

Различные типы аккумуляторов, параметры, дефекты, особенности эксплуатации.

Любой аккумулятор можно охарактеризовать рядом параметров:

1. Тип химии аккумулятора.
2. Номинальная емкость аккумулятора. Измеряется в Ампер-часах и определяет количество энергии, запасаемой аккумулятором.
3. Внутреннее сопротивление аккумулятора. Измеряется в милли Омах. Этот параметр отражает способность аккумулятора отдавать ток в нагрузку. Чем меньше внутреннее сопротивление, тем больший ток может обеспечить аккумулятор.
4. Саморазряд аккумулятора. Выражается в процентах от номинальной емкости. Этот параметр характеризует самопроизвольный разряд аккумулятора, отключенного от нагрузки.
5. Плотность энергии. Измеряется в Ватт-часах на килограмм (Вт*ч/кг). Чем выше этот показатель, тем легче будет аккумулятор заданной емкости.
6. Ресурс (время жизни). Выражается в количестве циклов заряд/разряд и показывает, сколько циклов заряд/разряд сможет обеспечить аккумулятор до того момента, пока его емкость не снизится до определенного значения (как правило, 80%).

Тип химии аккумулятора определяет все его основные характеристики, достоинства и недостатки. Необходимо сразу сказать, что невозможно выделить "лучший" тип аккумулятора. Каждому из них свойственны свои плюсы и минусы, которые делают аккумулятор оптимальным для одних применений и совершенно неприемлемым для других.

В современной технике используются пять основных типов аккумуляторов, отличающихся по своему химическому составу:

1. Никель-кадмиевые (NiCd). Хорошо отработанная и изученная технология, но обладает низкой плотностью энергии. Используется там, где важны долговечность, способность обеспечить высокий ток нагрузки и малая стоимость. Основные области применения: портативные радиостанции, медицинское оборудование, профессиональные видеокамеры и электроинструмент. NiCd аккумуляторы содержат токсичные материалы и являются экологически грязными.
2. Никель-металлогидридные (NiMH). По сравнению с NiCd имеют более высокую плотность энергии, но меньшее время жизни. NiMH не содержат токсичных материалов. Применяются в мобильных телефонах и портативных компьютерах.
3. Литий-ионные (Li-ion). Наиболее бурно развивающаяся технология. Используются там, где нужна высокая плотность энергии и малый вес. Li-ion дороже всех других аккумуляторов. При эксплуатации необходимо строго соблюдать режимы заряда и разряда, указанные производителем из соображений безопасности. Применяются в компьютерах и сотовых телефонах.
4. Литий-полимерные (Li-polymer). Задуманы как удешевленная версия Li-ion аккумуляторов. Этот тип химии по плотности энергии аналогичен Li-ion. Это позволяет делать Li-polymer аккумуляторы очень компактными. В основном, используются в мобильных телефонах.
5. Герметичные свинцово-кислотные (SLA). Применяются там, где требуется большая мощность, а вес не имеет значения. Типовые области применения - стационарное медицинское оборудование, электромобили, системы аварийного энергоснабжения, UPS.
6. Алкалиновые аккумуляторы - созданы для замены бытовых батареек. Хорошо подходят в случаях, когда не требуется большой мощности. Небольшое время жизни этих аккумуляторов компенсируется очень низким током саморазряда, что делает их оптимальными для применения в портативных магнитолах и фонарях.

Ниже приведена сводная таблица параметров наиболее популярных аккумуляторов.

