремонта и внесения изменений в конструкцию неуполномоченными лицами.

Гарантийные обязательства действительны только при наличии штампа продавца в пп. 7 и 8 технического паспорта.

## 7. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Аккумуляторы **Solar X** тип \_\_\_\_\_ кол-во \_\_\_\_\_ (шт)

согласно накладной № \_\_\_\_\_ прошли приемо-сдаточные испытания на соответствие требованиям технических условий и признаны годными для эксплуатации.

Подпись \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Место для печати (штампа)

## 8. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВКЕ

Аккумуляторы **Solar X** тип \_\_\_\_\_ кол-во \_\_\_\_\_ (шт)

согласно накладной <sup>1</sup> \_\_\_\_\_ упакованы в соответствии с требованиями технических условий и признаны годными для от-грузки покупателю.

Подпись \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Место для печати (штампа)

## ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Стационарные свинцово-кислотные герметизированные необслуживаемые аккумуляторы **SolarX**

Перед использованием аккумуляторов внимательно ознакомьтесь с инструкцией, следуйте ее рекомендациям в процессе монтажа и эксплуатации батареи. Храните инструкцию на видном месте рядом с батареей.

### 1. Принцип работы и конструкция аккумуляторов Solar X

Стационарные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи, герметизированные при помощи клапана избыточного давления, не требуют долива воды на протяжении всего срока службы. Аккумуляторы **SOLAR X** производятся по технологии GEL и AGM (электролит впитан в стекловолоконный сепаратор), отличаются высокой плотностью энергии и низкой скоростью саморазряда. В аккумуляторах AGM реализуется механизм внутренней рекомбинации выделяющихся при заряде газов, и обеспечивается максимально возможный коэффициент рекомбинации. 99% кислорода соединяется на отрицательной пластине с водородом, образуя воду. Система связывания электролита в аккумуляторах **SOLAR X** обеспечивает возможность их работы в любом положении без потери емкости, вытекания электролита или сокращения срока службы. Исключением является только заряд в положении клапаном вниз.



Вот только некоторые, наиболее часто встречающиеся, области применения аккумуляторов **Solar X**:

- системы аварийного оповещения и сигнализации;
- кабельное телевидение;
- оборудование связи;
- компьютеры и серверы;
- системы управления;
- электронные запоминающие устройства;
- электронное измерительное оборудование;
- системы аварийной сигнализации;
- системы пожарной и охранной сигнализации;
- навигационное оборудование;
- медицинские приборы;
- автономные силовые приборы и устройства;
- ветрогенераторы и солнечные панели;
- телекоммуникационные системы;
- телевидение и видеосистемы;
- игрушки;
- UPS;
- торговые и разменные автоматы.

### 2. Области применения

### 3. Требования безопасности

#### Источники опасности:

- электролит;
- электрический заряд, запасенный в аккумуляторах;
- водород, выделяющийся при заряде батареи.

#### электролит

Электролит в аккумуляторах **SOLAR X** представляет собой разбавленную серную кислоту, связанную в стекловолоконном сепараторе. При нормальной эксплуатации электролит не вытекает из аккумулятора, и контакт с ним невозможен.

Исключением является случай утечки электролита из поврежденного, треснувшего или расколотого корпуса. Эксплуатация аккумулятора со следами утечки электролита запрещается.

Не вскрывайте и не разбирайте аккумуляторы. Вытекший электролит может привести к химическим ожогам. Если электролит попал на кожу, промойте это место большим количеством чистой воды. В случае попадания электролита в глаза, немедленно промойте их большим количеством чистой воды или специальным нейтрализующим раствором. Обязательно обратитесь за медицинской помощью.

Не сжигайте аккумуляторы. Возможен взрыв и выделение токсических продуктов горения. Отработавшие свой срок аккумуляторы должны быть направлены в переработку.

#### электрический заряд

**Помните!** Металлические части аккумуляторов всегда находятся под напряжением! При проведении работ с аккумуляторами необходимо принимать меры предосторожности против случайного прикосновения к незаизолированным токоведущим частям аккумуляторов и батарей.

Прикосновение к токоведущим частям аккумуляторной батареи может привести к поражению электрическим током. При работе с аккумуляторами применяйте средства личной защиты: резиновые перчатки, очки и защитную одежду, включая специальную обувь. Не устанавливайте аккумуляторы в местах повышенной влажности.

Нарушение этого требования также может привести к поражению электрическим током. Стеллажи с аккумуляторами должны быть изолированы от земли. Если напряжение шины постоянного тока превышает 60 Вольт, аккумуляторы должны быть изолированы от стеллажа с помощью изолирующих прокладок, стойких к воздействию электролита и аэрозолей серной кислоты. В высоковольтных системах сопротивление изоляции между токоведущими частями аккумуляторной батареи и стеллажом должно быть не менее 1 МОм. В составе системы должны быть

предусмотрены соответствующие средства контроля и защитные устройства. Не допускайте коротких замыканий выводов аккумуляторов. Не используйте металлические предметы и инструменты, например, металлические щетки для очистки выводов аккумуляторов.

При монтаже батареи используйте изолированный инструмент.

До начала работы с батареей снимите все металлические аксессуары, такие как очки в металлической оправе, часы, ювелирные украшения.

#### водород

При заряде свинцово-кислотного аккумулятора выделяется горючий, взрывоопасный газ – водород. И хотя объем газовой выделенной герметизированных аккумуляторов ничтожно мал по сравнению с газовой выделенной аккумуляторов с жидким электролитом (примерно в 100 раз меньше при сравнении батарей сходных по емкости), данный факт необходимо учитывать при организации аккумуляторного помещения и эксплуатации батарей со связанным электролитом. Не размещайте аккумуляторы внутри герметичных объемов. Убедитесь, что пространство, где расположены аккумуляторы, хорошо вентилируется. Не размещайте аккумуляторы вблизи источников тепла или пламени. Не размещайте вблизи батареи устройства, которые могут быть источниками электрических разрядов, искр, например, коммутационные устройства (выключатели) и предохранители. Всегда снимайте заряд статического электричества с одежды и тела перед любыми работами по контролю и обслуживанию аккумуляторов. Не накрывайте аккумуляторы пластиковой пленкой. При ее удалении возможна сильная электризация с образованием искр. Используйте чистую влажную ткань для ухода за аккумуляторами. Не используйте сухую ткань. Это может привести к накоплению статических зарядов, искрению и воспламенению.

### 4. Хранение

В интересах потребителей продукции время ее хранения должно быть сведено к минимуму.

