

Обслуживание аккумуляторов с помощью Анализатора Аккумуляторных Батарей.

Правильное обслуживание аккумуляторов NiCd, увеличивает срок их службы в 2-3 раза.

Одна из общих проблем в мире портативного оборудования питающегося от аккумуляторных источников питания - это изрядное падение емкости батареи после года эксплуатации. Этот феномен можно объяснить слишком быстрым старением батареи за счет формирования эффекта памяти. Пользователь как правило не замечает потерю емкости батареи, так как этот процесс протекает настолько плавно и незаметно, что сомнения в исправности батареи возникают когда ее емкость падает до 50 % от номинала и более. Увеличивается вероятность отказов оборудования, хотя зарядное устройство исправно сигнализирует о полной зарядке батареи, **заряжая ее только 50% емкости.**

При обычных условиях эксплуатации радиотелефон или ноутбук функционируют удовлетворительно, оставшейся емкости батареи вполне хватает для обеспечения тех нескольких часов в сутки когда вы обычно используете это оборудование до очередной подзарядки. Но в критической ситуации подобная батарея не справится с возросшей нагрузкой и подведет пользователя в самый ответственный момент.

Аккумуляторная батарея **считается самым уязвимым** узлом портативного оборудования, являясь источником большинства проблем и неприятностей. Также учитывая относительно небольшой период функционирования, покупка новых батарей составляет изрядную часть стоимости прибора. Ниже мы исследуем несколько простых и практичных способов увеличить период функционирования аккумуляторных батарей.

Что можно сделать

Столкнувшись с проблемой или обнаружив неисправности в аккумуляторном хозяйстве наиболее логично ожидать, что пользователь обратится к дилеру распространяющему данный тип аккумуляторов. На что дилер разведет руками и ответит что они не сталкивались с подобной проблемой ранее, эффекта памяти в современных батареях не существует и т.д. Продавцы аккумуляторных батарей вполне удовлетворены сложившейся ситуацией (Пока батареи продаются – проблемы не существует).

Существует масса объяснений слишком короткому периоду функционирования аккумуляторных батарей.

Канадская компания CADEX –производитель Анализаторов Аккумуляторных Батарей проводила исследования для определения причин частых отказов батарей в мобильных радио системах. В результате было установлено:

В течение дня, батареи как правило использовались в щадящем режиме и разряжались менее чем на половину. В конце смены батареи получали полную зарядку, согласно спецификации, но через год пользования пришлось заменить **весь парк** батарей. По совету специалистов из CADEX было принято решение проводить ежесменно тренировку батарей и анализ их состояния. Первое исследование состояния батарей было проведено через 4 месяца после закупки нового парка аккумуляторов – **более половины** батарей за 4 месяца использования потеряло 25% емкости и более. После проведения тренировки и восстановления **все батареи** вернули 100% емкости! Шансы на восстановление батареи значительно уменьшились если бы проведение исследования было отложено еще на пару месяцев.

Важность проведения регулярных тренировок и восстановления NiCd батарей также доказывают исследования проведенные лабораторией GTE Government Systems Виржиния, для ВМФ США.

Для определения соотношения исправных и нефункционирующих батарей после года службы, исследования проводились на авианосцах Eisenhower (1500 аккумуляторных батарей), George Washington (600 батарей) и миноносце Ronse (500 батарей). Исследования проводились независимо в течение года, батареи получали три типа обслуживания:

МЕТОД ОБСЛУЖИВАНИЯ	БАТАРЕИ ТРЕБУЮЩИЕ ЗАМЕНЫ ПОСЛЕ ГОДА ИНТЕНСИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
Только подзарядка (обычное зарядное устройство)	45%
Подзарядка и тренировка ("продвинутое" зарядное устройство или Анализатор Аккумуляторных Батарей обладающий этой функцией)	15%
Подзарядка, тренировка и восстановление (Анализатор Аккумуляторных Батарей C7000)	5%

Данные из книги Batteries in a portable world (Isidor Buchmann)

Наилучший результат – 5% батарей пришедших в негодность и требующих замену был достигнут при использовании всех трех режимов обслуживания.

Согласно результатам проведенного исследования GTE Government Systems утверждает, что анализатор стоимостью 3000\$ окупается в течение одного месяца, не учитывая возросшую надежность систем с аккумуляторным питанием. Это вероятно еще более важный результат применения анализатора аккумуляторов в областях где безопасность человека зависит от надежности оборудования.

Технический специалист, работающий в одной из Московских фирм, занимающийся обслуживанием аккумуляторных батарей сотовых телефонов, сказал, что CADEX C7000 окупился менее чем за два месяца эксплуатации, причем позволял восстанавливать LiION батареи которые теоретически невозможно восстановить никаким Анализатором Аккумуляторных Батарей.

Как правило, для решения задач требующих от батареи гарантированной емкости продавец предложит Вам батарею большей емкости для вашего же спокойствия. Но большая батарея не только тяжелее, дороже и неудобнее для ваших целей, но и регулярная неполная разрядка не улучшает ее состояния. Потеря емкости батареи при регулярной неполной разрядке вызвано формированием эффекта памяти. Другими словами в процессе эксплуатации в батарее формируются кристаллы из активных элементов.

К примеру в батарее емкостью 8.1 А·ч – 100% кристаллы имеют размеры в среднем 1 микрон в поперечнике, предоставляя максимум площади для контакта с жидким электролитом. Если кристаллы вырастают до размеров 50-100 микрон емкость батареи понижается до 6.5 А·ч. Острые края кристаллов могут пробить тонкую пластину сепаратора отделяющего анод, что приведет к необратимому повышению саморазряда и коротким замыканиям. Эксплуатация подобной батареи приведет к дальнейшей потере емкости и разрушению аккумуляторной части.

В этом случае необходимо провести несколько циклов заряд/разряд или полное восстановление батареи используя анализатор аккумуляторов. После проведения восстановления батареи, кристаллы уменьшаются до размеров 3 – 5 микрон, а емкость возрастает до 8.0 А·ч.

Считается что наибольший период функционирования можно обеспечить обслуживая батарею NiCd раз в месяц и батарею NiMH раз в три месяца.

Оборудование для обслуживания батарей

Задачу тренировки, восстановления и отслеживания состояния парка батарей лучше всего возложить на специализированный прибор – анализатор аккумуляторных батарей. Современный анализатор обладает всеми необходимыми функциями, как правило все операции предельно упрощены и не требуют привлечения технического специалиста или специального обучения.

Анализатор аккумуляторов применяется не только для обслуживания работающих и неисправных, но и для тестирования и тренировки новых только что купленных батарей. Считается что новая батарея работает идеально, однако многие пользователи убедились на собственном опыте, что это не всегда так. Новая батарея может оказаться просто бракованной или поврежденной при транспортировке, может потерять часть емкости из за эффекта памяти (кристаллизации) возникающего при длительном хранении. Анализатор аккумуляторов позволяет определять такие батареи, тренировать, восстанавливать и заряжать их.

Еще один важный аспект применения анализатора – возможность во время определить и удалить из парка батареи не отвечающие требованиям по емкости и не подлежащие восстановлению. Батареи обладающие меньшей емкостью создают определенную опасность, так как принимая меньший заряд заряжаются быстрее чем исправные и быстрее попадают на полку «ГОТОВЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ». Соответственно в экстремальной ситуации ничего не подозревающий пользователь скорее выберет батарею которая может подвести его в любую минуту.

Согласно отчету GTE Government Systems для успешной организации системы обслуживания NiCd батарей ААБ должен уметь :

1. Быстро оценивать состояние батареи (мгновенный тест)
2. Быстро заряжать аккумулятор (но не разрушать)
3. Одновременно обслуживать несколько батарей разного типа
4. Автоматически восстанавливать батареи с емкостью менее указанной пользователем
5. Определять короткие замыкания
6. Определять «мягкие» ячейки (быстрый рост напряжения во время заряда, означает некачественный электролит)
7. Работать в различных режимах обслуживания батарей задаваемых пользователем
8. Иметь интерфейс с компьютером
9. Иметь интерфейс с принтером
10. Отображать информацию о степени заряда, емкости и внутреннем сопротивлении.
11. Иметь упрощенную сигнализацию о результатах теста для неподготовленного пользователя
12. Иметь дежурный режим заряда
13. Иметь пароль от несанкционированного использования

Аккумуляторы меняются, а память остается.

Эта статья написана в ответ на многочисленные вопросы о том, что из себя представляет этот таинственный эффект памяти и почему, собственно, с ним надо бороться.

Мы попытаемся по мере сил дать определение, объяснить физику эффекта памяти и его вредного влияния на аккумулятор. Сначала необходимо оговориться, что все, написанное в этой статье, не относится к кислотным аккумуляторам и аккумуляторам на основе лития, поскольку эффект памяти у них отсутствует.

Эффект памяти сильнее всего выражается в никель-кадмиевых и в меньшей степени в никель-металлгидридных аккумуляторах.