| | NiCd | NiMH | Lead Acid | Li-ion | Li-ion polymer | Reusable Alkaline |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Плотность энергии (Вт*час/кг) | 45-80 | 60-120 | 30-50 | 110-160 | 100-130 | 80 (initial) |
| Внутреннее сопротивление МОм | 100 to 200 ¹ 6V | 200 to 300 ¹ 6V | <100 ¹ 12V | 150 to 250 ¹ 7.2V | 200 to 300 ¹ 7.2V | 200 to 2000 ¹ 6V |
| Время жизни (до 80% от номинальной емкости) | 1500 ² | 300 - 500 ^{2,3} | 200 - 300 ² | 500 - 1000 ³ | 300 - 500 | 50 ³ (до 50%) |
| Время быстрого заряда | 1час | 2-4час | 8-16час | 2-4час | 2-4час | 2-3час |
| Чувствительность к перезаряду | средняя | высокая | низкая | очень высокая | высокая | средняя |
| Саморазряд / Месяц (комнатная температура) | 20% ⁴ | 30% ⁴ | 5% | 10% ⁵ | ~10% ⁵ | 0.3% |
| Напряжение ячейки (номинальное) | 1.25В ⁶ | 1.25В ⁶ | 2В | 3.6В | 3.6В | 1.5В |
| Нагрузочный ток - пиковый - оптимальный | 20С 1С | 5С 0.5С или ниже | 5С ⁷ 0.2С | >2С 1С или ниже | >2С 1С или ниже | 0.5С 0.2С или ниже |
| Рабочая температура (только в части разряда) | -40 - 60°C | -20 - 60°C | -20 - 60°C | -20 - 60°C | 0 - 60°C | 0 - 65°C |
| Требования к периодичности обслуживания | 30 - 60 дней | 60 - 90 дней | 3 - 6 месяцев ⁸ | не требуется | не требуется | не требуется |
| Ориентировочная | \$50 | \$60 | \$25 | \$100 | \$100 | \$5 |

| | NiCd | NiMH | Lead Acid | Li-ion | Li-ion polymer | Reusable Alkaline |
|---------------------------------------------------|--------|--------|-----------|--------|----------------|-------------------|
| стоимость аккумулятора (US\$) | (7.2B) | (7.2B) | (6B) | (7.2B) | (7.2B) | (9B) |
| Цена цикла заряд/разряд (US\$)⁹ | \$0.04 | \$0.12 | \$0.10 | \$0.14 | \$0.29 | \$0.10-0.50 |
| Коммерческое использование начато в | 1950 | 1990 | 1970 | 1991 | 1999 | 1992 |

1. Внутреннее сопротивление аккумулятора зависит от емкости ячеек, схемы защитных цепей и количества ячеек. Цепи защиты Li-ion и Li-polymer добавляют около 100мОм.
2. Значение в таблице подразумевает, что аккумулятор регулярно обслуживается. При отсутствии периодической тренировки время работы аккумулятора существенно уменьшается.
3. Время жизни зависит от глубины разряда. Неполный разряд обеспечит большее время жизни, чем глубокий разряд.
4. Ток саморазряда наибольший непосредственно после заряда, для всех типов химии. Уменьшение емкости NiCd аккумулятора составляет 10% за первые 24 часа после заряда, а затем падает до величины 10% каждые последующие 30 дней. С повышением температуры саморазряд увеличивается.
5. Типовое потребление внутренних цепей защиты 3% от всей запасаемой энергии в месяц.
6. Напряжение холостого хода одной ячейки составляет 1.25В. 1.2В является общепринятым значением. Это не различие между ячейками; это упрощение для удобства расчетов.
7. Способен выдерживать короткие импульсы большой амплитуды.
8. Обслуживание может проводиться в виде 'выравнивающего' или 'добавочного' заряда.
9. Определяется как цена аккумулятора, деленная на время жизни.

Никель-кадмиевые аккумуляторы.

Никель-кадмиевые аккумуляторы являются старейшими из ныне используемых. Технология их производства хорошо изучена и отработана.

Для NiCd аккумуляторов быстрый заряд предпочтительней медленного. Кроме того, лучше применять не заряд постоянным током, а импульсный.

В отличие от других типов химии, NiCd отлично выдерживает большие токи. NiCd аккумуляторы лучше других подходят для работы в экстремальных температурных диапазонах.

Постоянная подзарядка недоразряженных NiCd аккумуляторов плохо сказывается на их работоспособности. Периодический полный разряд очень важен, так как он препятствует формированию крупных кристаллических образований на электродах ячеек аккумулятора. Процесс формирования этих образований именуется эффектом памяти. В результате, аккумулятор постепенно ухудшает свои параметры.