#### 4.1. Общие требования

Храните аккумуляторы в сухом прохладном, но непромерзающем помещении. Аккумуляторы не следует размещать вблизи источников тепла, например, трансформаторов. На аккумуляторы не должно попадать прямое солнечное излучение. Не размещайте аккумуляторы в условиях сильного запыления, что может привести к поверхностным утечкам. Электрические выводы аккумуляторов должны быть защищены в процессе хранения от коротких замыканий. При распаковке аккумуляторов и извлечении из транспортной тары не допускайте их падения, опрокидывания. В случае падения аккумуляторов возможно появление трещин корпуса и утечка электролита.

Некоторые модели аккумуляторов имеют большой вес. При перемещении соблюдайте осторожность во избежание травм. Не поднимайте аккумуляторы или моноблоки за клеммы.

#### 4.2. Условия и время хранения

В идеальном случае аккумуляторы **SOLAR X** следует хранить в сухом прохладном помещении при температуре, не превышающей 20°C. В процессе хранения свинцово-кислотные аккумуляторы постепенно теряют емкость, поэтому их время хранения без подзаряда ограничено и определяется скоростью саморазряда. Скорость саморазряда аккумуляторов **SOLAR X** составляет приблизительно 3% в месяц при температуре 20°C. Скорость саморазряда меняется в зависимости от температуры. **Рисунок 1** показывает зависимость остаточной емкости от времени хранения при разных значениях температуры батареи.

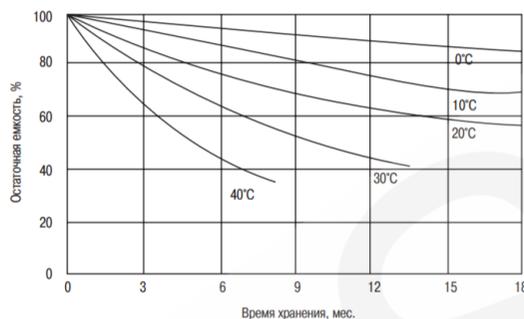


Рис. 1 Характеристики саморазряда аккумулятора.

Как следует из графика на **рисунке 1**, скорость потери емкости в процессе хранения зависит от температуры, поэтому и допустимый срок хранения аккумуляторов без подзаряда также должен корректироваться при изменении температуры хранения. Далее в **таблице 1** приведены характерные сроки хранения аккумуляторов без подзаряда при различных значениях температуры.

Температура	Хранение без подзаряда
0°C - 30°C	6 месяцев
31°C - 40°C	3 месяца
41°C - 50°C	1,5 месяца

Таблица 1

Непродолжительное хранение, например, несколько дней, при температуре, повышенной относительно рекомендованных значений, существенно не влияет на результирующий допустимый срок хранения. Однако если повышенная температура окружающей среды наблюдается продолжительное время, месяц и более, то общее время хранения аккумуляторов без подзаряда должно сокращаться в соответствии с этим значением температуры.

#### 4.3. Измерения в процессе хранения

Для оптимизации характеристик и срока службы рекомендуется периодически полностью заряжать аккумуляторы, которые нужно хранить продолжительное время. Рекомендуемый для этого метод называется «Профилактический заряд» (**см. п.6.2.2**). Приблизительно глубину разряда и остаточную доступную емкость аккумуляторов **SOLAR X** можно эмпирически определить, измерив напряжение между выводами и сопоставив результат с данными графика на **рисунке 2**.

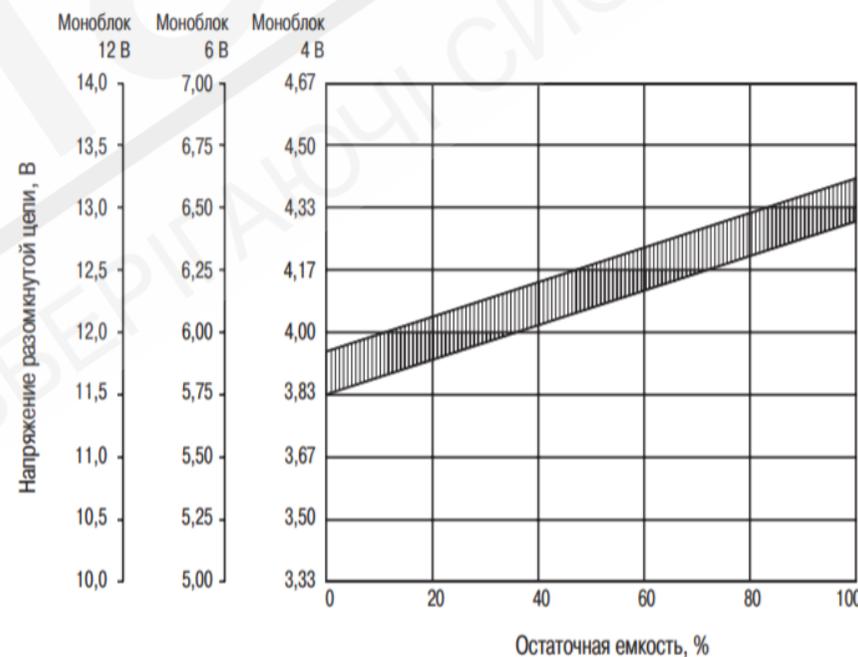


Рис. 2 Напряжение разомкнутой цепи аккумулятора в зависимости от остаточной емкости.

## 5. Монтаж

При сборке батареи из нескольких аккумуляторов необходимо обеспечить зазоры между корпусами соседних аккумуляторов. Рекомендуемая величина зазора – около 10 мм. Зазор необходим для вентиляции и охлаждения батареи. Если соединяются параллельно две или более батарейные группы, то все они должны присоединяться к нагрузке и зарядному устройству проводами, кабелями или шинами, имеющими одинаковое сопротивление для каждой группы. Это обеспечит близость параметров отдельных групп батарей, равномерное распределение тока заряда и максимально эффективное использование энергии при разряде батареи. При монтаже аккумуляторной батареи соблюдайте рекомендуемые усилия затяжки резьбовых соединений.

Выводы аккумулятора, кабельные наконечники и крепежные детали (болты, гайки) следует защитить изолирующими крышками или накладками во избежание короткого замыкания и образования искр.