Строгое название эффекта памяти – циклическая память. Причиной его возникновения служит заряд недоразряженных аккумуляторов. В основе этого феномена лежат физические процессы. В нормальном, новом аккумуляторе, рабочие вещества (никель и кадмий для никель-кадмиевых аккумуляторов) присутствуют в виде кристаллической формации с размерами кристаллов около 1мкм. При заряде недоразряженных аккумуляторов, кристаллы формируют крупные образования размером до 100мкм. Процесс кристаллизации рабочего вещества аккумулятора и называется эффектом памяти. В результате увеличения размеров кристаллов уменьшается площадь соприкосновения рабочего вещества с электролитом.

Как же влияет эффект памяти на работоспособность аккумулятора?

Вредными последствиями этого процесса на начальном этапе являются уменьшение емкости аккумулятора и увеличение его внутреннего сопротивления. В этом случае аккумулятор еще поддается восстановлению. На следующем этапе развития эффекта памяти его последствия становятся необратимыми, поскольку разросшиеся кристаллы разрушают пластину сепаратора, разделяющую анод и катод, вследствие чего растет ток саморазряда и, в конце концов, ячейка аккумулятора оказывается закороченной.

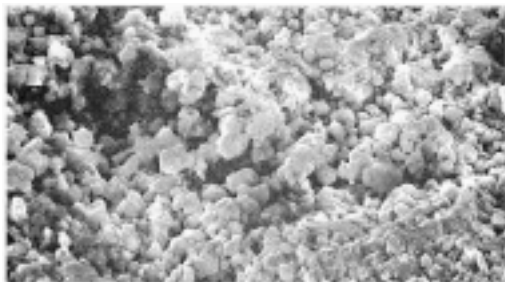


Рис 1.

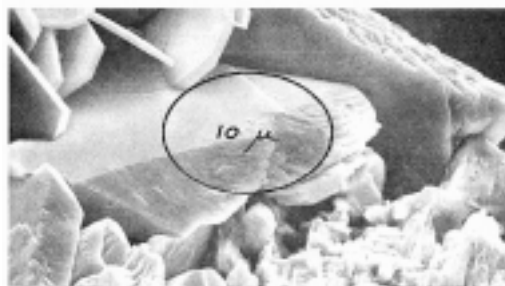


Рис 2.

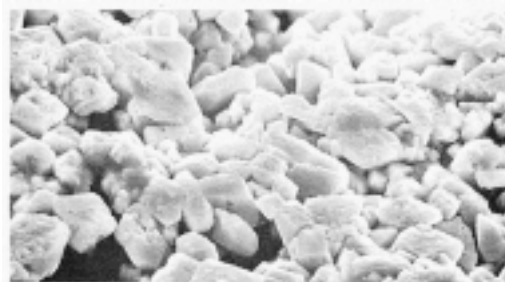


Рис 3.

Рисунки 1 и 2 иллюстрируют формирование эффекта памяти. На рис.1 показана анодная пластина нового никель-кадмиевого аккумулятора емкостью 8.1Ач. Кристаллы гидроксида кадмия имеют размер около 1мкм и обеспечивают большую площадь соприкосновения с электролитом.

На рис.2 показан анод той же батареи с разросшимися кристаллическими образованиями. Площадь контакта анода с электролитом уменьшилась и, в данном случае, емкость аккумулятора снизилась до 6.5Ач.

Практика показывает, что в процессе дневной эксплуатации аккумулятор редко разряжается до конца, вследствие чего, попадает в зарядное устройство с некоей остаточной емкостью. По статистике, после 3 – 4 месяцев такой эксплуатации его емкость, благодаря эффекту памяти, падает минимум на 25%. Но, самое неприятное то, что зарядное устройство при этом не воспринимает потерю емкости как неисправность и сигнализирует о полном заряде аккумулятора. То, что значительно сократилось время заряда, пользователь может и не заметить. В результате такой аккумулятор будет работать как обычно, если нагрузка на него не превышает среднего уровня, но стоит ей возрасти и аккумулятор откажет в самый неподходящий момент.

В дальнейшем, когда потеря емкости станет существенной, аккумулятор просто перестанет функционировать.

Теперь, когда мы определились с тем, кто и в чем виноват, встает вопрос: что же, собственно, делать?

Во-первых, в качестве основной меры борьбы с эффектом памяти важна профилактика. В качестве таковой применяются периодические тренировочные циклы заряд/разряд, когда аккумулятор сначала заряжается, а затем полностью разряжается. Цикл повторяется несколько раз. Периодичность таких процедур должна составлять для никель-кадмиевых аккумуляторов – раз в месяц, а для никель-металлгидридных – раз в два месяца. Чаше тренировку производить не рекомендуется, поскольку полезный эффект увеличивается незначительно, а возрастает износ аккумулятора. Как и всякая профилактическая мера, тренировка направлена большей частью на предотвращение, чем на устранение эффекта памяти. В качестве "хирургического" воздействия для устранения эффекта памяти применяется восстановление методом глубокого разряда. При глубоком разряде аккумулятора происходит дробление крупных кристаллических формаций, в результате чего емкость аккумулятора восстанавливается (рис.3).

На рисунке 4 показана эффективность проведения циклов тренировок и восстановления на никель-кадмиевых аккумуляторах в различных стадиях развития эффекта памяти. Исследования проводились специалистами фирмы Cadex. На новый аккумулятор ни тренировка, ни восстановление особого влияния не оказали, что, вообще то, естественно. Для восстановления емкости аккумулятора А цикла восстановления не потребовалось. Эта картина характерна для аккумуляторов, пробывших в эксплуатации два-три месяца или подвергавшихся регулярным тренировкам. Емкость аккумуляторов В и С не удалось восстановить тренировкой. По этому факту и по малой емкости, с большой вероятностью можно сказать, что эти два аккумулятора эксплуатировались около полугода без регулярных тренировок. Без проведения восстанавливающего цикла, эти аккумуляторы пришлось бы списать.

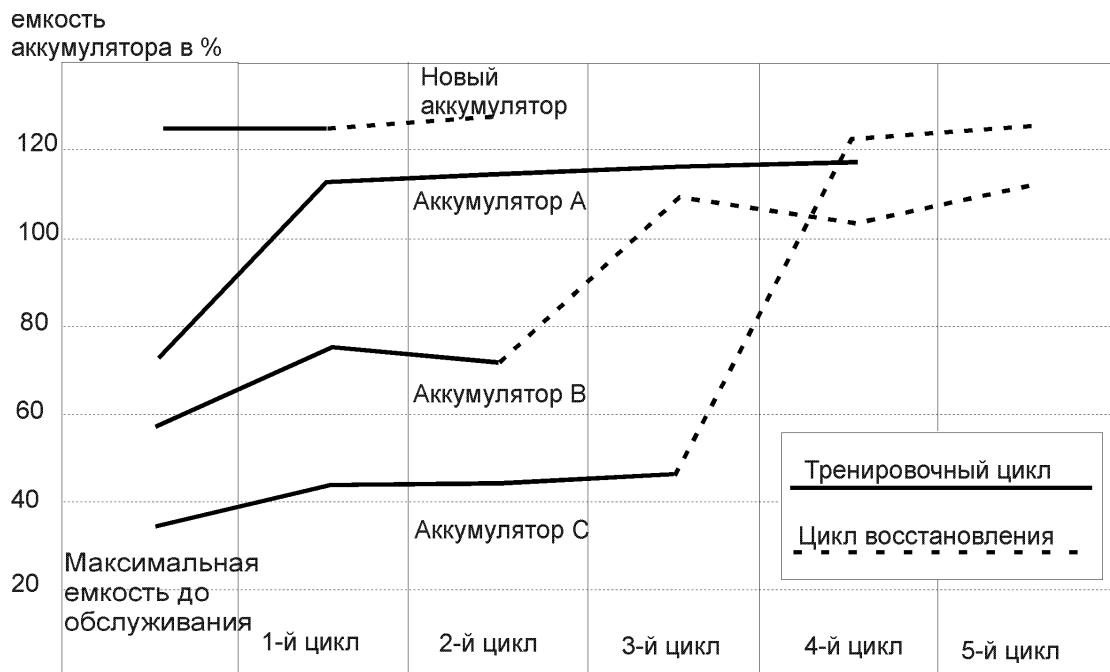


Рис.4

Для того, чтобы максимально продлить срок службы аккумулятора, и тренировку и восстановление следует производить в комплексе. На анализаторе Cadex C7000 это осуществляется автоматической программой обслуживания. Как показывает практика, при проведении регулярного обслуживания, срок службы никель-кадмиевого аккумулятора можно продлить до 2500 – 3000 циклов заряд/разряд (против паспортных 1500 циклов).

Методики восстановления аккумуляторов с использованием анализатора аккумуляторов Cadex C7000.

В данной статье рассматриваются алгоритмы восстановления аккумуляторов, потерявших свою емкость в процессе неграмотной эксплуатации. Сразу необходимо оговориться, что речь пойдет только об обратимых потерях. К таким относятся формирование эффекта памяти в никель-кадмиевых и никель-металлгидридных аккумуляторах и сульфация в кислотных аккумуляторах. В статье не рассматриваются методы профилактического обслуживания, поскольку о его необходимости уже говорилось достаточно много и это тема для отдельной публикации.

