**Газорекомбинационные батареи аккумуляторов**

**Тенденции применения резервных источников питания**

На рынке резервных источников питания доминируют тенденции децентрализации источников и снижения их стоимости.

Децентрализация энергоснабжения при установке батарей аккумуляторов в качестве неотъемлемых компонент оборудования, или вблизи оборудования, т.е. в одной системе, требует минимального выделения газа, высокой плотности энергии и срока эксплуатации батарей, сравнимого со сроком службы оборудования.

Уменьшение стоимости подразумевает снижение требований к сроку службы за счет сокращения капиталовложений, поэтому эта тенденция говорит не в пользу таких химических источников тока как никель-кадмиевые и свинцово-кислотные батареи Plante. Важными преимуществами децентрализованной установки являются: отказ от специальных помещений, сопутствующих строительных расходов и минимальные требования к техническому обслуживанию батарей.

Типы свинцово-кислотных батарей можно разделить на категории в соответствии со сроком их службы, которые определяются областью применения в тех или иных устройствах. Батареи газорекомбинационного типа удовлетворяют требованиям, которые предъявляются к источникам питания систем сигнализации, малым источникам бесперебойного питания, источникам питания автоматических телефонных станций и системам аварийного освещения [1].

Батареи с большим сроком службы, более 10 лет, в основном, используются в системах телекоммуникации, мощных ИБП, коммутаторах, в системах энергетики, и централизованных системах аварийного освещения. Имеется остаточный спрос на аккумуляторы с жидким электролитом с повышенным сроком службы, которые применяются на больших телефонных узлах и прочих системах, особенно в тех странах, где используется не самое современное оборудование. В основном, наблюдается тенденция к уменьшению емкости и снижению требований к сроку службы аккумуляторных батарей.

Серия батарей Powersafe компании Chloride разрабатывалась с учетом тенденций рынка, и предназначалась специально для устройств со сроком службы более 10 лет с емкостью в диапазоне от 20 Ач до 1000 Ач (от 19 Ач до 1689 Ач).

Результаты периодических испытаний на протяжении 17 лет службы, которые уже прошли с момента выпуска первой серии, показали, что расчетный срок службы в 10 лет был достигнут (серийное производство аккумуляторов Powersafe начато в 1982 году).

**Конструкция элемента Powersafe**

Преимущества газорекомбинационных элементов обусловлены принципами, положенными в основу конструкции, которые определяют их эксплуатационные параметры.

В конструкции элемента Powersafe используются электроды из свинцово-кальций-оловянного сплава, разработанного компанией Chloride. В состав сплава не входит сурьма, поэтому отсутствует коррозия поверхности контакта пластины с монтажными стержнями группы электродов, с которой приходилось сталкиваться другим производителям, использовавших сурьму в составе сплава монтажных стержней и токоподводов.

Использование низкоомных прослоек из микростекловолокна, оригинальной конструкции крышки и выводов, обеспечивает высокую нагрузочную способность аккумуляторов.

Особое внимание уделялось безопасности батарей. Все пластмассовые детали конструкции являются огнеупорными (по категории UL94 V0). Среди дополнительных мер следует отметить сплошную изоляцию, защиту от избыточного давления (согласно стандарта U0924 максимальное давление 0,05 атм) и надежность токоподводов. Все батареи Powersafe выдерживают короткое замыкание в течение 0,5 секунды, который вдвое превышает этот параметр для аналогичных батарей от других производителей.

**Эффективность газорекомбинации**

Реакция рекомбинации газов при работе аккумуляторной батареи описана в [1]. Выделение незначительного количества газа, не требует дополнительной принудительной вентиляции помещения или оборудования, в котором установлены батареи.

Для стационарных условий работы с малым током непрерывного подзаряда определение выделения газа по потере массы является недостаточно точным.

В работе [2] были проведены измерения, и анализ выделения газа за определенный период времени. Более 95% выделившегося газа – водород, присутствие азота и кислорода обусловлено наличием воздуха в корпусе батареи.

Таблица 1.