## 6. Ввод в эксплуатацию и эксплуатация

Ввод в эксплуатацию аккумуляторов **SOLAR X** заключается в основном в том, что полностью смонтированная батарея подключается к своему зарядному устройству. Всегда применяйте зарядные устройства с характеристиками, рекомендованными производителем батарей. Напряжение выпрямителя должно быть отрегулировано так, как указано в **пункте 6.2.1 «Поддерживающий заряд»**. Перед вводом в эксплуатацию необходимо проверить все аккумуляторы на отсутствие механических повреждений, правильность полярности подключения и прочность монтажа соединителей.

### 6.1. Разряд

Разрядные характеристики аккумуляторов **SOLAR X** приведены в **Приложении 1** к настоящей Инструкции по эксплуатации. Приведенные разрядные характеристики справедливы при номинальной температуре эксплуатации 25°C. Номинальная емкость каждой отдельной модели аккумуляторов **SOLAR X** и соответствующий режим разряда указаны в спецификациях **Приложения 1**. Зависящее от величины разрядного тока и времени разряда конечное напряжение не должно быть ниже рекомендуемой величины. Без согласования с производителем запрещается снимать с аккумуляторов больше номинальной емкости. Глубокий разряд Режимы разряда со снятием емкости, свыше номинальной величины, или ниже рекомендованного минимального значения напряжения могут быть опасны для свинцово-кислотного аккумулятора и приводят к необратимой сульфатации пластин, росту внутреннего сопротивления, внутренним коротким замыканиям и досрочному выходу аккумуляторов из строя. Если по каким-либо причинам был допущен глубокий разряд аккумуляторов, то их восстановление следует проводить посредством специального заряда (**см. п. 6.2.2 раздел «Восстанавливающий заряд**

**после глубокого разряда»**). Минимальное рекомендованное конечное напряжение в зависимости от тока разряда указано в **таблице 3**.

Ток разряда (А)	Конечное напряжение (В/эл)
$I < 0,05 C$	1,80
$I = 0,1 C$	1,75
$I = 0,25 C$	1,70
$I \geq 1,0 C$	1,6

Таблица 3

Под величиной «С» в таблице понимается емкость аккумулятора в Ач в режиме 10-часового разряда. Конечное напряжение разряда не должно быть менее 1,3 В/элемент даже в стартерном режиме. Если аккумулятор нужно разряжать током, превышающим 3С<sub>10</sub> Ампер, следует проконсультироваться с производителем. После полного или частичного разряда следует сразу же приступить к заряду батареи/

### 6.2. Заряд.

#### 6.2.1. Поддерживающий заряд.

Поддерживающий заряд называют также режимом постоянного подзаряда. Режим постоянного подзаряда неограничен во времени и служит для поддержания аккумуляторной батареи в полностью заряженном состоянии. Напряжение постоянного подзаряда прикладывается к выводам батареи и при температуре 25°C должно поддерживаться на уровне (2,275 Вольт x количество последовательно соединенных элементов) с точностью ±1%, то есть в диапазоне 2,25-2,30 В/эл. Если напряжение больше верхнего допустимого значения, имеет место перезаряд, при котором уменьшается количество электролита и ускоряется коррозия решеток положительных пластин, что в результате уменьшает срок службы аккумуляторов. В случае, если напряжение меньше указанного нижнего предела, имеет место недозаряд. Это приводит к ускоренной коррозии решетки положительных пластин и деградации активного материала отрицательных пластин. Срок службы также сокращается.

#### 6.2.2. Восстановление емкости после разряда

Полноценный заряд является одним из самых важных факторов, определяющих эффективность эксплуатации герметизированных необслуживаемых свинцово-кислотных аккумуляторов.

Реализация расчетного срока службы аккумулятора напрямую связана с эффективностью выбранного зарядного устройства.

Основные методы заряда, применяемые для восстановления емкости аккумуляторов **SOLAR X** :

1. Заряд постоянным напряжением;
2. Заряд постоянным током;
3. Заряд падающим током;
4. Двухступенчатый заряд постоянным напряжением;
5. Профилактический заряд (подзаряд);
6. Восстанавливающий заряд после глубокого разряда.

### 1. Заряд при постоянном напряжении (метод U)

Заряд при постоянном напряжении является наиболее часто используемым методом заряда герметизированных аккумуляторов. Напряжение заряда аккумуляторов **SOLAR X** составляет 2,275 В/элемент при эксплуатации в режиме постоянного подзаряда и 2,40 В/элемент при эксплуатации в циклическом режиме. Начальный ток заряда ограничен на уровне 0,1C<sub>10</sub> [A]. На рисунке 3 в качестве примера показан характерный график заряда при постоянном напряжении с ограничением начального тока.



Рис. 3 График заряда при постоянном напряжении с ограничением начального тока заряда.

### 2. Заряд постоянным током (метод I)

Этот метод заряда нетипичен для аккумуляторов герметизированной конструкции, тем не менее, он весьма эффективен в качестве выравнивающего заряда батареи из последовательно соединенных аккумуляторов.

Выравнивающий заряд батареи проводится эпизодически и необходим для восстановления и выравнивания степени заряженности последовательно соединенных аккумуляторов.

Напряжение, ток и время выравнивающего заряда должны быть строго ограничены. Напряжение – не выше 2,40 В/эл; ток – не более 0,1C[A], время – не более 48 часов.

Кроме того необходимо контролировать температуру батареи, при достижении плюс 45°C заряд необходимо прекратить.

Аккумуляторы **SOLAR X** при заряде в режиме постоянного тока требуют особого внимания.

Если после достижения полностью заряженного состояния заряд продолжается тем же током в течение длительного времени, это может привести к явлению перезаряда и, как следствие, к повреждению аккумуляторов.

На рисунке 4 показан примерный график заряда постоянным током.



Рис. 4 График заряда постоянным током.

### 3. Заряд падающим током (метод W)

Этот метод заряда не рекомендуется для регулярного применения, поскольку характеристики заряда такого зарядного устройства могут оказаться опасными для герметизированных батарей.

Постоянное использование такого режима заряда сокращает срок службы аккумулятора.

Тем не менее, из-за сравнительной простоты зарядного устройства и его небольшой стоимости метод можно использовать для заряда цепочки последовательно соединенных аккумуляторов, эксплуатируемых в циклическом режиме.

В этом случае с целью предотвращения перезаряда рекомендуется ограничить время заряда или снабдить зарядное устройство системой автоматического отключения.

Для получения более подробной информации обратитесь к производителю. Режим заряда падающим током характерен постепенным уменьшением тока заряда при одновременном росте напряжения.

Следует принимать во внимание, что выходной ток и напряжение зарядных устройств этого типа зависят от напряжения питающей сети.

