

Клапанно-регулируемые
необслуживаемые свинцово-
кислотные аккумуляторные
батареи
Технология AGM

СЕРИИ
FG, FGH,
FGC, FGHL



Техническое руководство
FIAMM

СОДЕРЖАНИЕ:

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ АККУМУЛЯТОРОВ СЕРИЙ FG, FGH, FGC, FGNL	3
1.1. Полное отсутствие необходимости в обслуживании:	3
1.2. Герметичная конструкция:	3
1.3. Высокая концентрация энергии:	3
1.4. Восстановление после недопустимого разряда:	3
1.5. Низкий уровень саморазряда:	3
1.6. Длительный срок службы:	3
1.7. Широкий диапазон эксплуатационных температур:	3
1.8. Сертификация:	3
1.9. Экономичность эксплуатации:	3
2. УСТРОЙСТВО АККУМУЛЯТОРОВ	3
3. ПРИНЦИП РАБОТЫ КЛАПАННО-РЕГУЛИРУЕМОЙ СВИНЦОВО-КИСЛОТНОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	4
3.1. Теоретические основы	4
3.2. Теория внутренней рекомбинации	4
4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
4.1. Емкость	5
4.2. Разряд	6
4.3. Саморазряд	7
4.4. Напряжение разомкнутой цепи	7
4.5. Заряд батареи	7
4.5.1. Заряд при постоянном напряжении	7
4.5.2. Быстрый заряд батареи	8
4.5.3. Двухступенчатый заряд батареи	8
4.5.4. Параллельный заряд батарей	9
5. СРОК СЛУЖБЫ.	9
5.1. Срок службы при циклическом использовании батареи	9
5.2. Срок службы при буферном режиме использования батареи	9
5.3. Срок службы глубоко разряженной батареи	10
6. ИНСТРУКЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.	10
6.1. Монтаж и подключение	10
6.2. Хранение	10
6.3. Основные замечания	11
7. КАК ВЫБРАТЬ НЕОБХОДИМЫЙ ТИП АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	11
8. РАЗРЯДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	11
9. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРИИ FG, FGH, FGC, FGNL	13

1. Характеристики аккумуляторов серий FG, FGH, FGC, FGH

1.1. Полное отсутствие необходимости в обслуживании:

Газы, образующиеся в результате электролиза воды в процессе перезаряда, полностью рекомбинируются в элементах батареи, благодаря чему исключается необходимость периодического долива воды.

1.2. Герметичная конструкция:

"Герметичная" конструкция батарей, являющаяся типовой для всех аккумуляторов FIAMM (FG), обеспечивает безопасную установку аккумуляторов в любом положении, исключая какие-либо утечки электролита и/или снижение электрической емкости батарей.

1.3. Высокая концентрация энергии:

Использование высокопористых стекловолоконных сепараторов обеспечивает максимально возможную концентрацию энергии на единицу объема и/или веса.

1.4. Восстановление после недопустимого разряда:

Стекловолоконные сепараторы в сочетании со специальными добавками к электролиту позволяют батареям FIAMM воспринимать зарядный ток даже в случае недопустимо низкого разряда или после длительного срока хранения батарей.

1.5. Низкий уровень саморазряда:

совершенная герметичность батарейных корпусов и использование высокочистого сплава Pb-Ca позволяют сохранить величину саморазряда батареи в месяц на уровне ниже 3% от ее емкости.

1.6. Длительный срок службы:

Положительные и отрицательные пластины батарей оптимизированы таким образом, чтобы получать наибольший эффект как при цикличном, так и при буферном режиме использования батарей.

1.7. Широкий диапазон эксплуатационных температур:

Батареи FIAMM специально разработаны для использования в широком диапазоне температур от -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

1.8. Сертификация:

Аккумуляторные батареи FIAMM испытаны и сертифицированы в соответствии с требованиями американского стандарта UL 924, раздел 38. Типы батарей, обычно применяемые в охранных и сигнализационных системах, дополнительно сертифицированы в соответствии с требованиями Германской ассоциации морских страховщиков (VdS). Сертификация VdS - одна из немногих, тестирующих также и эффективную емкость батарей. Кроме того, батареи FIAMM удовлетворяют требованиям Положения о перевозке опасных грузов Международной ассоциации транспортных авиаперевозчиков (IATA) и, следовательно, могут перевозиться самолетом. И наконец, аккумуляторные батареи FIAMM получили Сертификат соответствия Госстандарта России.

1.9. Экономичность эксплуатации:

Высокоавтоматизированная система производства батарей FIAMM обеспечивает их надежную эксплуатацию в течение многих лет.