Когда речь заходит о восстановлении аккумуляторных батарей (АБ) то, прежде всего, имеется в виду эффект памяти и аккумуляторы на основе никеля. Если в процессе эксплуатации АБ, не разряженная до конца, ставится на подзарядку, то в скором времени кристаллы гидроксида кадмия (рабочее вещество анода), имеющие на начальном этапе размер 1мкм, начнут формировать крупные кристаллические образования. Это и есть физическая подоплека эффекта памяти. На ранних стадиях ущерб выразится в прогрессирующей потере емкости АБ и ростом внутреннего сопротивления в связи с уменьшившейся площадью соприкосновения анода с электролитом. На последующих этапах растущие кристаллы разрушают пластину сепаратора, разделяющего анод и катод, и изменения становятся необратимыми. При попытках восстановления такие аккумуляторы могут показать очень хорошее значение емкости, однако к эксплуатации будут не пригодны, поскольку в связи с повреждением сепаратора будут иметь очень большой ток саморазряда.

Для восстановления обратимых потерь в никель-кадмиевых аккумуляторах применяются два метода:

1. Заряд реверсивным током.

Суть этого метода восстановления состоит в том, что при заряде аккумулятора ток заряда имеет импульсный характер, причем положительные заряжающие импульсы чередуются с короткими отрицательными разряжающими импульсами. Такой заряд имеет два положительных момента. Первый – это то, что АБ меньше нагревается, а второй – то, что при этом разрушаются крупные кристаллические образования.

2. Глубокий разряд.

Является наиболее эффективным методом восстановления на сегодняшний день. На начальном этапе процесса АБ разряжается номинальным током нагрузки до напряжения 1В на ячейку. Далее разряд продолжается, но уже малым током до напряжения 0.4В на ячейку. Такое значение напряжения определено эмпирически в результате исследований, проведенных специалистами фирмы CADEX. На рис.1 приведена зависимость напряжения на ячейке от времени.

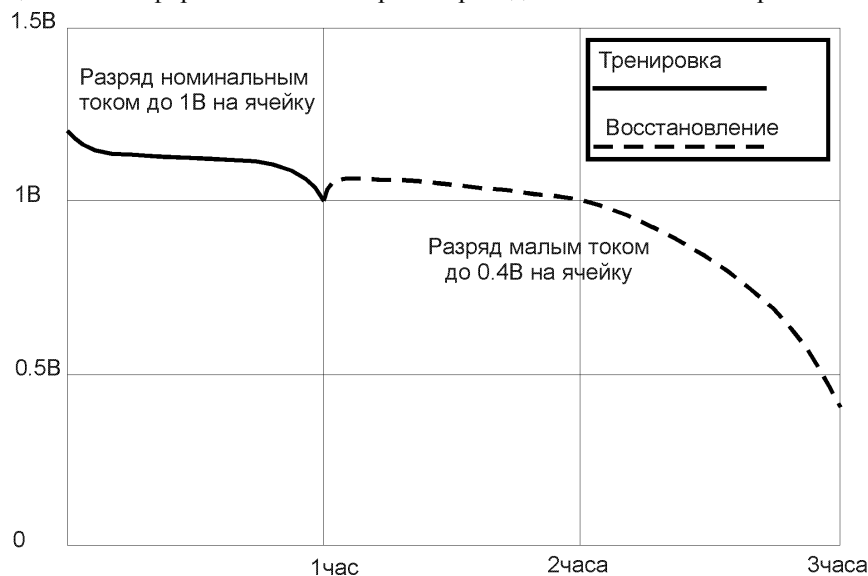


Рис.1 График изменения напряжения на аккумуляторе в процессе глубокого разряда.

В анализаторе аккумуляторов Cadex C7000 реализованы оба этих метода восстановления. Заряд реверсивным током применяется по умолчанию к любым АБ на основе никеля в качестве штатного метода заряда и служит профилактической мерой. Глубокий разряд осуществляется программой автоматического восстановления в том случае, если заданного значения емкости нельзя достичь проведением тренировочных циклов заряд/разряд. Весь алгоритм проведения тренировки и восстановления реализуется в автоматическом режиме программой AUTO. Все вышесказанное справедливо для никель-кадмиевых и никель-металлгидридных аккумуляторов. Эффективность

восстановления в процентах от общего количества АБ, потерявших емкость в процессе эксплуатации, и подвергшихся процедуре обслуживания на анализаторе Cadex C7000 составляет 60 – 70% для

никель-кадмиевых и порядка 40% для никель-металлгидридных аккумуляторов. При этом снова оговоримся, что речь идет только об обратимых потерях емкости.

Потери емкости в кислотных АБ обусловлены химическими процессами, а именно оседанием сульфатов на рабочей поверхности электродов (сульфации). Восстановление этих аккумуляторов затруднено и не дает гарантированных результатов. Восстановлению поддается только около 15% от общего количества деградировавших аккумуляторов.

Существует два метода восстановления кислотных АБ. Первый состоит в заряде уже заряженных аккумуляторов. Методика заключается в следующем: сначала АБ полностью заряжается, затем он отключается от зарядного устройства на 24 или 48 часов. Затем он снова заряжается. Эта процедура повторяется несколько раз. Другой метод восстановления состоит в том, что при заряде АБ на него подается повышенное напряжение (до 2.5В на ячейку) на время от 1 до 2-х часов. Оба этих метода подразумевают непрерывный контроль температуры, во избежание перегрева и повреждения аккумулятора.

Реализовать на анализаторе Cadex C7000 первый метод восстановления не представляет большого труда путем написания пользовательской программы обслуживания, которая будет состоять из нескольких циклов заряд – отдых. Восстановление по второму методу в автоматическом режиме осуществить не представляется возможным, но при необходимости, это можно сделать вручную. То есть зарядить аккумулятор до максимального напряжения, затем прервать процедуру заряда, отключив аккумулятор от анализатора и, исправив в С-коде параметр MAX. CHARGE VOLTAGE на более высокое значение (например для гелевых аккумуляторов с 2.4В до 2.5В), снова поставить его на зарядку на время 2 – 2.5 часа.

Что касается литиевых аккумуляторов, то потери емкости в них вызваны необратимыми процессами окисления и эффективных методов восстановления этих АБ на данный момент не разработано.

Сравнение различных типов аккумуляторов

Несколько лет назад, NiCd аккумуляторы были единственными пригодными для использования в портативных радиостанциях и компьютерах, сотовых телефонах и видеокамерах. Попытки удовлетворить растущие требования к увеличению времени работы аккумулятора, привели к появлению новых типов аккумуляторов, которые обеспечивают вдвое большее отношение емкость/масса.

Вытеснит ли новое поколение аккумуляторов классические NiCd? Ответ – нет. Во всяком случае не сейчас. Любое изобретение, которое решает одну проблему, создает несколько новых. Улучшение характеристик аккумуляторов часто приводит к увеличению их стоимости.

Исследования приводят к созданию новых типов аккумуляторов, часто с улучшенными характеристиками, но не обеспечивающие полностью удовлетворительного решения.

На сегодняшний день, наиболее часто используются типы:

Никель Кадмиевые – хорошо изученные NiCd аккумуляторы используются там где требуются большой срок службы, интенсивное использование и низкая стоимость. Основные области применения: портативные радиостанции, медицинское оборудование, профессиональные видео камеры и электроинструмент.

Никель Металл Гидридные (NiMH) – дают небольшое увеличение емкости по сравнению с NiCd за счет уменьшения количества циклов заряд/разряд и низкого тока нагрузки. Области применения: портативные компьютеры и сотовые телефоны.

Кислотные (Sealed Lead Acid – SLA) – наиболее экономичное решение для приложений где масса не имеет решающего значения. Области применения : медицинское оборудование, UPS, аварийное освещение.

Литий Ионные (Lilon) – очень нежные, требующие систему защиты.

Применяются там где требуется максимальная плотность энергии (емкость/масса) и цена имеет второстепенное значение. Области применения: портативные компьютеры, видео камеры, сотовые телефоны, военные системы коммуникаций.

Литий Полимерные (Li-polimer) – находятся в процессе разработки. Потенциально менее дорогие чем, Lilon. Обеспечивают большую плотность энергии и низкий ток саморазряда, но применимы только в приборах с малым потреблением энергии. Малое количество циклов заряд/разряд компенсируется малым током саморазряда. Идеально подходят для бытовой аппаратуры.

Ниже приводится сравнение наиболее распространенных 5-ти типов аккумуляторов.