**Рисунок 5** иллюстрирует типичные характеристики заряда методом W.

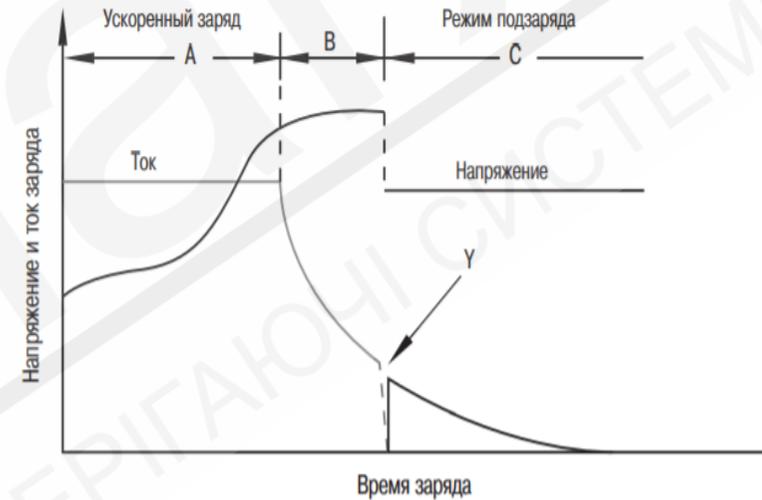


**Рис. 5** График заряда падающим током.

### 4. Двухступенчатый заряд постоянным напряжением (метод IU с переключением)

Двухступенчатый заряд является наиболее подходящим и рекомендованным методом для эффективного восстановления емкости свинцово-кислотных герметизированных аккумуляторов, обеспечивающим заряд за непродолжительное время и последующее содержание аккумуляторов в полностью заряженном состоянии в режиме непрерывного подзаряда.

Примерный профиль двухступенчатого заряда показаны на **рисунке 6**.



**Рис. 6** Зарядные характеристики при использовании двухступенчатого заряда постоянным напряжением.

Характеристики на **рисунке 6** показывают, что зарядное устройство работает в режиме постоянного напряжения с ограничением тока заряда. На начальной стадии заряда «А» ток, протекающий через аккумулятор, не меняется и должен быть ограничен на уровне  $0,25C_{10}$  [А].

Напряжение на выводах батареи при этом постепенно возрастает до заранее установленной величины 2,40 Вольт на элемент. Продолжение заряда на стадии «В» при напряжении 2,40 В/элемент сопровождается постепенным снижением тока заряда до точки, обозначенной на графике «Y», в которой ток падает до заранее определенного значения либо проходит заданное ограниченное время, после чего следует переключение на стадию заряда «С» со снижением напряжения до значения, соответствующего режиму постоянного подзаряда, т.е. 2,275 В/элемент при 25°C.

Такой способ заряда является наиболее эффективным с точки зрения продолжительности заряда и одновременно безопасным, обеспечивающим защиту

аккумулятора от перезаряда благодаря переходу на пониженное напряжение 2,275В/элемент в точке переключения «У».

Фаза заряда при повышенном постоянном напряжении в графике заряда может отсутствовать, тогда после достижения напряжением значения 2,40 В/эл сразу следует переход в режим постоянного подзаряда.

При использовании данного метода заряда должны быть реализованы следующие выходные параметры: Начальный ток заряда - 0,25С<sub>10</sub> Ампер (максимально) Напряжение заряда: на первой ступени заряда – 2,40 Вольт на элемент (максимально); на второй ступени заряда – 2,275 Вольт на элемент (от 2,25 до 2,30 В/элемент при 25°С).

Значение тока, при котором происходит переключение напряжения с первой на вторую ступень заряда – 0,05С<sub>10</sub> Ампер (от 0,04С до 0,08С Ампер), время заряда при повышенном напряжении не более 48 часов с контролем температуры аккумуляторов.

**Примечание:** применение данного метода заряда может быть ограничено, когда полезная нагрузка и аккумуляторная батарея соединены параллельно.

### 5. Профилактический заряд (подзаряд)

Поскольку любой аккумулятор подвержен саморазряду, то перед вводом в эксплуатацию, особенно после продолжительного хранения, батарею рекомендуется полностью зарядить.

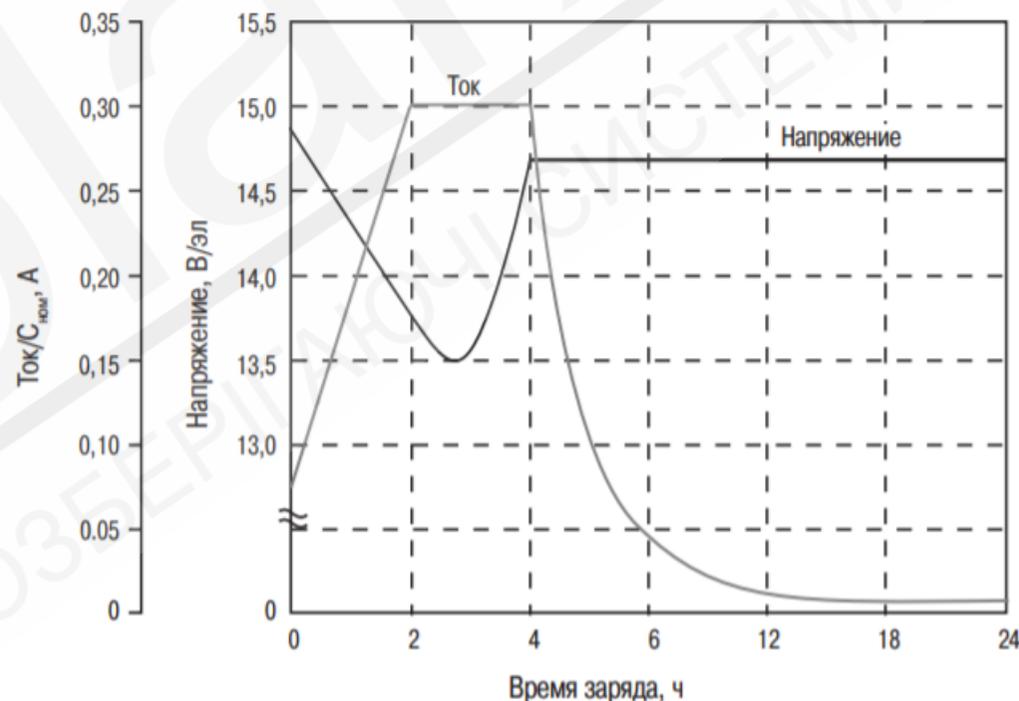
Также следует периодически проводить профилактические заряды аккумуляторов, находящихся на хранении, в указанном ниже режиме: Заряд постоянным током 0,1С<sub>10</sub> Ампер в течение 4 – 6 часов, затем заряд постоянным напряжением 2,40 В/элемент в течение 20-24 часов с контролем температуры батареи.