2. Устройство аккумуляторов



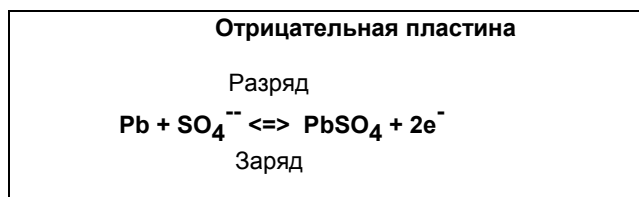
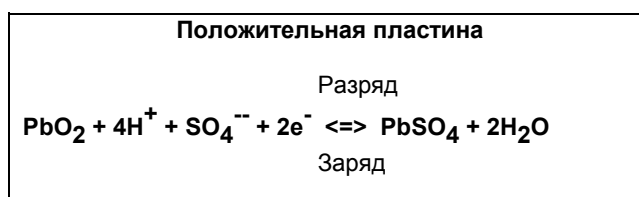
Компоненты	Материалы
1 Клеммы	Латунь, луженая гальваническим способом
2 Клапан предохранительный	Пластифицированный синтетический каучук
3 Сепаратор	Стекловолокно
4 Корпус и крышка	Синтетическая смола ABS
5 Отрицательная пластина	Свинец и оксид свинца
6 Положительная пластина	Свинец и оксид свинца
Электролит	Разбавленная серная кислота

3. Принцип работы клапанно-регулируемой свинцово-кислотной аккумуляторной батареи

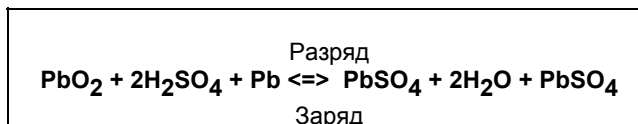
Электрохимические процессы

3.1. Теоретические основы

Ниже приводятся схемы химических реакций, описывающих преобразования, происходящие в результате электрохимических реакций как на положительных, так и на отрицательных пластинах:



Объединив две эти формулы в одну, можно в результате получить:



Разряд

В процессе разряда диоксид свинца PbO_2 положительной пластины превращается в сульфат свинца PbSO_4 ; и пористый свинец Pb отрицательной пластины превращается в сульфат свинца PbSO_4 . Это вызывает уменьшение удельного веса электролита, так как содержащаяся в нем серная кислота переходит при этом на пластины.

В стадии заряда батареи эти процессы идут в обратном направлении.

Заряд

В процессе заряда сульфат свинца PbSO_4 положительной пластины окисляется и преобразуется в диоксид свинца PbO_2 , в то время как на отрицательной пластине сульфат свинца PbSO_4 преобразуется в пористый свинец Pb .

Основная формула (см. выше), описывающая преобразования в ходе заряда/разряда, соответствует величине количества электричества 2 F (Фарады) или 53.6 Ампер-часа.

Чтобы произошла реакция разряда, необходимо следующее весовое соотношение активных материалов: 239.2 грамма PbO_2 , 207.2 грамма Pb и 196.2 грамма SO_4 . Такое же весовое соотношение материалов необходимо и для реакции заряда.

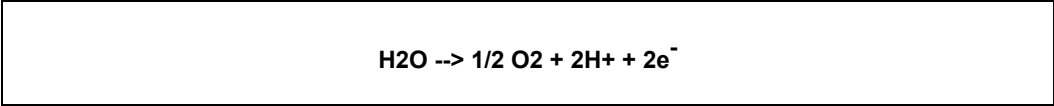
3.2. Теория внутренней рекомбинации

В процессе заряда обычного открытого свинцово-кислотного аккумулятора происходит выделение газа. Это вызвано тем, что вода в процессе электролиза разлагается на составляющие элементы.

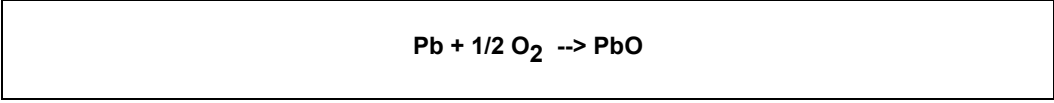
Чтобы сохранить химический баланс в элементе аккумулятора, требуется периодически восполнять потерю воды, что требует дополнительного времени на контроль уровня жидкости и доливание электролита.