	NiCd	NiMH	SLA	Li-ion	Li-Polimer
Плотность энергии (Втч/кг)	40-60	60-80	30	100	150-200
Число рабочих циклов (уменьшение емкости до 80%)	1500 ¹	500 ²	200-500 ²	500-1000 ²	100-150 ²
Минимальное время заряда, часов	1,5	2-4	8-16	3-4	8-15
Устойчивость к перезаряду	Средняя	Низкая	Высокая	Очень низкая	
Саморазряд за месяц	20% ³	30% ³	5%	10% ⁴	
Напряжение на ячейку	1,25В ⁵	1,25В ⁵	2,0В	3,6В	2,7В ⁶
Ток нагрузки	>2C	0,5-1C	0,2C	<1C	0,2C
Рабочие температуры⁸	-40-60°	-20-60°	-20-60°	-20-60°	
Периодичность обслуживания, дней	30	90	90-180		
Ориентировочная стоимость, USD	50	70	25	100	90
Стоимость одного цикла, USD	0,04	0,14	0,1	0,1-0,2	0,6

1. При условии правильного и регулярного обслуживания число рабочих циклов заряд/разряд может достигать 4000 против 1500 циклов гарантируемых производителем. Без проведения тренировочных циклов число рабочих циклов может уменьшиться в три раза.
2. Число рабочих циклов зависит от глубины разряда. Малая глубина разряда обеспечит больше циклов.
3. Саморазряд практически прекращается после первых 24 часов после полной зарядки аккумулятора. Саморазряд NiCd аккумуляторов составляет 10% в течение первых 24 часов, затем снижается до 10% в месяц. Саморазряд увеличивается при увеличении температуры.
4. Встроенная схема защиты потребляет около 3% в месяц.
5. 1.25В – значение напряжения одной ячейки, 1.2В – часто встречается в литературе и описаниях. Оба значения относятся к одному типу ячеек.
6. 2.5-3.0В в зависимости от материала положительного электрода.
7. Допускается кратковременный ток нагрузки до 1С.
8. Относится только к разряду; диапазон температур заряда более ограничен.

Замечание: Интересно отметить, что NiCd аккумуляторы имеют меньшее время заряда, больший ток нагрузки и минимальную стоимость цикла, но наиболее требовательны к регулярному обслуживанию.

Кто виноват и в чем секрет?

Можно ли утверждать, что время работы портативного оборудования питающегося от аккумуляторной батареи напрямую зависит от емкости (размеров) аккумулятора? Да, в большинстве случаев это так. Однако, применительно к сотовым телефонам цифровых стандартов, зависимость времени работы от объема запасенной в батарее энергии, может быть нелинейной.

В этой статье исследуются причины, из-за которых время работы портативной аппаратуры зачастую оказывается меньше указанного в инструкции, особенно при использовании аккумуляторов бывших некоторое время в употреблении:

- причины уменьшения емкости батареи и действия, необходимые для ее восстановления;
- внутреннее сопротивление аккумулятора и его влияние на время работы;
- саморазряд и причины отключения портативного оборудования при *заряженной* батарее.

Малая емкость

Объем энергии, запасаемой батареей (емкость), постепенно сокращается в процессе использования, старения, и неправильного обслуживания. Новая батарея со 100% емкостью постепенно теряет первоначальную емкость и по достижении значений емкости в 70 – 60% такую батарею желательно заменить. Как правило типовой порог работоспособности батареи в части емкости составляет 80%.

Общая емкость батареи может быть разделена на три воображаемые зоны:

1. Зона, содержащая энергию
2. Незаполненный объем, который можно дозарядить
3. «Камень» – часть батареи непригодная к использованию.

В никель-кадмиевых и металл-гидридных аккумуляторах «камень» именуется кристаллические формации (откуда и взят термин), не принимающие заряд. Иначе это явление называется «эффектом памяти».

Потери емкости у литиевых батарей происходят из-за окисления и коррозии электродов, происходящих в процессе старения. Причем старение может быть вызвано не только временем, но и неправильной эксплуатацией.

Потеря емкости у кислотных аккумуляторов происходит из-за сульфации – формирования тонкого слоя солей на пластинах батареи.

Емкость никель-кадмиевых и металл-гидридных батарей, как правило, можно восстановить путем тренировки, то есть проведением нескольких циклов заряд/разряд.

На данный момент существуют методы более эффективные нежели простое проведение циклов заряд/разряд. Один из них заключается в том что, разряд батареи происходит в два этапа: сначала батарея разряжается номинальным током до 1В на ячейку, а затем происходит медленный разряд ячеек практически до нуля. Этот метод применяется для разрушения кристаллических формаций и восстановления первоначальной структуры ячеек. Применяя этот метод восстановления, разработанный фирмой Cadex, можно восстановить, от 60% до 70% батарей направляемых на утилизацию до их первоначальной емкости. Все же необходимо отметить, старая восстановленная батарея может иметь высокий ток саморазряда, возникающий из-за повреждений сепаратора отдельных ячеек.

Анализатор C7000 автоматически включает цикл восстановления, если батарея в процессе тестирования/тренировки не достигает емкости определенной пользователем. По умолчанию емкость установлена на 80%. Батареи не соответствующие этому параметру по емкости автоматически восстанавливаются. Если емкость батареи не поднимается до 80% от номинала после проведения цикла восстановления, рекомендуется заменить батарею.

Потери емкости Li-ионных батарей состоит из двух типов потерь – обратимых и необратимых. Оптимальные пути восстановления обратимых потерь, вероятно, будут разработаны в самом ближайшем будущем. На данный момент не существует достаточно надежного метода восстановления Li-ионных аккумуляторов. На данном этапе, обслуживание Li-ионные батарей с помощью C7000 производится для определения некондиционных батарей, вышедших из строя или брака в новой партии.

Показатель восстановления батарей SLA достигает невысокого значения, порядка 15%. В отличие от основанных на никеле батарей, восстановление кислотных аккумуляторов производится не благодаря размельчению кристаллических образований, а на реактивации химических процессов. Причины, приводящие к потере емкости батарей это, как правило, длительное хранение в разряженном состоянии и неправильные методы подзарядки.

Высокое внутреннее сопротивление

Одна из основных характеристик батареи сотового телефона цифрового стандарта это внутреннее сопротивление. Внутреннее сопротивление по большому счету определяет производительность батареи. Если при работе с аккумулятором с высоким внутренним сопротивлением потребуется обеспечить большой ток нагрузки (что характерно для сотовых телефонов цифровых стандартов), то выходное напряжение аккумулятора будет падать за счет большого падения на внутреннем сопротивлении батареи. Поскольку потребление тока цифровыми сотовыми телефонами носит импульсный характер, то в пиковые моменты потребления тока напряжение аккумулятора может упасть до нижнего предела напряжения питания и телефон сообщит, что аккумулятор разряжен не смотря на то, что до полного разряда еще далеко. Более того, иногда можно наблюдать картину, когда телефон выдает сообщение о разряде батарей с полностью заряженным аккумулятором со 100% емкостью. Батарея с высоким внутренним

сопротивлением может нормально функционировать при небольшой DC нагрузке аналогичной нагрузке карманного фонарика или портативного CD проигрывателя. С подобной нагрузкой основная часть заряда батареи будет использована, так как высокое внутреннее сопротивление не играет особой роли в данном случае.

Рост внутреннего сопротивления у батарей разного типа химии вызван разными причинами. У никель-кадмиевых и металл-гидридных аккумуляторов он напрямую связан с эффектом памяти.

Рекомендуется раз в месяц проводить циклы тренировки или хотя бы полностью разряжать никель-кадмиевые и металл-гидридные аккумуляторы. Если подобное обслуживание не проводится в течение четырех месяцев, емкость аккумулятора может упасть на треть или более, при этом восстановление подобного аккумулятора сильно затрудняется. Регулярно проводимые циклы тренировок понижают внутренне сопротивление батареи.

Однако, не рекомендуется полностью разряжать батарею перед **каждой** подзарядкой, как это делают некоторые зарядные устройства, т.к. это приводит к преждевременному изнашиванию ячеек и уменьшению срока службы аккумулятора. Так же не рекомендуется оставлять батарею в зарядном устройстве после подзарядки.

В отличие от других типов химии, батарея Li-Ion не требует регулярного обслуживания, циклы тренировки и восстановления слабо влияют на срок службы аккумулятора. Внутреннее сопротивление этих аккумуляторов растет в связи с необратимой коррозией электродов. Нужно заметить, что эта батарея гораздо сильнее подвержена старению и необратимо теряет часть емкости в процессе хранения даже в идеальных условиях на складе. Поэтому, приобретая новую Li-Ion батарею, покупатель должен четко знать дату ее выпуска. К сожалению, многие производители зачастую кодируют дату выпуска батареи в серийном номере, делая ее недоступной обычному пользователю. Циклы восстановления практически не влияют на показатель внутреннего сопротивления, т.к. процессы окисления повышающие внутреннее сопротивление не обратимы.

Будучи значительно дороже, по сравнению с аналогичными батареями NiCd и NiMH, аккумулятор Li-Ion рекомендуется в первую очередь для интенсивного использования. Срок службы литиевых аккумуляторов составляет 2 года, а ресурс около 1000 циклов заряд/разряд. Этот тип аккумуляторов не рекомендуется экономным пользователям, использующим сотовый телефон от случая к случаю, из за их высокой стоимости и короткого срока эксплуатации.

Методы измерения внутреннего сопротивления.

Существует несколько способов измерить внутреннее сопротивление батареи.

Один из самых распространенных - метод постоянной нагрузки заключающийся в измерении падения напряжения относительно номинального напряжения батареи в процессе ее разряда. Падение напряжения, деленное на ток, дает внутреннее сопротивление.