Температура не должна превышать 45°С. При достижении температурой указанного значения заряд рекомендуется либо полностью прекратить, либо перевести батарею в режим непрерывного подзаряда (**см. п.6.2.1. «Поддерживающий заряд»**). Продолжительность интервалов между профилактическими зарядами зависит от температуры хранения и должна соответствовать **таблице 1 п. 4.2 «Условия и время хранения»**.

**ВСЕГДА ПРЕДВАРИТЕЛЬНО** измеряйте напряжение разомкнутой цепи (ЭДС) аккумулятора, прежде чем приступать к подзаряду. Если измеренное напряжение составляет 12 Вольт или менее, обратитесь к производителю для получения рекомендаций по режиму под заряда.

### 6. Восстанавливающий заряд после глубокого разряда

Если аккумулятор подвергся глубокому разряду, то количество электричества, полученное от аккумулятора, может в 1,5 – 2 раза превышать номинальную емкость. Соответственно, заряд глубоко разряженного аккумулятора требует большего времени, чем в штатном случае. Как следует из графиков на **рисунке 7**, из-за значительного внутреннего сопротивления глубоко разряженного аккумулятора его начальный зарядный ток будет очень мал. Ток постепенно возрастает по мере заряда аккумулятора в течение примерно первого часа за счет снижения внутреннего сопротивления, после чего график заряда приходит к своему обычному виду.



**Рис. 7** Зарядные характеристики после глубокого разряда.

Для того, чтобы сообщить достаточный зарядный ток аккумулятору, подвергнутому глубокому разряду, может потребоваться повышенное начальное зарядное напряжение – допускается устанавливать его до 2,50 В/эл. Затем, по мере

роста тока до  $0,1C_{10} - 0,25C_{10}$  [А], напряжение должно быть снижено до уровня 2,40 В/эл. Далее заряд следует продолжать по методу IU с переключением. Поскольку зарядная характеристика глубоко разряженного аккумулятора имеет такой специфический вид, то для его восстановления может потребоваться ручное управление режимом заряда. Потому что при использовании зарядного устройства с автоматическим управлением, в котором имеется функция измерения тока заряда, может сложиться ошибочная ситуация, когда из-за низкого начального тока контроллер будет стремиться переключить зарядное устройство на напряжение поддерживающего заряда, считая батарею полностью заряженной. При этом ток заряда аккумулятора станет еще меньше, а зарядное устройство будет сигнализировать о завершении заряда.

### 6.2.3. Напряжение заряда

Значение напряжения заряда должно быть выбрано исходя из режима использования аккумуляторов. Обычно выбирают следующие значения: Для режима постоянного подзаряда – от 2,25 до 2,30 Вольт на элемент; Для циклического режима – от 2,40 до 2,45 Вольт на элемент. При использовании метода заряда постоянным напряжением на первой стадии заряда через аккумулятор протекает самый большой ток, который уменьшается по мере роста заряженности аккумулятора. Если аккумулятор заряжается при напряжении непрерывного подзаряда, ток на последней стадии заряда снижается до величины от  $0,0005C_{10}$  Ампер до  $0,004C_{10}$  Ампер. Напряжение заряда должно корректироваться в зависимости от температуры окружающей среды. Если температура выше номинальной, нужно снижать напряжение заряда, соответственно, если температура ниже номинальной, следует повышать напряжение. Для получения более точных рекомендаций (см. п. 6.3 раздел «Температурная компенсация»).

### 6.2.4. Ограничение начального тока заряда

Разряженный аккумулятор в начальной фазе заряда потребляет большой ток. Слишком большой начальный ток может вызвать перегрев аккумулятора и его повреждение. Поэтому в начале заряда ток следует ограничивать:

- на уровне  $0,25C_{10}$  Ампер при эксплуатации в циклическом режиме;
  - на уровне  $0,1C_{10}$  Ампер при ускоренном заряде (по методу IU с переключением) аккумуляторов, эксплуатирующихся в режиме непрерывного подзаряда;
  - заряд при напряжении, соответствующем напряжению непрерывного подзаряда (метод U), не требует ограничения начального зарядного тока.
- 6.2.5. Наложенные переменные токи Для достижения максимального срока службы переменная составляющая тока, протекающего через батарею во всех режимах и обусловленная всеми нагрузками, не должна превышать  $0,1C_{10}$  [Ампер] RMS.

### 6.2.6. Требования к конструкции зарядного устройства и точности установки значений напряжения и тока

При конструировании зарядного устройства необходимо принять меры по защите от короткого замыкания и подключения аккумуляторной батареи в неправильной, обратной полярности. Желательно также оснастить зарядное устройство системой регулирования напряжения при изменении температуры (термокомпенсации) и функцией ограничения тока на начальной стадии заряда. Для правильной установки выходного напряжения регулировку следует производить, когда зарядное устройство находится под нагрузкой. В противном случае, при регулировке напряжения без нагрузки, возможна ситуация недозаряда аккумулятора. Постоянное напряжение, требуемое для аккумулятора в режиме поддерживающего заряда, определяется как напряжение в состоянии полного заряда аккумулятора. Поэтому выходное напряжение зарядного устройства с характеристикой, показанной на **рисунке 8**, нужно настраивать в режиме, соответствующем точке А. Наиболее важным фактором при настройке зарядного устройства является точность установки напряжения в точке А, которая должна обеспечивать напряжение в диапазоне 2,25 – 2,30 Вольт на элемент, однако такая точность обычно не требуется во время заряда до точки А. Зарядное устройство, настроенное в соответствии с **графиком рисунка 8**, никогда не повредит аккумуляторную батарею, даже если оно имеет выходную характеристику, показанную пунктирной линией.