В случае клапанно-регулируемой аккумуляторной батареи элементы выделившегося газа вновь соединяются на стадии заряда благодаря так называемому "циклу кислородной рекомбинации", вызывающему образование воды, как это описано на следующей схеме:

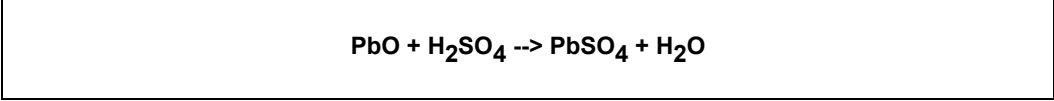
- 1) На положительных пластинах в результате электролиза воды образуется кислород, который проникает через сепараторы к отрицательным пластинам.



2) На отрицательных пластинах кислород соединяется с частью содержащегося на этих пластинах свинца, образуя оксид свинца.



3) Оксид свинца соединяется с серной кислотой в электролите, образуя сульфат свинца и воду.



Вода, таким образом, регенерируется на положительных пластинах, в то время как сульфат свинца образуется на частично разряженных отрицательных пластинах.

4) В процессе заряда частично разряженные отрицательные пластины заряжаются, и цикл замыкается.

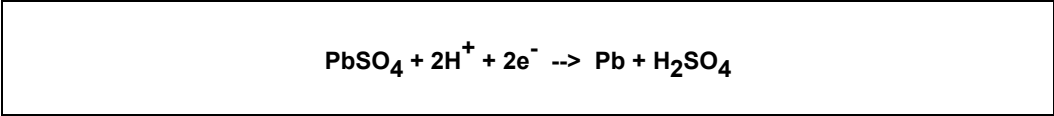
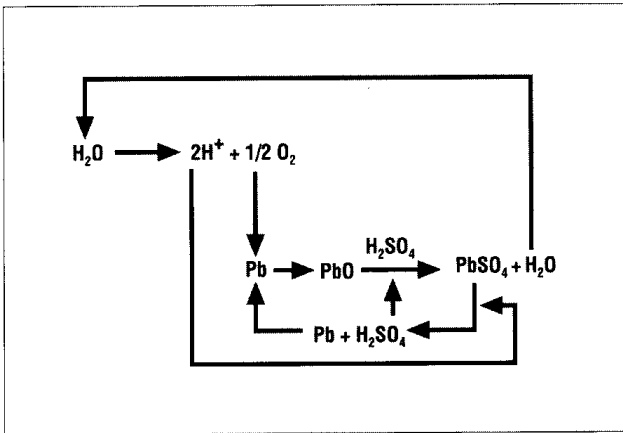


Рисунок 1



Таким образом, вышеописанный рекомбинационный цикл теоретически завершен (см. рис. 1). Составные части воды и серной кислоты в электролите, также как и некоторое количество свинца на отрицательных пластинах, вновь восстанавливаются в конечной стадии процесса в их первоначальное состояние, не оказав какого-либо влияния на зарядные свойства пластин.

Примечание: В реальных условиях процесс рекомбинации остается несколько незавершенным, и его эффективность составляет около 98%.

Необходимые условия

Чтобы облегчить процесс диффузии кислорода, применяются сепараторы высокой степени пористости и однородности материала.

Кроме того, во избежание снижения поглощающей способности сепараторов, необходимо тщательно отмерять нужное количество электролита, обеспечивая чтобы он

целиком заполнял пространство между пластинами и сепараторами и не оставался свободным внутри корпуса батареи.

Чтобы исключить контакт свинца отрицательных пластин с кислородом, содержащимся в окружающей воздушной среде, и, следовательно, избежать химическое окисление пластин, электрические элементы должны находиться в полностью закрытом корпусе. В то же время, необходимо предусмотреть стравливание избыточного количества газов, которые могут образоваться внутри корпуса батареи в случае аномальных или жестких условий заряда.

Для этого каждый элемент аккумуляторной батареи снабжен односторонним предохранительным клапаном. Этот клапан, в случае необходимости, обеспечивает стравливание избыточного давления газа, но не допускает проникновения атмосферного воздуха внутрь элемента. Наличие клапана, таким образом, позволяет более точно классифицировать батареи FIAMM как "клапанно-регулируемые", вместо обычно используемой, но не совсем точной классификации как "герметичные".

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

4.1. Емкость

Емкость аккумуляторной батареи (Ач) представляет собой соотношение между током разряда (выраженным в Амперах) и временем в течение которого произойдет разряд батареи до конечного напряжения разряда (выраженным в часах).

Емкость меняется в зависимости от величины тока, подаваемого на нагрузку. Номинальная емкость (С) обычно определяется путем разряда батареи при постоянной температуре 20-25°C, который осуществляется таким образом, чтобы конечное напряжение разряда на каждом элементе батареи составляло 1.75V после 20 часов разряда.