Метод переменного тока, так же известный как тест проводимости, измеряет электрохимические характеристики батареи при воздействии на нее переменного тока. Дефекты батареи вызывающие потерю емкости влияют на проводимость аккумулятора, что считывается измерителем.

CADEX применяет импульсный метод, именуемый Ом-тест, позволяющий измерить внутреннее сопротивление батареи за 5 секунд и не требующий разряда батареи. Некоторое количество импульсов заряд/разряд позволяет произвести измерение, основываясь на изменении напряжения.

Этот метод наиболее удобен как обычному пользователю, так и оптовому продавцу для быстрой проверки большого количества аккумуляторов.

Высокий ток саморазряда

Ток саморазряда – это параметр присущий аккумуляторным батареям любого типа. Аналогично сжатой пружине, батарея стремится вернуться в разряженное состояние.

NiCd и NiMH батареи обладают наиболее высоким током саморазряда в сравнении с другими типами батарей. NiCd батарея теряет в среднем 10% заряда в течение первых 24 часов после окончания заряда. По прошествии одних суток потеря емкости составляет порядка 10% месяц.

Ток саморазряда Li-Ion аккумуляторов значительно меньше, чем у никель-кадмиевых батарей. В среднем потеря емкости за счет саморазряда для Li-Ion составляет 3 – 5% в течение первых 30 дней, затем эта величина падает до 1 – 3% в месяц. Дополнительно к этому, электронная схема защиты, встроенная в Li-Ion аккумулятор, может потреблять до 3% емкости в месяц. Наилучшими показателями обладают кислотные аккумуляторы. Хороший кислотный аккумулятор разряжается в среднем на 5% в месяц или 50% за год. Необходимо заметить, что эти аккумуляторы обладают наихудшими массо-энергитическими показателями, что делает их непригодными к использованию в портативном оборудовании. Как правило эти аккумуляторы используются в стационарном оборудовании, где масса не играет решающей роли.

При повышении температуры, ток саморазряда увеличивается у всех типов аккумуляторов. Считается, что при повышении температуры на 10°C ток саморазряда увеличивается вдвое. Например, потери энергии очень велики у батареи оставленной в закрытом автомобиле жарким летом. Выглядит впечатляюще, когда в течении суток батарея, за счет саморазряда теряет больше энергии, чем от использования.

Ток саморазряда постепенно увеличивается с возрастом батареи и количеством отработанных циклов заряд/разряд. К примеру, возрастающий ток саморазряда делает непригодной к использованию NiMH батарею после 300-400

циклов заряд/разряд а NiCd - после 1000 циклов. Ток саморазряда в гораздо меньшей степени зависит от произведенных циклов заряд/разряд у батарей Li-Ion и SLA типов химии.

Саморазряд, может происходить из-за повреждения сепаратора, когда формации слипшихся кристаллов пробивают его. Причинами этого являются неправильное обслуживание, его отсутствие или применение некачественных зарядных устройств. Другая причина, вызывающая потерю заряда, это истощение ресурса батареи и/или ее старость. У изношенной батареи пластинки электродов разбухают, слипаясь, друг с другом, что приводит к повышению тока саморазряда.

Проведение циклов заряд/разряд или процедура восстановления не помогут в этом случае, единственной альтернативой остается заменить поврежденные ячейки для сохранения самой батареи.

Саморазряд может быть вычислен с помощью анализатора аккумуляторных батарей по следующему алгоритму:

1. Батарея полностью заряжается и измеряется ее емкость (разряжается номинальным током и измеряется время разряда).

2. Батарея заново заряжается и «отдыхает» в течение 24 часов, после чего измеряется емкость.

Более точные показатели величины саморазряда могут быть получены, если оставить батарею «отдыхать» на 72 часа или более. Большой период «отдыха» компенсирует относительно высокий саморазряд в первые сутки после полной зарядки батареи. После 72 часов потеря емкости не должна превышать 15 – 20%. Наиболее точные результаты величины саморазряда могут быть получены после семи дней «отдыха».

Диапазон напряжений питания.

Любая грамотно разработанная портативная техника должна быть рассчитана на использование полного объема энергии батареи. Это означает, что если в процессе разряда батарея обеспечивает напряжение в диапазоне 6В - 7.5В, то и питаемое ей устройство должно быть рассчитано на этот диапазон напряжений. Тем не менее, порог напряжения питания в технике некоторых хорошо известных на рынке производителей, значительно выше, чем минимальное напряжение в батарее (в рассматриваемом случае это производители сотовых телефонов).

К примеру, минимальное напряжение питания определенной модели сотового телефона равняется 3.3В. Li-Ion батарея поставляемая с этим телефоном разряжается до 3В и менее. Порог в 3.3В отключает питание телефона тогда как остаточная емкость батареи составляет 30%. Если бы порог минимального напряжения питания телефона был установлен в 3В или менее, это бы позволило увеличить время работы телефона на одном заряде на 30%.

Другой еще более печальный пример относится к модели телефона известного производителя рассчитанного на питание от NiCD и NiMH батарей. Этот телефон отключает батарею при падении напряжения до 5.7В, тогда как батарея рассчитана на разряд до 5В. Используя анализатор аккумуляторных батарей можно определить, что батарее, которую телефон считает полностью разряженной, сохраняет до 60% емкости.

Можно сказать, что проблема завышенного порога отключения питания в большей степени касается разработчика оборудования, чем проблем пользования аккумулятора. Но пока производитель решает эту проблему, подобное оборудование будет появляться на рынке и соответственно покупаться. Необходимо обратить внимание возможного пользователя на то, что сотовый телефон с завышенным порогом отключения питания еще более требователен к аккумуляторной батарее, ведь его успешная эксплуатация возможна только при использовании качественной батареи с высоким максимальным напряжением.

Причины пониженного, относительно номинала, напряжения у аккумуляторных батарей это:

1. Короткое замыкание в ячейках батареи
2. Эффект памяти (встречается только у никелевых аккумуляторов при отсутствии правильного обслуживания).
3. Повышение температуры так же может привести к понижению напряжения на батарее. Эффект понижения напряжения в этом случае временный, напряжение вернется к номинальному когда батарея остынет.

Вывод

В заключении можно сказать следующее: состояние аккумулятора необходимо оценивать комплексно. Как минимум по трем параметрам: внутреннему сопротивлению, емкости и току саморазряда. Заключившись на какой-либо одной величине, как правило, емкости, можно поставить себя в неудобное положение, поскольку Ваша оценка работоспособности аккумулятора будет далека от реальной картины. Поэтому, если есть возможность, не стоит пытаться сэкономить на времени тестирования и "таинственные" выходы батарей из строя сведутся к минимуму.

Саморазряд аккумуляторной батареи

Причины и условия

Ток саморазряда – это параметр присущий аккумуляторным батареям любого типа. Аналогично сжатой пружине, батарея стремится вернуться в разряженное состояние. Ток саморазряда в некоторой степени зависит от производителя, то есть от качества использованных материалов и технологического процесса.

Ток саморазряда в нормальной ячейке обуславливается выделением кислорода на положительном электроде. Этот процесс еще больше усиливается при повышенной температуре. Хотя некоторые производители добились снижения тока саморазряда, в большей степени он зависит от типа и конструкции батареи.

График тока само разряда не линеен и достигает максимального значения сразу после окончания заряда, когда батарея полностью заряжена. Высокопроизводительные батареи с увеличенной площадью электродов и высокопроводящим электролитом подвержены саморазряду в большей степени, чем менее производительные модели.

NiCd и NiMH батареи обладают наиболее высоким током саморазряда в сравнении с другими типами батарей. NiCd батарея теряет в среднем 10% заряда в течение первых 24 часов после окончания заряда. По прошествии одних суток потеря емкости составляет порядка 10% месяц. Старая батарея или батарея хранящаяся в условиях повышенной температуры – более 33°C, имеют заметно больший ток саморазряда. Так, при повышении температуры на 10°C ток саморазряда может увеличиться вдвое. Необходимо принимать во внимание, что батарея может выработать свой ресурс из-за бессмысленного саморазряда.

Потеря емкости может происходить из-за повреждения сепаратора, когда формации слипшихся кристаллов пробивают его. Сепаратором принято называть тонкую пластину, разделяющую положительный и отрицательный электроды. Поврежденный сепаратор невозможно восстановить проведением циклов заряд/разряд. Внешние силы, наносящие вред сепаратору - это неконтролируемый рост кристаллов, вызываемый неправильным обслуживанием, его отсутствием или применением несоответствующих или некачественных зарядных устройств.

Другая причина, вызывающая потерю заряда, это истощение ресурса батареи и или ее старость. У изношенной батареи пластинки электродов разбухают, слипаясь, друг с другом, что приводит к повышению тока саморазряда. Этого можно избежать, нанося меньше активного материала на пластинки электродов при производстве. В этом случае ухудшается емкость, но улучшаются показатели расширения/сжатия пластин при заряде/разряде, характеристики нагрузки и увеличивается ресурс – количество циклов заряд/разряд.

Ток саморазряда может быть вычислен с помощью анализатора аккумуляторных батарей по следующему алгоритму:

1. Батарея полностью заряжается и измеряется ее емкость.
2. Батарея заново заряжается и «отдыхает» в течение 24 часов, после чего измеряется емкость.