Объем выделившегося газа при напряжениях непрерывного подзаряда аккумуляторов 2,27 В и 2,40 В

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Напряжение подзаряда,  В | Средний ток подзаряда,  мА | Объем H2\*,  литров |
| 2,27 (Powersafe) | 25,2 | 0,20 |
| 2,40 (Powersafe) | 487 | 1,17 |
| 2,27 (Обычные) | 95 | 40,70 + 20,35 O2 |
| \*На протяжении периода более 6 недель | | |

В табл. 1 приведены результаты измерений объема выделившегося газа в зависимости от тока непрерывного подзаряда при напряжениях непрерывного подзаряда 2,27 В и 2,40 В для газорекомбинационных элементов в сравнении с обычными аккумуляторами. Элементы Powersafe обладают эффективностью газорекомбинации не менее 98%. Результаты наблюдения двух значений тока непрерывного подзаряда в герметизированных элементах указывают на причину того, что производители газорекомбинационных батарей всегда рекомендуют тщательно контролировать условия заряда.

Действительно, по результатам исследований, газорекомбинационная батарея при повышенном напряжении непрерывного подзаряда 2,40 В выйдет из строя на протяжении срока от 18 месяцев до 2 лет [3].

**Условия работы и заряда**

Согласно рекомендациям производителя для элементов Powersafe рекомендуются следующие условия работы:

Рекомендуется использовать только зарядные устройства с постоянным зарядным потенциалом.

Напряжение непрерывного подзаряда от 2,27 В до 2,30 В при температуре 20°С. При этом не требуется применять ограничители тока. Характерное значение тока постоянного подзаряда не превышает 1 мА на каждый Ач емкости батареи.

Для стабилизации тока максимальное добавочное значение напряжения может составлять 2,40 В не более 24 часов, при этом характерное значение тока непрерывного подзаряда составляет 5 мА на каждый Ач емкости батареи.

Значение напряжения непрерывного подзаряда при среднегодовых температурах окружающей среды ниже 15°С или выше 25°С необходимо корректировать [1].

Наименьшее допустимое напряжение постоянного подзаряда составляет 1,60 В.

Количество элементов, включаемых последовательно, не ограничено.

Параллельно рекомендуется подключать не более 4 элементов. В каждом из параллельных банок элементов, собираемых в батарею сопротивление внешних цепей должно отличаться не более чем на ± 5%.

После 5 дней разряда батареи необходимо дозаряжать. Это необходимо делать также в том случае, если напряжение холостого хода элемента снизилось в результате хранения ниже 2,11 В.

Амплитуда пульсаций тока должна составлять не более 7% для 3 Ач батарей в диапазоне частот от 100 Гц до 300 Гц. (Имеется вероятность того, что взаимодействие компонент некоторых систем может приводить к неглубоким высокочастотным циклам заряда-разряда).

Эти рабочие характеристики соответствуют верхнему уровню массы кислоты при заряде.

Очевидно, что измерить уровень кислоты в газорекомбинационных резервных элементах невозможно. Принимая во внимание потребности в информации о состоянии батарей, которые находятся в процессе эксплуатации, компания Chloride ввела систему мониторинга батарей [1].

**Стандарты и аттестации**

Элементы Powersafe соответствуют требованиям Британского стандарта 6290, Части 1, определяющей методику испытаний, и Части 4, 1986, которая относится главным образом к стационарным газорекомбинационным свинцово-кислотным батареям с клапанным регулированием.

Стандарт BS 6290, кроме всего прочего, устанавливает критерии относительно срока службы элемента, способности выдерживать короткое замыкание, выделения газа, огнестойкости, а также параметров окружающей среды и электрических контрольных параметров.

Элементы Powersafe соответствуют также стандарту BS 2011 (Механические нагрузки) и BS 6334 (Пожаробезопасность).

Конструкция батарей Powersafe рассчитана на работу в газорекомбинационном режиме в процессе всего срока эксплуатации, что подтверждается испытаниями, проведенными на предприятии-изготовителе.

Многие специализированные газорекомбинационные батареи, которые должны удовлетворять требованиям стандарта BS 6290, Часть 4, не снабжены соответствующими сведениями о параметрах конструкции или соответствующими опубликованными данными. Любой продавец в случае сомнений в отношении предназначения того или иного продукта должен представить письменное заключение производителя батареи о результатах испытаний, подтверждающее соответствие батареи требованиям стандарта BS 6290 Часть 4.

В настоящее время Европейские и IEC стандарты на данный вид продукции отсутствуют.