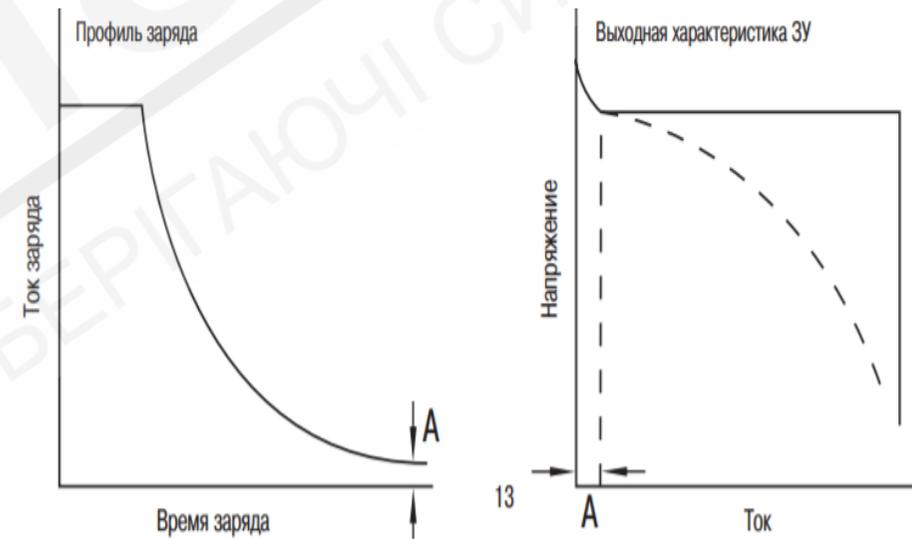


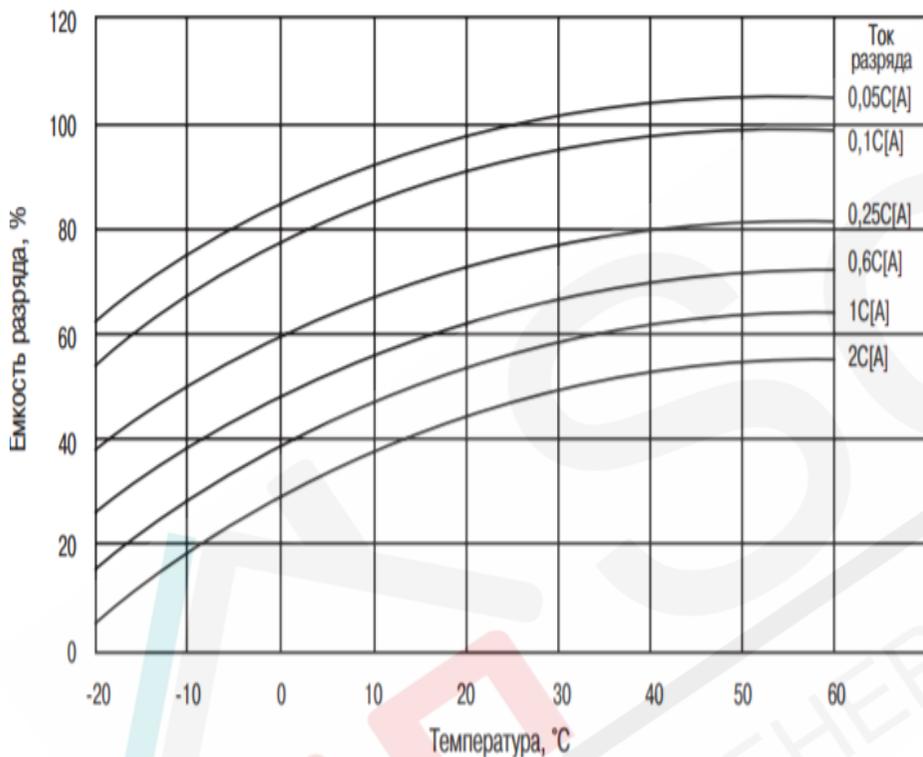
Рис. 8 Зарядная характеристика и выходная характеристика зарядного устройства.

### 6.3. Температура.

Рекомендуемая температура эксплуатации аккумуляторов **SOLAR X** составляет от плюс 5°C до плюс 35°C. Не допускайте эксплуатацию при температуре выше плюс 50°C.

Все приведенные технические характеристики справедливы для нового аккумулятора при номинальной температуре плюс 25°C (*см. спецификации Приложения 1*).

Эксплуатация аккумуляторов при повышенной температуре приводит к сокращению их фактического срока службы относительно расчетного. Эксплуатация при пониженной температуре не увеличивает прогнозируемый срок службы, но снижает доступную разрядную емкость. **Рисунок 9** показывает влияние температуры на емкость разряда аккумулятора.



**Рис. 9** Влияние температуры на емкость аккумулятора.

Температурную зависимость важно учитывать при испытании аккумуляторов на емкость. Если проверка емкости батареи проводится при температуре, отличной от номинального значения, то прежде чем сравнивать фактически измененную

емкость  $C_f$  с табличным значением, необходимо привести ее к номинальной температуре 25°C по формуле

$$C = \frac{C_{\phi}}{1+z(t-25)}, \text{ где}$$

$z$  – температурный коэффициент емкости, равный 0,006 1/°C для режимов разряда более часа и 0,01 1/°C – для режимов разряда, равных одному часу и менее;  
 $t$  – фактическое значение средней температуры при разряде, °C.

Влияние температуры эксплуатации на продолжительность срока службы аккумулятора можно представить в виде следующей зависимости:

$$t_{25} = t_T 2^{(T-25)/10}, \text{ где}$$

$t_T$  – срок службы при температуре эксплуатации  $T$   
 $t_{25}$  – срок службы при эталонной температуре 25°C

Из представленной зависимости следует, что увеличение температуры эксплуатации аккумуляторов на каждые 10 градусов относительно эталонного значения сокращает их срок службы вдвое. Эксплуатация при пониженной температуре не приводит к сколько-нибудь заметному увеличению прогнозируемого ресурса, но, как уже было сказано выше, уменьшает доступную разрядную емкость батареи.

### Температурная компенсация

При повышении температуры происходит увеличение электрохимической активности аккумулятора, а при понижении температуры – соответственно снижение. Поэтому при повышенной температуре напряжение заряда следует снижать во избежание перезаряда, а при пониженной температуре – повышать, чтобы не допустить недозаряда. Как правило, для достижения максимальной продолжительности срока службы аккумулятора, рекомендуется применять зарядные устройства с функцией термокомпенсации напряжения заряда. Рекомендованный коэффициент термокомпенсации для аккумуляторов **SOLAR X** составляет - 3мВ/°C/элемент для режима под-держивающего заряда и - 4мВ/°C/элемент для режима заряда при циклической эксплуатации. Стандартно средняя точка принимается при температуре 25°C.