Потеря 10% емкости за первые сутки при комнатной температуре является нормой для NiCd батареи, при повышенной температуре можно ожидать 15-20%. Если потери достигнут 30% емкости за первые сутки при комнатной температуре, то такую батарею необходимо заменить. Проведение циклов заряд/разряд не помогут в этом случае, единственной альтернативой остается заменить поврежденные ячейки для сохранения самой батареи.

Более точные показатели величины тока саморазряда могут быть получены, если оставить батарею «отдыхать» на 72 часа или более. Большой период «отдыха» компенсирует относительно высокий саморазряд немедленно после полной зарядки батареи. После 72 часов потеря емкости не должна превышать 15 – 20%. Наиболее надежные результаты величины тока саморазряда могут быть получены после семи дней «отдыха».

Хороший кислотный аккумулятор разряжается в среднем на 5% в месяц или 50% за год. Сильный разряд и последующий заряд, увеличивает ток саморазряда, так как электролит проникает в сепаратор и формирует кристаллы аналогично NiCd.

Li-Ion аккумулятор разряжается на 3 – 5% в течение первых 30 дней, затем величина тока саморазряда падает до 1 – 3% в месяц. Дополнительно к этому, электронная схема защиты, встроенная в Li-Ion аккумулятор, может потреблять до 3% в месяц.

Емкость против внутреннего сопротивления.

В мире современного портативного оборудования основной тенденцией разработки аккумуляторных батарей является уменьшение габаритов при увеличении емкости аккумулятора. В результате, на рынке появляются аккумуляторы, ячейки которых при минимальном занимаемом объеме обладают максимально большой энергоемкостью. На самом деле требования миниатюризации заставляют производителей идти на компромисс между отношением емкость/габариты и долговечностью, так как завышение емкости батареи приводит к уменьшению срока службы, количества возможных циклов заряд/разряд и ухудшению нагрузочных характеристик.

Проблемы использования аккумуляторных батарей на сотовых телефонах GSM стандарта.

С переходом сотовой телефонии от аналоговых стандартов к цифровым, к батарее предъявляются новые требования. В отличие от аналогового сотового телефона, потребляющего стабильный ток, у сотового телефона цифрового стандарта типа GSM график потребления тока представляет последовательность коротких мощных импульсов, в несколько раз превышающих номинальный ток разряда батареи.

Эти особенности накладывают дополнительные условия на рабочие характеристики аккумуляторов.

Одна из основных характеристик аккумуляторной батареи это ее внутреннее сопротивление. Внутреннее сопротивление, по сути, является регулятором, определяющим время работы телефона от данной батареи. Высокое внутреннее сопротивление вызывает большое падение напряжения на самом аккумуляторе и преждевременно включает сигнализацию «батарея разряжена». Особенно важным этот параметр становится при больших токах потребления, то есть в рассматриваемом нами случае.

Как часть проводимой на CADEX программы по выбору наилучшего типа аккумулятора для сотовых телефонов, проводилось тестирование батарей различных типов химии в режиме эмуляции потребления цифрового сотового телефона стандарта GSM. Графики 1,2,3.

Обратите внимание на разницу в показаниях внутреннего сопротивления у батарей разных типов химии. Эти показания вполне типичны для среднестатистических батарей соответствующего типа.

У Li-Ion внутреннее сопротивление составило 320 мОм, у NiMH – 778 мОм и 155 мОм у NiCd. Из графика видно, что время функционирования батарей (время разговора на одном заряде) зависит от внутреннего сопротивления и величины тока разряда C.

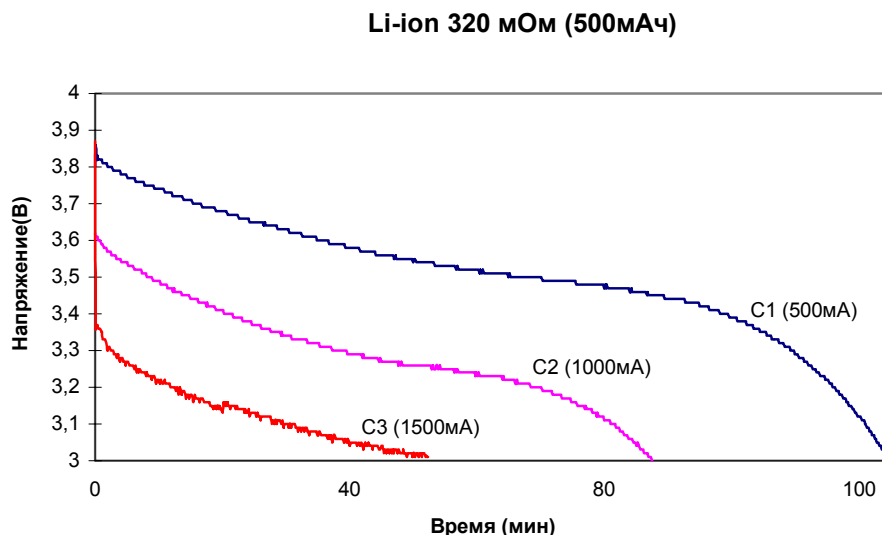


График 1: Разряд Li-ion батареи в 1C, 2C и 3C в эмуляции потребления сотового телефона GSM стандарта. Емкость батареи 94%, внутреннее сопротивление 320мОм.

NiMH 778 мОм (500мАч)

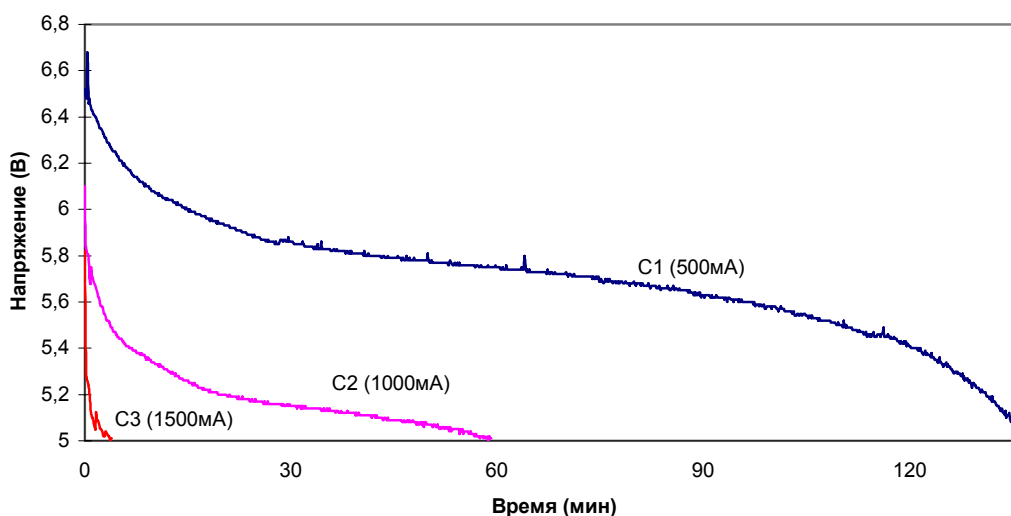


График 2: Разряд NiMH батареи в 1С, 2С и 3С в эмуляции потребления сотового телефона GSM стандарта. Емкость батареи 107%, внутреннее сопротивление 778мОм.

NiCd - 155 мОм (550мАч)

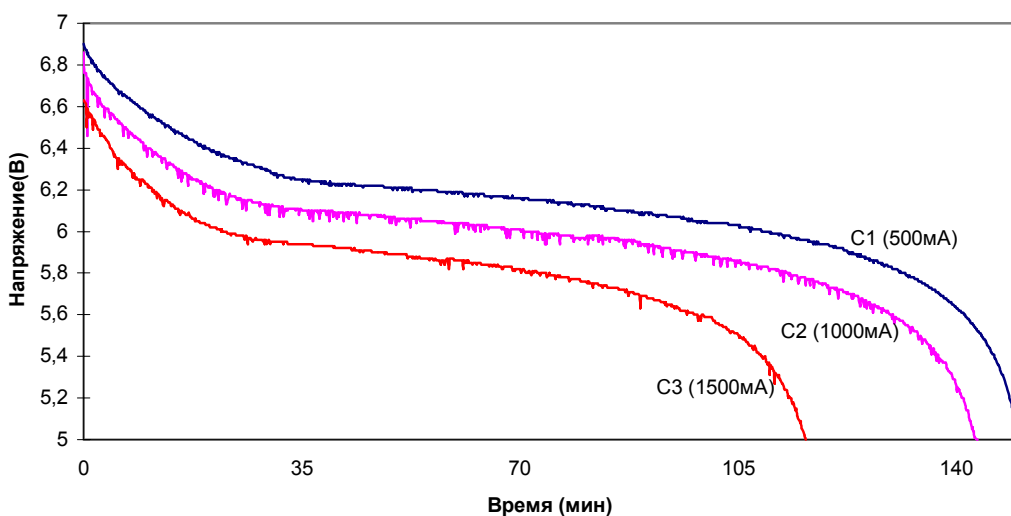


График 3: Разряд NiCd батареи в 1С, 2С и 3С в эмуляции потребления сотового телефона GSM стандарта. Емкость батареи 113%, внутреннее сопротивление 155мОм.