**Преимущества газорекомбинационной технологии**

Одним из основных преимуществ газорекомбинационных батарей является высокая плотность энергии, по сравнению с обычными свинцово-кислотными батареями, особенно при высоких скоростях разряда.

Таблица 2.

Плотность энергии аккумуляторов при высоких скоростях разряда

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Емкость С10 до 1,85В, Ач | Ток разряда\* до 1,62 В, А | Объем корпуса, л | Удельная энергия\*,  А мин/л |
| POWERSAFE | 300 | 916 | 9,3 | 493 |
| PLANTE | 300 | 714 | 24,6 | 145 |
| TUBULAR | 300 | 448 | 11,6 | 154 |
| PASTED | 300 | 606 | 14,8 | 205 |
| \*Для разряда в течение 5 минут | | | | |

В табл. 2 представлены 4 основных типа свинцово-кислотных резервных батарей, каждая из которых обладает номинальной емкостью 300 Ач, сопоставляются токи 5-минутного разряда, а также объемы, занимаемые каждым из элементов. Благодаря низкому внутреннему сопротивлению газорекомбинационных элементов и их значительно меньшему полезному объему при эквивалентной емкости, по сравнению с обычными элементами, плотность энергии газорекомбинационных элементов значительно выше, что особенно сильно проявляется при высоких скоростях разряда.

Таблица 3.

Номинальная емкость аккумулятора,

обеспечивающая скорость разряда 160 кВт/5 мин

|  |  |
| --- | --- |
| Тип | Емкость С10 до 1,85В, Ач |
| POWERSAFE | 160 |
| PLANTE | 250 |
| PASTED | 255 |
| TUBULAR | 420 |

В табл. 3 сопоставляются номинальные емкости, необходимые для 4-х типов элементов для обеспечения выделения постоянной мощности в 160 кВт в течение 5-минутного разряда.

Площадь, предназначенная для установки элементов питания, может быть ограничена. Можно установить элементы Powersafe на вертикальной стойке, что существенно экономит площадь пола по сравнению с обычными аккумуляторами.

Сравнение пространства, необходимого для обеспечения 160 кВт/5мин разряда с использованием 180 элементов показывает, что батарея Powersafe занимает 46% площади пола по сравнению с площадью, занимаемой аккумуляторами Tubular.

Дополнительными преимуществами использования батарей Powersafe являются:

Высокая устойчивость по отношению к вибрациям в окружающей среде и стойкость по отношению к ударам, что обеспечивается плотной и жесткой конструкцией. Продукция аттестована по сейсмической устойчивости.

Безопасность и надежность эксплуатации, которая обеспечивается применением огнестойких материалов конструкции, отсутствием кислоты в свободном состоянии, минимальным газовыделением, цельной изоляцией и способностью выдерживать короткое замыкание.

Удобство эксплуатации, наличие конструктивных приспособлений для подъема, резьбовых выводов и возможность установки выводов на лицевой панели, при необходимости, для удобства установки и обслуживания.

**Установка и применение**

Батареи Powersafe можно устанавливать на стойках, в отсеках, и внутри аппаратуры, для питания которой они предназначены. Примеры использования:

Контейнерное оборудование, такое как удаленные телекоммуникационные станции.

Настенные стеллажи или стойки при ограниченной возможности использования поверхности пола.

Установка под полом при необходимости получения большей энергии в пределах имеющейся площади.

Установка в мобильном оборудовании, или вагонетках для подземных работ.

В шахтах или на предприятиях химической промышленности.

На буровых установках для обеспечения функций резервного электропитания, в том числе индукционное торможение, управление процессом бурения и т.п.

Установка в сейсмоопасных местах.

Компанией выпускается набор инженерных приспособлений, включая стойки, отсеки и настенные стеллажи. Для сильноточных устройств для целей бесперебойного энергообеспечения выпускаются специальные щитки, обеспечивающие подключение кабелей сечением до 600 мм2.

**Список литературы**

Лаврус В.С. Источники энергии. К.: НиТ, 1997.

Harrison A.I. and Wittey B.A. (1984) "Gas Recombination Lead Acid Stationary Batteries" 14th International Power Sources Symposium.

Harrison A.I., Bagshaw N.E., Thompson E. (1982) "Rack Mounted Power for Modern Telecommunications Systems", Intelec Proceedings.