**На рисунке 10** представлены графики зависимости напряжения заряда от температуры для режимов постоянного подзаряда и циклического применения.

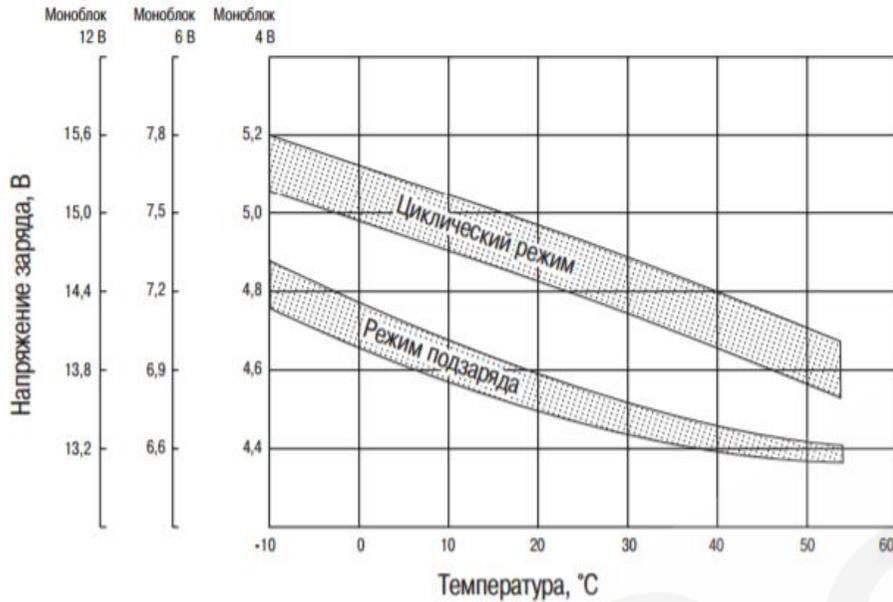


Рис. 10 Соотношение между напряжением заряда и температурой.

Датчик термокомпенсации должен измерять температуру непосредственно аккумулятора и устанавливаться на его наружной поверхности. При этом следует защитить аккумулятор и датчик от воздействия тепла, производимого другими компонентами системы.

#### 6.4. Ожидаемый срок службы аккумулятора Циклический режим

Существует несколько факторов, определяющих срок службы аккумулятора при его эксплуатации в циклическом режиме. Основные - это температура аккумулятора, ток разряда, глубина разряда и способ заряда аккумулятора. Можно считать, что самым главным фактором в циклическом режиме является глубина разряда. На рисунке 11 показано, как глубина разряда влияет на количество циклов, которые может выдержать аккумулятор. Чем больше глубина разряда в режиме циклической эксплуатации, тем меньше доступный циклический ресурс. Если в заданном применении необходимо обеспечить большее количество циклов, то обычно выбирают аккумулятор с большей номинальной емкостью. При этом глубина разряда в каждом цикле становится меньше, а количество циклов увеличивается.

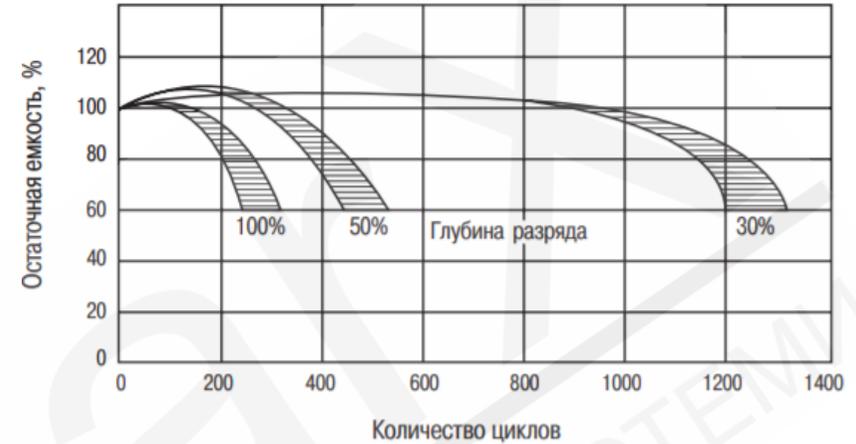


Рис. 11 Зависимость количества циклов от глубины разряда аккумуляторов Ventura.

#### Режим постоянного подзаряда

Аккумуляторы SOLAR X сконструированы для работы преимущественно в режиме постоянного подзаряда, когда напряжение на выводах батареи поддерживается на уровне от 2,25 до 2,30 Вольт на элемент при температуре 25°C. На рисунке 12 показано характерное снижение емкости аккумуляторов в составе батареи в течение срока службы в данном режиме эксплуатации. График построен для аккумуляторов с 5 летним расчетным сроком эксплуатации.

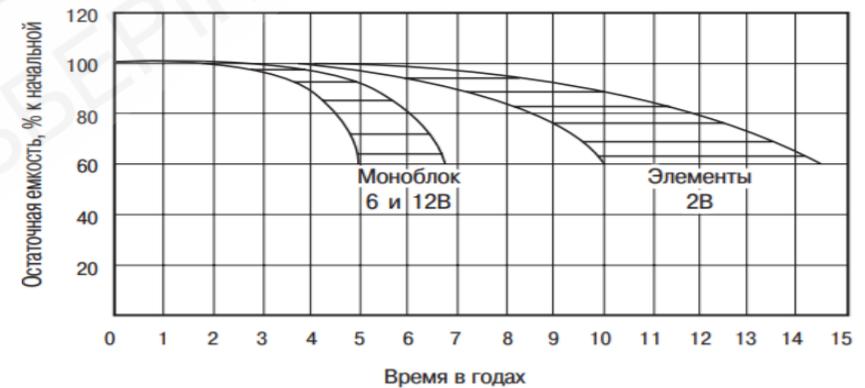
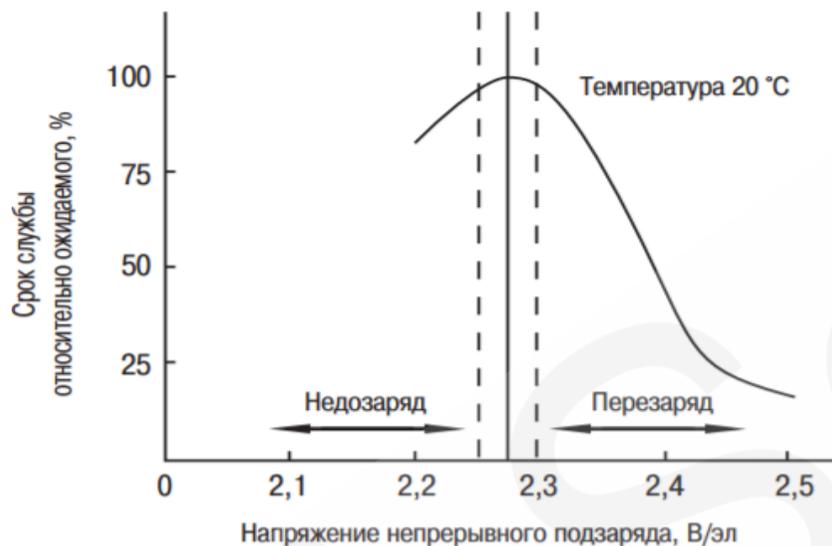


Рис. 12 Срок службы аккумулятора, работающего в режиме постоянного подзаряда.