Область применения NiCd аккумуляторов достаточно широка: портативные радиостанции, медицинское, радиоэлектронное оборудование, профессиональные видеокамеры, электроинструменты. NiCd аккумуляторы составляют около 50% от всего парка аккумуляторов для портативной техники. Однако, развитие новых типов аккумуляторов с более высокой плотностью энергии и использованием более экологически чистых технологий постепенно снижают удельный вес NiCd в общем парке аккумуляторов.

Достоинства и недостатки NiCd аккумуляторов.

Достоинства.

1. Большой ресурс. Будучи обслуживаемыми должным образом, NiCd аккумуляторы обеспечивают 1000 - 1500 циклов заряд/разряд.
2. Очень хорошая нагрузочная способность. NiCd аккумуляторы обеспечивают большой ток нагрузки.
3. Долгий срок службы.*
4. Простота хранения и транспортировки. Большинство авиакомпаний разрешают перевозку NiCd аккумуляторов без специальных мер предосторожности.
5. NiCd аккумуляторы хорошо подходят для работы при низких температурах.
6. Не критичность к режимам работы. NiCd аккумуляторы являются одними из самых нечувствительных к нарушению режимов заряда и разряда.
7. Низкая стоимость. По отношению цена/ресурс NiCd аккумуляторы являются самыми экономичными.

Недостатки.

1. Достаточно низкая, в сравнение с новыми типами аккумуляторов, плотность энергии.
2. Эффект памяти. Необходимость периодических тренировок для его профилактики.
3. NiCd содержат токсичные материалы.
4. Достаточно большой ток саморазряда. NiCd аккумуляторы требуют дозарядки после хранения.

Никель-металлогидридные аккумуляторы.

Разработанные в качестве замены NiCd аккумуляторам, никель-металлогидридные (NiMH) имеют два существенных плюса: высокая плотность энергии и экологическая безопасность. Современные NiMH аккумуляторы имеют на 40% большую плотность энергии, по сравнению с NiCd. Это позволяет делать аккумуляторы более высокой емкости в тех же габаритах.

Однако, за эти достоинства пришлось заплатить повышенным током саморазряда: у NiMH аккумуляторов он в 1.5 раза выше, чем у NiCd.

Тем не менее NiMH аккумуляторы успешно заменили NiCd в мобильных телефонах и портативных компьютерах.

Достоинства и недостатки NiMH аккумуляторов.

Достоинства.

1. Емкость, на 30-40% большая, чем у NiCd аккумуляторов, причем потенциал создания NiMH аккумуляторов еще большей емкости не исчерпан.
2. Эффект памяти в NiMH аккумуляторах выражен гораздо слабее, чем в NiCd.
3. Простота хранения и транспортировки - никаких специальных требований.
4. Экологическая безопасность.

Недостатки.

1. Относительно небольшой ресурс. Если в течение каждого рабочего цикла аккумулятор разряжается полностью, то заметное ухудшение параметров начинается уже после 200-300 циклов заряд/разряд. Для NiMH аккумулятора частичный разряд более предпочтителен, чем полный.
2. Ограниченный ток разряда. Не смотря на то, что NiMH аккумуляторы способны отдавать в нагрузку большой ток, это снижает их ресурс. Оптимальным нагрузочным током является величина 0.2С-0.5С.
3. Более сложный алгоритм заряда. Вследствие того, что NiMH аккумулятор в процессе заряда греется гораздо сильнее, чем NiCd, время заряда увеличивается.
4. Большой саморазряд.
5. Поскольку параметры NiMH аккумуляторов ухудшаются при повышенной температуре, это накладывает дополнительные ограничения на условия хранения. Аккумуляторы должны храниться в прохладном помещении и должны быть заряженными примерно на 40% от номинальной емкости.
6. Необходимость регулярного обслуживания. Для профилактики эффекта памяти требуются периодические тренировки.

Литий-ионные аккумуляторы.