Из графиков видно, что время работы аккумулятора напрямую зависит от внутреннего сопротивления. Следовательно, залогом успешной работы телефона является выбор аккумулятора с наименьшим внутренним сопротивлением. Альтернативным методом повышения эффективности аккумулятора можно считать применение аккумулятора большей емкости (батарея тяжелее и объемнее) с номинальным током 1000мА вместо обычной малогабаритной батареи в 500мА. Таким образом ток разряда в 1.5А или 3С на обычной батарее, с использованием батареи в 1000мА становится 1.5С. Отрицательная черта – NiCd или NiMH большей емкости, как правило не разряжается в течении дня и вечером ставится на подзарядку, что приводит к ускорению формирования эффекта памяти.

Выбор наилучшей батареи для сотового телефона цифрового стандарта.

При приобретении новой батареей, покупателю, как правило, предложат на выбор батареи нескольких типов химии. Обычно, телефонные аппараты последних моделей комплектуются батареями NiMH или Li-Ion, тогда как модели производимые ранее – NiCd. Продавец, вероятно, предложит батарею наибольшей емкости и посоветует не брать NiCd из-за эффекта памяти. Так как Li-Ion батарея малодоступна рядовому пользователю из-за высокой стоимости, он выберет NiMH аккумулятор – сравнительно недорогой, легкий и малогабаритный, обладающий высокой энергоемкостью.

На первый взгляд, весьма неплохой выбор, но последующие сравнения доказывают, что другие типы аккумуляторов могли послужить лучше:

NiCd и NiMH

У обладающей хорошими рабочими характеристиками NiMH батареи после проведения 300 циклов заряд/разряд проявляется потеря емкости и, что еще важнее, резко повышается значение внутреннего сопротивления. Для сравнения у NiCd значение внутреннего сопротивления практически не изменяется даже после 1000 циклов.

Батареи NiCd и NiMH необходимо регулярно обслуживать для предотвращения возникновения эффекта памяти и увеличения срока службы. Возникновение и рост кристаллических формаций, приводящих к потерям емкости, обусловлено никелевой пластинкой присутствующей в обоих типах аккумуляторов. Необходимо отметить, что эффект памяти менее заметен у батарей NiMH из-за более короткого срока службы.

Рекомендуется раз в месяц проводить циклы тренировки или хотя бы полностью разряжать никелевые аккумуляторы. Если подобное обслуживание не проводится в течение четырех месяцев, емкость аккумулятора может упасть на треть или более, при этом восстановление подобного аккумулятора сильно затрудняется.

Не рекомендуется полностью разряжать батарею перед **каждой** подзарядкой, как это делают некоторые зарядные устройства, т.к. это приводит к преждевременному изнашиванию ячеек и уменьшению срока службы аккумулятора. Так же не рекомендуется оставлять батарею в зарядном устройстве после подзарядки.

Li-ion

В отличие от других типов химии, батарея Li-Ion не требует регулярного обслуживания, циклы тренировки и восстановления слабо влияют на срок службы аккумулятора. Такая батарея компактна, легка и обладает большей емкостью чем NiCd или NiMH. Нужно заметить, что эта батарея гораздо сильнее подвержена старению и необратимо теряет часть емкости в процессе хранения даже в идеальных условиях на складе. Поэтому, приобретая новую Li-Ion батарею, покупатель должен четко знать дату ее выпуска. К сожалению, многие производители зачастую кодируют дату выпуска батареи в серийном номере, делая ее недоступной обычному пользователю.

Будучи значительно дороже, по сравнению с аналогичными батареями NiCd и NiMH, аккумулятор Li-Ion рекомендуется в первую очередь для интенсивного использования. Как правило, около 500 циклов заряд/разряд могут быть произведены в ограниченный срок службы период (два года). Этот тип аккумуляторов не рекомендуется экономным пользователям, использующим сотовый телефон от случая к случаю, из-за высокой стоимости и малого срока эксплуатации.

В таблице 3 приведены показатели плотности энергии и внутреннего сопротивления у батарей трех различных типов химии. Для упрощения расчетов все аккумуляторы на 3,6В.

	Литий Ион (Li-ion) 3.6В	Никель Металлгидрид (NiMH), 3.6В	Никель Кадмий (NiCd), 3.6В
Энергоемкость	6.5 Втч	5.5Втч	4 Втч
Среднее внутреннее сопротивление	150-250 мОм	200-300 мОм	100-200 мОм
Потеря емкости за месяц (Саморазряд)	10%	30%	20%
Среднее количество циклов заряд/разряд	500 или 2 года	500	1500

Хотя, общее потребление энергии сотового телефона цифрового стандарта меньше чем у аналогового сотового телефона, батарея цифрового телефона должна поставлять большие импульсы тока в несколько раз превышающие номинальный ток батареи.

Батарея с низким внутренним сопротивлением нормально выдерживает ток разряда в 3С. Батареи NiMH и Li-Ion стареющие или с высоким числом проведенных циклов заряд/разряд обладают слишком высоким внутренним сопротивлением. Поэтому нельзя с уверенностью утверждать, что подобные батареи будут удовлетворительно работать в сотовом телефоне цифрового стандарта.

Методы измерения внутреннего сопротивления.

Существует несколько способов измерить внутреннее сопротивление батареи.

Один из самых распространенных - метод постоянной нагрузки заключающийся в измерении разницы между падением напряжения на аккумуляторе и его номинальным напряжением в процессе разряда. Падение напряжения, деленное на ток разряда, дает внутреннее сопротивление.

Метод переменного тока, так же известный как тест проводимости, измеряет электрохимические характеристики батареи при воздействии на нее переменного тока. Дефекты батареи вызывающие потерю емкости влияют на проводимость аккумулятора, что считывается измерителем.

CADEX применяет импульсный метод именуемый Ом-тест, позволяющий измерить внутреннее сопротивление батареи за 5 секунд и не требующий разряда батареи. Последовательность импульсов заряда и разряда позволяет произвести измерение, основываясь на изменении напряжения.

Этот метод наиболее удобен как обычному пользователю, так и оптовому продавцу для быстрой проверки большого количества аккумуляторов.

Необходимо отметить, что Ом-тест не предоставляет достоверной информации о емкости аккумулятора и его дефектах. Показания Ом-теста зависят от типа химии, емкости ячеек, типа ячеек, количества ячеек, количества ячеек подключенных последовательно, разводки и типа контактов. Для проведения теста требуется надежное подключение и хороший контакт, иначе показания теста будут завышены. Нельзя использовать контакты типа «крокодилы» и длинные провода. Для получения верного результата батарея должна быть заряжена как минимум на 50%.

Для увеличения достоверности результатов, рекомендуется измерить внутренне сопротивление заведомо хорошей батареи и использовать его как эквивалент для сравнения при тестировании данного типа батарей. Следующие усредненные показатели можно использовать как эквивалент для большинства батарей сотовых телефонов цифрового стандарта.

150mΩ / 3.6V или меньше	Соответствует/превосходит спецификацию
150-250mΩ / 3.6V	Хорошо
250-350mΩ / 3.6V	Удовлетворительно
350-500mΩ / 3.6V	Плохо
Более 500mΩ / 3.6V	Неработоспособна

Обратите внимание, что напряжение батареи указано вместе со значением внутреннего сопротивления. Чем выше напряжение батареи, тем меньше потребность в силе тока. Теоретически, у батареи напряжением 7.2В, показатели внутреннего сопротивления могут быть в два раза больше чем у батареи с напряжением в 3.6В, т.к. сила тока будет в два раза меньше. При этом время работы у обеих батареях будет одинаковым.

Высокое внутреннее сопротивление NiCd аккумулятора может быть вызвано эффектом памяти. С помощью восстановительных программ анализатора CADEX C7000 внутреннее сопротивление NiCd батареи может быть уменьшено в 2 – 3 раза. Очень часто NiCd батареи восстанавливаются полностью или даже превосходят по своим характеристикам аналогичные новые батареи.

ВЫВОД

Не отрицая высоких рабочих характеристик Li-ion и NiMH батарей, хочется заметить, что скоростной отказ от эксплуатации NiCd является несколько опрочечивым. Видя в первую очередь малую энергоемкость этих батарей, пользователи упускают целый ряд неоспоримых достоинств, а именно: низкая стоимость, хорошие нагрузочные характеристики, долговечность и хорошая восстанавливаемость. В свете повышения требований к параметрам элементов питания для мобильной связи, можно утверждать, что для NiCd батарей еще найдется достойное применение.

Особенности эксплуатации литиевых аккумуляторов.

Не так давно никель-кадмиевые (NiCd) аккумуляторы были единственными батареями, пригодными для применения в сотовых телефонах, ноутбуках и видеокамерах. На данный момент, благодаря появлению литиевых (Li-ion) аккумуляторов, стало возможным повысить отношение емкость/масса вдвое, по сравнению с традиционными NiCd.

Означает ли это, что литиевые аккумуляторы вытеснят с рынка никель-кадмиевые? Можно уверенно сказать, что нет. Как водится, решение одной проблемы повлекло за собой возникновение сразу нескольких новых.

