

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ



ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

3. ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

3.1. Общие сведения

Первичными источниками электроэнергии в СЭП, способных работать в автономном режиме, – источниках бесперебойного питания ответственных электропотребителей служат **химические источники тока** (ХИТ) – **аккумуляторные батареи** (АБ).

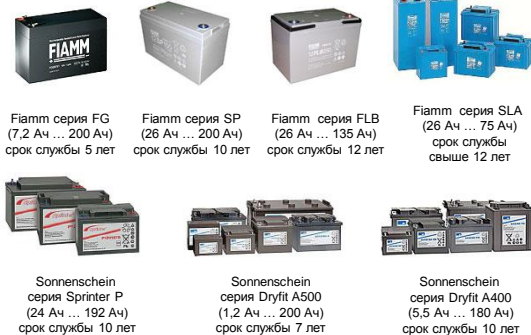
Среди многообразия ХИТ в ИБП переменного тока общепромышленного назначения в настоящее время наибольшее распространение получили **щелочные, никель-кадмиевые и свинцово-кислотные с рекомбинацией газа** АБ, в автономных системах электропитания также применяются **никель-водородные** и **серебряно-цинковые** аккумуляторы.

В кислотных АБ для электрохимической реакции используется свинец, его оксид и серная кислота.

В щелочных – никель, кадмий, серебро, цинк, железо, их оксиды (или гидроксиды) и гидроксид калия.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Аккумуляторные батареи



ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Аккумуляторные батареи



C&D (Johnson Controls)
серия Dynasty
(24 А·ч ... 180 А·ч)
срок службы 10 лет

Tudor
серия UPS
(53 А·ч ... 108 А·ч)
срок службы 10 лет



ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Батарейные кабинеты и аккумуляторные стеллажи



Батарейный кабинет АП1802
(885 × 877 × 1802)
5 полок по 8 батарей 100 Ач



Аккумуляторный стеллаж АП1802
(885 × 877 × 1802)
5 полок по 8 батарей 100 Ач



Батарейный кабинет АП1202
(885 × 877 × 1202)
3 полки по 8 батарей 100 Ач



Аккумуляторный стеллаж АП1202
(885 × 877 × 1202)
3 полки по 8 батарей 100 Ач

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

При проектировании ИБП разработчик должен руководствоваться в первую очередь следующими основными требованиями к АБ:

- ✓ энергетические показатели (коэффициент отдачи по емкости, удельная энергия, особенности зарядно-разрядных характеристик);
- ✓ время восстановления;
- ✓ экологическая чистота и пожаровзрывобезопасность;
- ✓ срок службы;
- ✓ саморазряд;
- ✓ стоимость;
- ✓ простота эксплуатации.

3.2. Кислотные аккумуляторы

В настоящее время свинцовые АБ можно условно разделить на две группы:

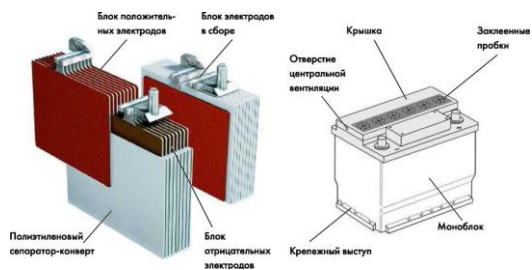
- «классического» исполнения (со свободным электролитом);
- с рекомбинацией газа (безуходные).

Главными достоинствами «классических» свинцовых АБ являются:

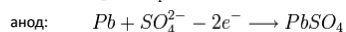
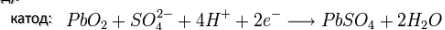
- ✓ возможность отдачи большой мгновенной мощности ввиду низкого выходного сопротивления;
- ✓ «жесткость» разрядной характеристики;
- ✓ низкая стоимость;
- ✓ возможность работы при низких температурах.

Все остальные характеристики делают проблематичным их использование в ИБП, особенно при размещении в непосредственной близости к пользователю.

Устройство аккумуляторной батареи



Химическая реакция (слева-направо — разряд, справа-налево — заряд):



При разрядке аккумулятора расходуется серная кислота с одновременным образованием воды (и плотность электролита падает), а при зарядке, наоборот, вода «расходуется» на образование серной кислоты (плотность электролита растет).

Заряд подобных АБ проходит с выделением водорода и сернистого ангидрида, переходящего на воздухе в кислотный туман, являющийся весьма опасным как для обслуживающего персонала, так и для аппаратуры.

Кроме того, наличие трех критериев окончания заряда – резкий рост напряжения в конце, бурное газовыделение и изменение концентрации электролита – не позволяет корректно спроектировать автоматическое зарядное устройство АБ.

Саморазряд свинцовых аккумуляторов увеличивается в процессе эксплуатации и снижается с понижением температуры.

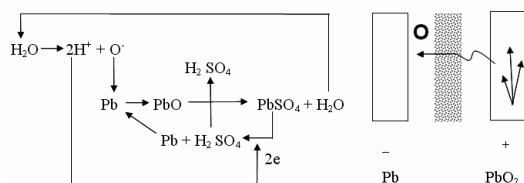
Так, саморазряд отечественных батарей в начале срока службы не превышает 30 % за 28 суток при температуре 25° С.