При нормальной эксплуатации в режиме постоянного подзаряда, когда напряжение заряда поддерживается на уровне в пределах от 2,25 до 2,30 Вольт на

элемент (см. рисунок 13), газы, образующиеся внутри аккумулятора, непрерывно рекомбинируют на отрицательной пластине и возвращаются в виде воды обратно в электролит. По этой причине фактическая емкость аккумулятора не снижается из-за «высыхания» электролита. Снижение емкости и ограничение срока службы обусловлены постепенной коррозией электродов. Следует отметить, что процесс коррозии ускоряется с ростом температуры и/или повышением напряжения заряда. При заниженном напряжении аккумуляторная батарея испытывает недозаряд, что приводит к необратимой сульфатации активной массы пластин, ускорению коррозии решеток и, как следствие, досрочному выходу аккумуляторов из строя.



**Рис. 13** Зависимость срока службы аккумулятора от напряжения подзаряда.

При эксплуатации аккумуляторов **SOLAR X** помните:

СРОК СЛУЖБЫ НАПРЯМУЮ ЗАВИСИТ ОТ КОЛИЧЕСТВА ЦИКЛОВ РАЗРЯД-ЗАРЯД, ГЛУБИНЫ РАЗРЯДА, ТЕМПЕРАТУРЫ И НАПРЯЖЕНИЯ ЗАРЯДА.

## 7. Обслуживание

По истечении срока службы аккумуляторная батарея должна быть полностью заменена. Аккумулятор должен быть немедленно заменен, если обнаружено повреждение корпуса или утечка электролита.

### 7.1 Каждые три месяца

Каждые три месяца следует выполнять следующие операции по обслуживанию: Убедитесь, что в помещении с аккумуляторами чисто, отсутствуют посторонние предметы, помещение имеет нормальную освещенность. Убедитесь, что все предусмотренные средства безопасности на месте и исправны. Измерьте температуру в батарейном помещении и запишите ее значение. Проведите визуальный осмотр батареи, обращая внимание на:

- Чистоту аккумуляторов
- Отсутствие повреждений выводов, отсутствие явно перегретых выводов аккумуляторов
- Целостность корпусов и крышек аккумуляторов
- Отсутствие признаков перегрева.

Измерьте и запишите значения напряжения заряда всей батареи. При наличии технической возможности измерьте также величину переменной составляющей в токе заряда батареи.

Измерьте напряжение между каждым выводом аккумуляторной батареи и землей с целью обнаружения возможных утечек на землю.

Если возможно измерьте и запишите значение постоянного тока заряда батареи.

Измерьте и запишите температуру контрольных элементов батареи.

Измерьте и запишите напряжение на каждом элементе (блоке) в режиме поддерживающего заряда.

Измерьте и запишите значение напряжения выравнивающего заряда.

### 7.2. Каждый год

Повторите операции по **пункту 7.1**. Проверьте надежность крепления всех перемычек батареи.

При необходимости затяните резьбовые соединения с усилием в соответствии с **Таблицей 2 п.5 «Монтаж»**.

### 7.3. Каждые два года

Каждый год или один раз в два года следует провести измерение фактической емкости батареи при разряде на реальную нагрузку или с использованием специального испытательного оборудования.

Идеально, если такая проверка проводится в тех же режимах, что и испытания, проведенные при вводе батареи в эксплуатацию.

Если по результатам испытания фактическая емкость батареи снизилась до уровня 85% номинального значения, то следующие проверки емкости следует проводить каждые 6 месяцев.

## 8.ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

Разброс значений напряжения непрерывного подзаряда последовательно включенных новых аккумуляторов не является неисправностью. В конструкции герметизированных аккумуляторов реализована система адсорбции на отрицательной пластине.

Это означает, что кислород, образующийся на положительной пластине, адсорбируется отрицательной пластиной. Из-за различной начальной степени адсорбции в первые 12 месяцев эксплуатации напряжение поддерживающего заряда последовательно соединенных аккумуляторов может отличаться от стандартной величины.

Разброс значений напряжения подзаряда аккумуляторов в батарее является типичным для конструкций с внутренней рекомбинацией газа. В ходе эксплуатации их характеристики сближаются.

В случае неожиданной утечки электролита следует немедленно нейтрализовать его раствором соды (бикарбонат натрия) и протереть насухо. Электролит может повредить пол помещения и оборудование. В случае возгорания аккумуляторов применяйте порошковый огнетушитель.

Не используйте воду и огнетушители с водными растворами. Не эксплуатируйте аккумуляторы с признаками коррозии выводов, утечки электролита и нарушения целостности корпуса.

Использование дефектных аккумуляторов может привести к утечке электролита, возгоранию и даже взрыву.

## 9. ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

С течением времени время разряда аккумулятора уменьшается. В конце срока службы такие явления, как короткие замыкания, потеря воды из электролита и глубокая коррозия решеток положительных пластин становятся все более вероятными.

Если продолжать использовать такие аккумуляторы, возможен терморазгон или утечка электролита. Изношенные аккумуляторы должны быть заменены. Выведенные из эксплуатации аккумуляторы следует передать на утилизацию. Защитите выводы аккумулятора изолирующим материалом, так как даже в отработавшем аккумуляторе имеется электрическая энергия, и в случае короткого замыкания возможно возгорание.

Следуйте правилам утилизации, принятым в данном регионе или стране. Поскольку аккумулятор, предназначенный для утилизации, все еще содержит определенное количество энергии и кислотный электролит, убедитесь, что он правильно упакован отдельно от другого оборудования и занимает правильное положение (не перевернут) во избежание утечки электролита.