Несмотря на то, что работы по созданию аккумулятора на базе лития были начаты в 1912 году, первые коммерческие образцы были выпущены в 1991 году. Это связано с существенными проблемами обеспечения безопасности эксплуатации аккумуляторов, с которыми столкнулись разработчики. В частности, в 1991 году, пионер разработки и производства литиевых аккумуляторов - фирма Sony, была вынуждена отозвать первую партию аккумуляторов для сотовых телефонов, в связи с их опасностью для пользователя.

Тем не менее, достоинства этого типа химии настолько очевидны, что разработка продолжалась и был достигнут разумный компромисс между эксплуатационными характеристиками и безопасностью. Вслед за Sony, литиевые аккумуляторы стали производить и другие фирмы. Сейчас аккумуляторы на основе лития являются наиболее интенсивно развивающейся технологией.

Плотность энергии Li-ion аккумулятора вдвое больше, чем у NiCd и потенциал технологии позволят в будущем значительно повысить этот параметр. Помимо высокой емкости, Li-ion аккумуляторы имеют очень хорошие нагрузочные характеристики, сходные с характеристиками NiCd. При разряде аккумулятора от его напряжение изменяется в очень небольших пределах, что упрощает проектирование аппаратуры.

Li-ion аккумуляторы относятся к классу не требующих обслуживания, поскольку не имеют эффекта памяти. Кроме того, саморазряд Li-ion вдвое меньше, чем у NiCd.

Напряжение ячейки у Li-ion аккумуляторов выше, чем у NiCd и NiMH и составляет 3.6В. Поэтому, как правило, Li-ion аккумуляторы состоят только из одной ячейки. Это упрощает конструкцию аккумуляторов. Малое внутреннее сопротивление литиевых аккумуляторов позволяет обеспечивать передачу в нагрузку значительной мощности.

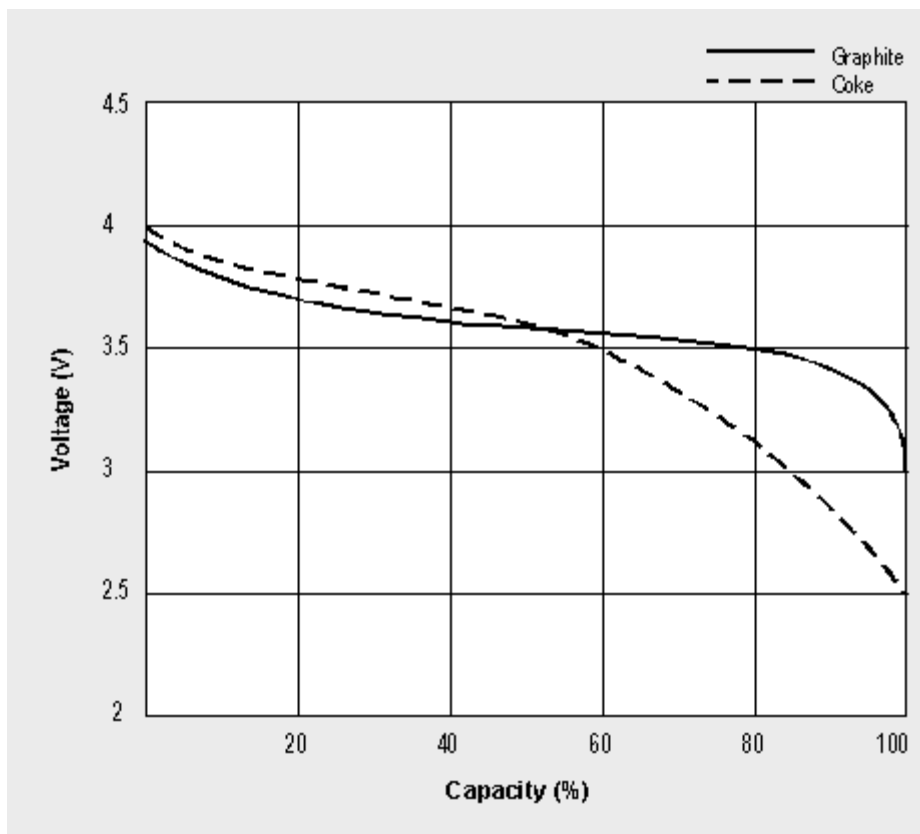
Различия в химии Li-ion аккумуляторов.