Как правило, свинцовая АБ выходит из строя после 100 – 200 полных зарядно-разрядных циклов. Температура окружающей среды ощутимо влияет на ход разрядной кривой. Снижение температуры приводит к снижению как ёмкости, так и разрядного напряжения.

Свинцовые АБ с рекомбинацией газа

Вторая группа свинцовых АБ появилась как логическое развитие первой, используя ряд технологических новшеств. Это позволило, сохранив основное преимущество – дешевизну – придать батареям свойства, приблизившие их по характеристикам к щелочным АБ.

Цикл кислородной рекомбинации



ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

АБ с рекомбинацией газа более критичны к пульсациям зарядного тока и напряжения, чем батареи «классического» типа. Кроме того, для достижения оптимальных результатов рекомбинации рекомендуется корректировать величину зарядного напряжения в зависимости от окружающей температуры.

Их саморазряд весьма невелик и составляет в месяц не более 3 % при температуре 20⁰ С. К глубокому разряду батареи менее критичны, однако это ведет к их преждевременному износу и значительному сокращению срока эксплуатации.

Основной режим работы батарей – длительный буферный с управляемыми выпрямителями СБЭП.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Количество разрядных циклов аккумуляторов с рекомбинацией газа сильно зависит от процента их разряда. Так, если при 5 % разряде количество циклов составляет ок. 1200, то при 30 % разряде количество циклов составляет ок. 400. При 100 % разряде количество циклов снижается до нескольких десятков, как у обычных свинцовых АБ.

По данным ведущих зарубежных фирм «Sonnenschein», «Oldham France S.A.», срок службы АБ (АБ типа А500 Dryfit, Dryfit Longlife, Espace RG, HI, EG (OPzV),) составляет 5–10 лет.

Среднее время восстановления кислотных АБ после полного разряда составляет около 24 часов.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

3.3. Щелочные аккумуляторы

Серебряно-цинковый аккумулятор — вторичный электрохимический источник тока, в котором анодом является спрессованный серебряный порошок, электролитом — раствор химически чистого едкого калия КОН (гидроксид калия) плотностью 1,4 без каких-либо добавок, катодом — смесь окиси цинка и цинковой пыли.

Серебряно-цинковые щелочные аккумуляторы приобрели известность благодаря высокой удельной энергии, в 3..4 раза превышающей удельную энергию лучших аккумуляторов других систем.

Серебряно-цинковые аккумуляторы характеризуются сочетанием высокой разрядной мощности с большой удельной энергией, достигающей при номинальном режиме 120 ...130 Вт ч/кг.

Разрядные характеристики этих аккумуляторов отличаются стабильностью, если не считать начальный участок, который тем короче, чем выше разрядный ток. При этом возрастание тока мало влияет на ёмкость и разрядное напряжение в отличие от свинцовых батарей.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Рабочим интервалом температур серебряно-цинковых аккумуляторов считается диапазон от +70 до -20° С. Повышение температуры несколько ухудшает электрические характеристики, но заметно сокращает срок службы. Аккумуляторы обладают сравнительно низким саморазрядом, который не превышает 2...4 % в месяц.

Основные недостатки – малый ресурс в циклах (порядка 80...100), боязнь перезаряда и высокая стоимость.

Щелочные никель-кадмиевые (НК) и никель-железные (НЖ) аккумуляторы имеют много общего в конструкции и характеристиках, хотя по отдельным показателям они несколько отличаются.

Такие аккумуляторы имеют большой ресурс (до полутора тысяч зарядно-разрядных циклов). По распространенности эти аккумуляторы занимают второе место по сравнению со свинцовыми.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

НЖ-аккумуляторы много дешевле, чем НК, так как в них не используется дефицитный кадмий. Однако НЖ-аккумуляторы характеризуются повышенным саморазрядом и пониженными отдачей по току и энергии. Саморазряд НЖ-аккумуляторов при температуре 20° С составляет до 50...80 % в месяц в зависимости от чистоты активной массы железного электрода и высок из-за сильного растворения железа. НК-аккумулятор обычно теряет в первый месяц хранения 10...15 % емкости. После первого месяца хранения дальнейшая потеря емкости НК-аккумуляторов незначительна и составляет 2...3 %.

У НЖ-аккумуляторов более высокое разрядное напряжение, а характеристики НК-аккумуляторов отличаются более высокой стабильностью, особенно при разряде малым током.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

НК-аккумуляторы по сравнению с НЖ-аккумуляторами обладают лучшей работоспособностью в условиях повышенной токовой нагрузки и пониженной температуры.

В настоящее время выпускаются НК-АБ емкостью до 125 Ач. Фактический ресурс НК-АБ составляет 1000...2500 циклов, а срок службы не менее 8...12 лет. Следует отметить, что все эти цифры зависят от условий эксплуатации и от ухода за аккумуляторами.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

3.4. Пожаровзрывоопасность АБ

Пожаровзрывоопасность АБ обусловлена образованием и выделением водорода при их функционировании в системах электропитания или хранения.