4.2. Разряд

На графиках 2 и 3 представлены кривые разряда для токов в диапазоне емкостей батареи от 0.05C до 2C. В случае батареи на 12V и 7,2Ач, например, ток разряда может быть определен по следующей формуле:

$$0,05C = 0,05 \times 7,2 = 0,36A$$

$$2C = 2 \times 7,2 = 14,4A$$

Из-за внутреннего сопротивления батареи, напряжение падает тем быстрее, чем больше величина тока разряда (см. графики 2 и 3).

Чтобы избежать сокращения срока службы батареи, рекомендуется не допускать разряда батареи ниже указанной минимальной величины напряжения (см. табл. 1).

Максимально допустимый постоянный ток разряда зависит от типа батарейных клемм (болтовое соединение или зажим). Как правило, его величина равна шестикратной номинальной емкости батареи.

Для проводных клемм максимально допустимая величина тока разряда обычно равна трехкратной емкости батареи.

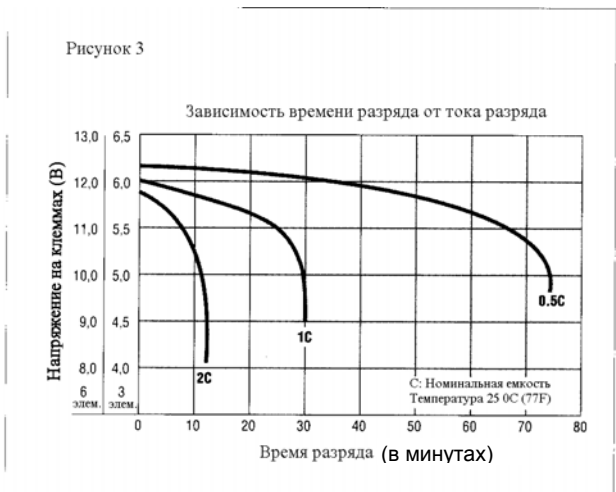
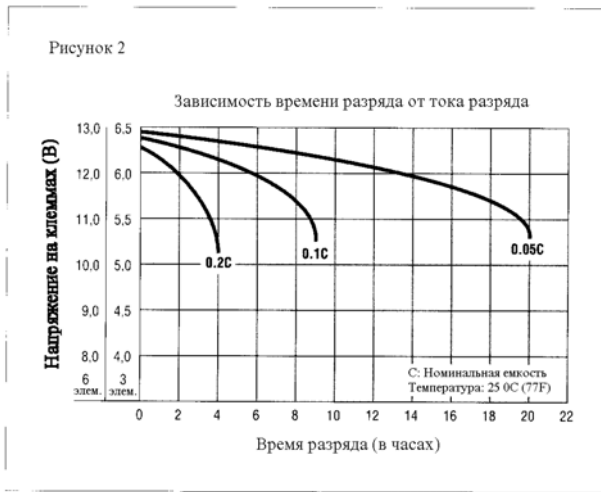
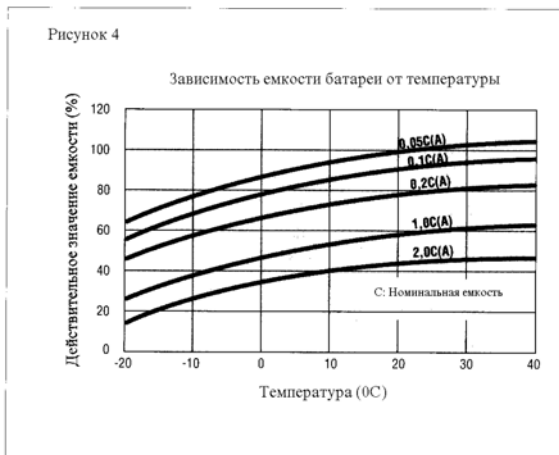


Таблица 1 - Ток разряда и конечное напряжение разряда

Ток разряда	Конечное напряжение разряда
Менее, чем 0.2C	1.75 V/элемент
0.2C - 0.5C	1.70 V/элемент
0.5C - 1.0C	1.60 V/элемент
1.0C - 2.0C	1.50 V/элемент
2.0C - 3.0C	1.35 V/элемент
Более, чем 3.0C	1.00 V/элемент



Разряд батареи представляет собой электрохимическую реакцию между электродами (пластинами) и разбавленной серной кислотой.

Если ток разряда очень высок, или температура крайне низка, происходит увеличение вязкости кислоты, и скорость диффузии кислоты на пластинах уже не соответствует скорости разряда, в результате происходит уменьшение емкости батареи, как это показано на графике 4.