На самом деле, под названием "литий-ионные аккумуляторы" объединены несколько подклассов, которые значительно различаются между собой по своим параметрам. По материалу отрицательного электрода Li-ion аккумуляторы можно разделить на графитовые и коксовые. Причем коксовые аккумуляторы уже практически не производятся, поскольку значительно проигрывают графитовым по нагрузочным характеристикам.

На рисунке изображены кривые разряда графитового и коксового аккумуляторов. Из графиков видно, что для того, чтобы отдать в нагрузку одинаковую мощность, графитовому аккумулятору надо разрядиться до напряжения 3В, тогда, как коксовому - до 2.5В. То есть диапазон напряжения питания устройства, работающего от графитового аккумулятора может быть меньше, чем при питании от коксового. Кроме того, внутреннее сопротивление графитовых аккумуляторов меньше, что позволяет отдавать им в нагрузку больший ток.

По материалу положительного электрода, литий-ионные аккумуляторы можно разделить на кобальтовые и марганцевые.

Исторически первыми появились кобальтовые аккумуляторы, поэтому они лучше изучены и технология более отработана. Однако, марганцевые более безопасны и менее чувствительны к нарушению режимов эксплуатации. В то время, как кобальтовые аккумуляторы требуют достаточно сложных электронных схем защиты, марганцевые требуют только предохранителя и температурного датчика. Это упрощает и удешевляет конструкцию.



Ниже приведена сравнительная таблица кобальтовых и марганцевых аккумуляторов.

| | Кобальтовые | Марганцевые |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Плотность энергии (Вт*ч/кг) | 140 | 120 |
| Безопасность | В случае перезаряда, существует возможность выделения свободного металлического лития на электроде. Это создает опасность взрыва аккумулятора при отсутствии специальных схем защиты. | В случае перезаряда, на марганцевом электроде лития не формируется, поэтому чрезмерного нагрева ячейки не происходит. |
| Температура | Широкий температурный диапазон. Предпочтительной является работа в нагретом состоянии. | Потеря емкости при рабочей температуре выше 40°C. |
| Старение | Возможно только краткосрочное хранение. Внутреннее сопротивление увеличивается пропорционально времени хранения. Новые версии кобальтовых аккумуляторов допускают более долгое хранение. | Эффекты старения менее выражены, чем у кобальта. На всем протяжении времени жизни, внутреннее сопротивление изменяется незначительно. В связи с непрерывными усовершенствованиями, время хранения трудно определить. |
| Ресурс | 300 циклов, по достижении 500 циклов емкость снижается вдвое. | Меньше, чем у кобальта. |
| Цена | Материалы достаточно дороги, дополнительную стоимость создают схемы защиты. | Стоимость материалов на 30% меньше, чем у кобальта. Дополнительная экономия на упрощенных цепях защиты. |

Марганцевые аккумуляторы более безопасны в эксплуатации и менее критичны к соблюдению режимов заряда и разряда, однако имеют пониженную плотность энергии по сравнению с кобальтовыми.

Выбор того или иного материала и присадок при производстве аккумулятора определяется компромиссом между высокой плотностью энергии, длительным временем хранения, временем жизни и безопасностью. Большая плотность энергии может быть достигнута достаточно просто. Например, добавляя большее количество никеля, вместо кобальта, можно получить очень большую емкость и удешевить производство, однако потерять в безопасности. Начинающие производители могут поставить себе целью достижение максимальной емкости для более эффективного появления на рынке. При таком подходе, как правило, страдают остальные рабочие характеристики аккумулятора, в первую очередь - безопасность.

Производители, сделавшие себе имя, такие, как Sony, Panasonic, Sanyo, Moly Energy, Polystor, основное внимание уделяют безопасности эксплуатации своей продукции.