В **никель-железных** АБ стационарный потенциал железного электрода в щелочи отрицательнее потенциала водорода в том же растворе на 40...50 мВ. Следовательно, железный электрод способен к самопроизвольному растворению в щелочах с выделением водорода, что, в свою очередь, и обуславливает наблюдаемый на практике значительный саморазряд.

В **никель-кадмиевых** АБ стационарный потенциал кадмиевого электрода в щелочах, наоборот, положительнее на 15...20 мВ равновесного потенциала водородного электрода в той же среде. Следовательно, кадмиевый электрод, в отличие от железного, не способен к самопроизвольному растворению в щелочи с выделением водорода, т.е. саморазряд НК-АБ с выделением водорода термодинамически невозможен.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

В **кислотных АБ с рекомбинацией** происходит рекомбинация 95...100 % водорода, что практически исключает его выделение в помещение. В подобных АБ имеется самозакрывающийся клапан, который предохраняет элемент от избыточного давления при перезаряде и защищает АБ от попадания воздуха внутрь элемента.

Тип элемента	Скорость выделения водорода, см ³ /ч на элемент					
	Режим мин. выделения	Режим максимального выделения				
		200 Ач/эл	50 Ач/эл	100 Ач/эл	200 Ач/эл	500 Ач/эл
RG	0,6	1,5	3,0	6,0	15	-
НН	0,6	1,5	3,0	6,0	15	-
EG	0,6	-	-	6,0	15	30

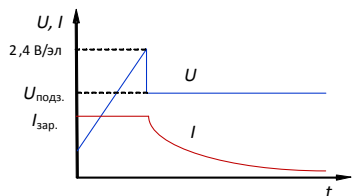
ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

При соблюдении условий заряда и работы в «буферном» режиме, не приводящих к критическим концентрациям и скорости выделения водорода в АБ, эксплуатация СБЭП с НК-батареями и батареями с рекомбинацией газа в помещениях с естественной и принудительной вентиляцией не представляет пожарной опасности. Исходя из реально малой скорости выделения водорода в данных АБ, его удаление можно производить путем периодического проветривания помещений.

3.5. Методы заряда аккумуляторных батарей

3.5.1. Методы заряда свинцово-кислотных аккумуляторов с рекомбинацией газа

Метод «ток – напряжение»

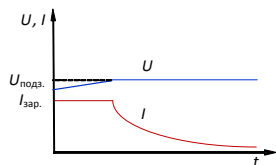


Метод «ток – напряжение» предполагает заряд в две ступени:

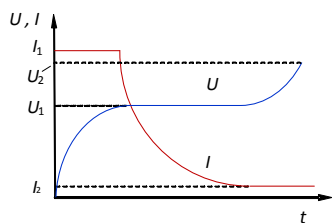
1. Первая ступень — заряд стабилизированным током (рекомендуемые пределы — ток заряда, численно равный $(0,05...0,25)C_{10}$, где C_{10} — емкость десятичасового разряда АБ). Напряжение при этом возрастает. При достижении величины $2,35...2,45 \text{ В/элемент}$. (рекомендации фирм-производителей по вольтам несколько различаются) переходят ко второй ступени заряда;

2. Вторая ступень — заряд стабилизированным напряжением $2,3 \text{ В/элемент}$. при точности стабилизации $\pm 1 \%$ и температуре $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$. Зарядный ток при этом уменьшается.

Метод «напряжение»



Метод является частным случаем предыдущего метода. Напряжение на выходе зарядного устройства устанавливается $2,3 \text{ В/элемент}$. при точности стабилизации $\pm 1 \%$ и температуре $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$. После подключения зарядного устройства к АБ напряжение и ток изменяются в соответствии с графиками.

Метод «ток – напряжение – ток»

Согласно этому методу заряд сначала проводится постоянным током I_1 , превышающим в 1,7...3,4 раза ток I_{20} двадцатичасового разряда АБ. Далее заряд продолжается постоянным напряжением при значении 2,3 В/элемент.

После снижения тока до определенного значения (ок. $I_2 = 0,136I_{20}$) заряд продолжается этим током, пока напряжение не достигнет 2,35...2,4 В/элемент. АБ считаются полностью заряженными, если остаточный зарядный ток в течение 2 часов больше не изменяется. При этом остаточный зарядный ток должен составлять величину 1...3 мА на каждый Ач для блочных АБ и ок. 80 мА на каждые 100 Ач для 2-вольтовых элементов.

Быстрый заряд АБ

Для быстрого заряда АБ применяются более высокие, чем обычно, значения токов заряда и напряжения. Ток заряда может быть установлен до величины, численно равной $1,5C_{10}$. При этом разряженная АБ заряжается за 1,5 часа до приблизительно 70 % номинальной емкости. В случае, если емкость АБ выше 10 Ач, необходимо ограничить ток заряда на начальном этапе до величины, численно равной ок. C_{10} , чтобы избежать повышения температуры в процессе заряда.