Наряду с неоспоримыми достоинствами, литий-ионные аккумуляторы имеют свои недостатки. В связи со взрывоопасностью, Li-ion аккумуляторы требуют обязательного наличия электронных схем защиты. Такие схемы встроены в каждый аккумулятор и ограничивают пиковое напряжение на ячейке в процессе заряда, не дают ячейке разряжаться ниже допустимого уровня, ограничивают ток и контролируют температуру. Использование схем защиты практически устраняет опасность взрыва аккумулятора.

Эффект старения также является слабым местом литий-ионных аккумуляторов. Производители достаточно глухо говорят об этой проблеме. Снижение емкости аккумулятора начинается после года хранения, причем не имеет значения, находился ли он в эксплуатации или лежал на полке. Через два, максимум - три, года хранения, аккумулятор становится непригодным к эксплуатации. Необходимо упомянуть, что аккумуляторы других типов химии также подвержены старению. Особенно NiMH, при хранении в условиях повышенной температуры.

Хранение аккумуляторов в прохладном месте замедляет процесс старения Li-ion аккумуляторов (также, это справедливо и для других типов химии). Производители рекомендуют хранить аккумуляторы при температуре 15°C. Кроме того, Li-ion аккумуляторы не должны быть полностью разряжены.

Резюмируя сказанное, можно заключить, что для Li-ion аккумуляторов длительное хранение не рекомендуется. Аккумуляторы, в идеале, должны находиться в эксплуатации сразу же после выхода с завода-производителя. Покупатель должен знать дату производства аккумулятора.

Достоинства и недостатки Li-ion аккумуляторов.

Достоинства.

1. Высокая плотность энергии, причем потенциал для ее увеличения еще не исчерпан.
2. Низкий ток саморазряда. Менее половины от величины саморазряда NiCd аккумуляторов.
3. Не требуется периодического обслуживания.

Недостатки.

1. Необходимость специальных схем защиты для ограничения тока и напряжения.
2. Подвержена старению вне зависимости от режима эксплуатации. Хранение в прохладном месте способно снизить интенсивность старения на 40%.
3. Ограниченный ток нагрузки.
4. Особые требования условиям транспортировки. Это касается только партий аккумуляторов.
5. Высокая стоимость производства. На 40% выше, чем производство NiCd.
6. Поскольку не существует устоявшейся технологии производства, новые модификации появляются раз в полгода, то изменение химического состава аккумуляторов может сказываться на точности результатов тестирования.

Литий-полимерные аккумуляторы.

Принципиальное отличие полимерных аккумуляторов от всех других типов химии заключается в отсутствии какого-либо жидкого или гелеобразного электролита. В этих аккумуляторах используется сухой полимерный электролит, который заменяет пористый сепаратор, пропитанный жидкостью или гелем. Полимерный электролит не обладает электрической проводимостью, но допускает ионный обмен.

Плюс этого типа химии заключается в том, что аккумуляторная ячейка может быть сделана абсолютно произвольной формы, что оставляет полную свободу действий разработчикам корпуса аккумулятора. Минимальная толщина ячейки может быть менее миллиметра.

К минусам данной технологии относится то, что полимерные аккумуляторы имеют очень высокое внутреннее сопротивление и не способны обеспечить большие импульсные токи, необходимые для работы современного мобильного оборудования. Приемлемые параметры аккумулятор приобретает при нагреве до температуры 60°C. В теплом состоянии аккумулятор повышает свою проводимость и становится пригодным для эксплуатации.

Исследования в области улучшения параметров полимерных аккумуляторов активно продолжаются и можно ожидать, что к 2005 году в коммерческую эксплуатацию поступят первые аккумуляторы с твердым электролитом.

Потенциал технологии велик. Ресурс полимерных аккумуляторов обещает быть не менее 1000 циклов, а плотность энергии выше, чем у Li-ion.

В данное время полимерные аккумуляторы пробуют использовать в качестве аварийного питания в странах с жарким климатом. Один производитель встраивает в корпус аккумулятора нагреватель, доводящий ячейку до рабочей температуры.

Полимерные аккумуляторы, используемые в современных мобильных телефонах, строго говоря, таковыми не являются. Это гибриды полимерного и литий-ионного аккумуляторов, использующие гелеобразный электролит для увеличения проводимости. По характеристикам эти аккумуляторы сходны с литий-ионными, даже несколько хуже в части емкости, но сильно превосходят их в части безопасности эксплуатации.

Достоинства и недостатки полимерных аккумуляторов.

Достоинства.

1. Очень тонкие ячейки. Толщина аккумулятора может быть менее 1мм.
2. Пластичность. Ячейке можно придать любую форму, удобную производителю.
3. Малый вес.
4. Безопасность. Полимерные аккумуляторы устойчивы к перезаряду. Исключена утечка электролита.

Недостатки.

1. На данный момент, более низкая плотность энергии и ресурс, по сравнению с Li-ion. Однако потенциал для развития существует.
2. Дорогое производство.

Свинцово-кислотные аккумуляторы.

Исторически, свинцово-кислотные аккумуляторы были первыми перезаряжаемыми источниками энергии, запущенными в коммерческое использование. С тех пор они претерпели значительные изменения. Жидкий электролит был заменен пропитанным электролитом сепаратором или гелеобразным электролитом, сами аккумуляторы сделаны герметичными и не нуждающимися в периодическом добавлении электролита. Рекомбинация газов происходит в порах сепаратора или гелеобразного электролита. В качестве меры предосторожности в герметичных аккумуляторах используются предохранительные клапаны, через которые стравливаются излишки давления, если в процессе заряда, газы в аккумуляторе не успевают рекомбинировать.

По сравнению с другими типами химии, свинцово-кислотные аккумуляторы, сокращенно - SLA, имеют самую низкую плотность энергии, но самую высокую емкость. Поэтому они применяются там, где требуется большая мощность, но не играют решающей роли вес и габариты. В основном, это источники бесперебойного питания, биомедицинское оборудование.

Большим плюсом этого типа химии является очень маленький саморазряд. Если NiCd аккумулятор теряет до 40% запасенной энергии за три месяца, то SLA аккумулятору на это потребуется год.

Эффект памяти в SLA аккумуляторах отсутствует, поэтому тренировочных циклов производить не требуется.

Слабыми местами этого типа химии являются нагрузочные характеристики. SLA аккумуляторы не любят больших токов нагрузки и глубокого разряда. При эксплуатации в напряженных режимах, быстро наступает старение, выражающееся в потере емкости.

Также, на срок службы SLA аккумуляторов сильно влияет рабочая температура. Оптимумом является функционирование аккумулятора при температуре воздуха 25°C каждые дополнительные 8°C окружающей среды укорачивает срок службы аккумулятора наполовину.

В зависимости от режима эксплуатации, ресурс SLA аккумуляторов составляет 200-300 циклов заряд/разряд.

В плане обслуживания, SLA аккумуляторы требуют соблюдения режимов заряда и хранения. Быстрый заряд для этого типа химии противопоказан. Заряжать необходимо малым током в течение 8-16 часов. Хранить SLA аккумуляторы необходимо в заряженном состоянии.

Достоинства и недостатки SLA аккумуляторов.

Достоинства.

1. Эти аккумуляторы дешевы и просты в производстве.
2. Хорошо отработанная технология. При соблюдении правил эксплуатации, SLA аккумуляторы очень надежны.
3. Саморазряд - самый маленький среди всех типов аккумуляторов.
4. Аккумуляторы нетребовательны к обслуживанию. Эффект памяти и необходимость доливать электролит отсутствуют.

Недостатки.

1. Невозможность хранить в разряженном состоянии - быстро выходят из строя.
2. Низкая плотность энергии, что ограничивает области применения.
3. Более сложный алгоритм заряда. Вследствие того, что NiMH аккумулятор в процессе заряда греется гораздо сильнее, чем NiCd, время заряда увеличивается.
4. Допускают очень ограниченное количество полных циклов разряда.
5. Содержат экологически вредные материалы.
6. Сильная температурная зависимость.