По сравнению с проверенными и надежными NiCd, Li-ion аккумуляторы являются более хрупкими и требуют встроенных защитных цепей для безопасной эксплуатации. У Li-ion аккумуляторов обязательно должен быть ограничен ток, отдаваемый в нагрузку, а параметры заряда должны соответствовать жестким стандартам. Кроме этого, Li-ion аккумуляторы имеют ограниченный срок службы, вне зависимости лежали они на складе, или эксплуатировались. Заметное ухудшение параметров батареи происходит через год, а типовое время эксплуатации составляет два года с момента производства.

С другой стороны, к несомненным достоинствам этих батарей, помимо улучшения массогабаритных показателей, следует отнести отсутствие у них эффекта памяти. Кроме того, саморазряд Li-ion вдвое меньше, чем у NiCd.

Типы Li-ion аккумуляторов.

Существует два основных типа литиевых батарей: коксовые литиевые батареи, разработанные фирмой Sony и графитовые литиевые батареи. Последние выпускаются большинством производителей.

Как видно из рис.1, графитовые электроды характеризуются более плавной кривой разряда по сравнению с коксовыми и резким "обвалом" напряжения в конце рабочего диапазона. Предельным напряжением разряда для графитовых батарей является 3В на ячейку, а у коксовых – 2.5В. Кроме того, графитовые аккумуляторы обеспечивают более высокий ток разряда и меньше нагреваются.

То, что графитовые батареи имеют достаточно высокое пороговое напряжение разряда, дает определенные преимущества, поскольку разброс напряжений при разряде получается меньшим, чем у коксовых батарей. Это упрощает задачу построения схемы питания телефона. Большинство современных сотовых телефонов питаются от одной графитовой ячейки.

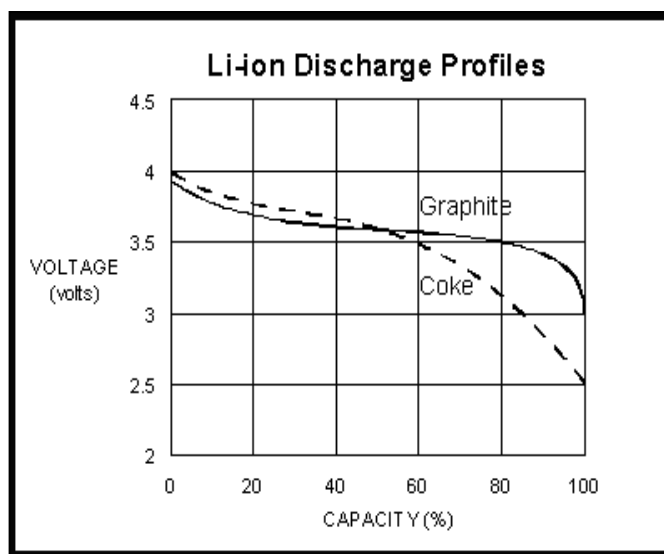


Рис.1 Графики разряда Li-ion аккумуляторов

Заряд Li-ion батарей.

Зарядное устройство для Li-ion батарей с ограничением напряжения сходно с зарядным устройством для кислотных аккумуляторов. Различия заключаются в более высоком напряжении ячейки, жестких допусках на напряжение и отсутствием тока поддерживающего заряда после зарядки аккумуляторов.

Если в зарядных устройствах для кислотных аккумуляторов допустимо достаточно вольное обращение с допусками на пороговые напряжения прекращения заряда, то для Li-ion точность установки напряжений должна составлять $\pm 0.05V$ на ячейку. Пороговое напряжение зарядки для Li-ion аккумуляторов с графитовыми электродами составляет 4.2В, а для коксовых – 4.1В.

Поскольку повышение напряжения увеличивает емкость, то в интересах производителя устанавливать максимальное значение порога, разумеется, учитывая безопасность эксплуатации. С другой стороны увеличение напряжения заряда влечет за собой увеличение коррозии элементов и сокращение срока службы аккумуляторов. Для уменьшения коррозии элементов ток заряда ограничивается, как только напряжение на заряжаемом аккумуляторе достигает предельного значения.

При заряде Li-ion аккумуляторов на анализаторе батарей очень важно корректно установить значение напряжения ячейки. Однако это может стать проблемой, поскольку многие производители не указывают на аккумуляторе ее тип (графит или кокс). При некорректной установке напряжения могут иметь место следующие неприятные эффекты: графитовые аккумуляторы будут перезаряжены до 4.2В, вместо 4.1В, а у коксовых окажется заниженным значение емкости в связи с прекращением разряда на 3В, вместо 2.5В.

При условии ограничения температуры аккумулятора, повреждения от превышения напряжения заряда будут не очень серьезными и выразятся в усилении коррозии, что приведет к сокращению срока эксплуатации элементов.

В таблице 1 приведены значения параметров заряда и разряда для Li-ion аккумуляторов различных типов.

	Коксовые	Графитовые
Предельное напряжение заряда	4.2В	4.1В
Предельное напряжение разряда	2.5В	3.0В
Производитель	Sony, Asahi-Toshiba	Sanyo, Panasonic, Hitachi, Maxell, Saft

Таблица 1

Время заряда Li-ion батареи при номинальном зарядном токе 1С составляет 3 часа. При этом батарея в процессе заряда не нагревается. Критерием окончания заряда является достижение порогового значения напряжения заряда и уменьшение зарядного тока до 3% от номинального значения (0.03С).

Повышение зарядного тока ощутимого уменьшения времени заряда не дает. Это объясняется тем, что хотя пороговое напряжение достигается быстрее, последующая фаза уменьшения зарядного тока замедляется (см. рис.2).

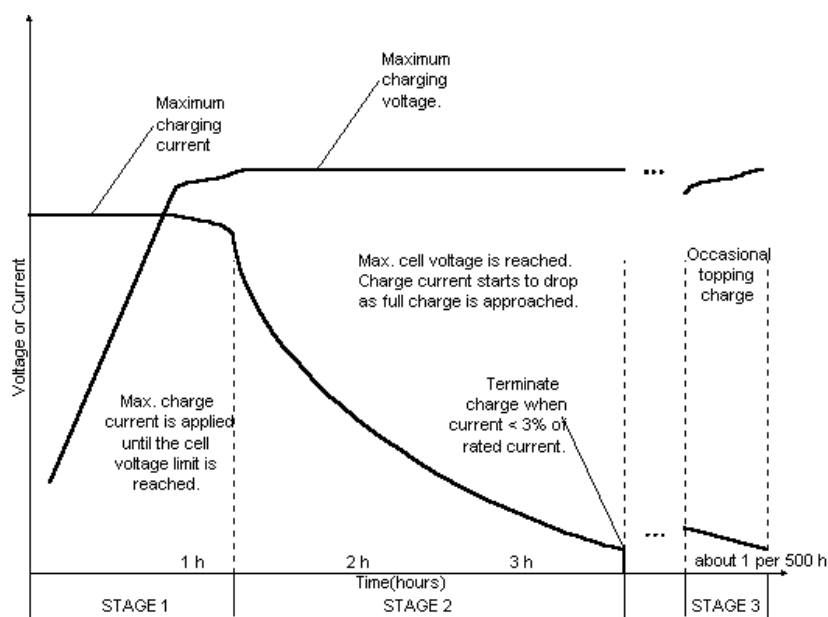


Рис 2. Стадии заряда Li-ion аккумуляторов.

Существуют быстрые зарядные устройства, сокращающие время заряда аккумуляторов до 1 часа. За это ускорение процесса приходится платить емкостью: для сокращения времени заряда игнорируется стадия 2, и аккумулятор объявляется заряженным сразу по достижении порогового напряжения. Емкость аккумулятора, заряженного в быстром зарядном устройстве, составляет около 70% от номинала.

Полностью заряженные Li-ion аккумуляторы не требуют поддерживающего заряда в связи с малым саморазрядом и опасностью перезарядки. Более того, применение поддерживающего заряда может вызвать повреждение элементов. Вместо этого для Li-ion аккумуляторов применяют периодический кратковременный заряд для компенсации саморазряда и энергии, потребляемой внутренней схемой защиты. В зависимости от зарядного устройства периодичность этого компенсирующего заряда может меняться от раза в неделю, до раза в месяц.

Внутренние схемы защиты.

Li-ion аккумуляторы снабжены встроенными схемами защиты. Как правило, защитные цепи отключают аккумулятор от зарядного устройства при повышении напряжения на любой из ячеек выше 4.2В или повышении температуры ячейки выше 100°C. Кроме того встроенный датчик ограничивает зарядный ток при превышении внутреннего давления ячейки некоего критического значения. Схема контроля отключает батарею от нагрузки при выходе напряжения на контактах батареи за рамки предельных верхнего и нижнего значений.

Некоторые аккумуляторы содержат схему защиты, которая работает как невозстанавливающийся предохранитель и рвет связь с нагрузкой при падении напряжения на ячейке ниже 2.5В. Это сделано во избежание попытки заряда такой батареи, поскольку заряд сильно разряженного Li-ion аккумулятора приводит к металлизации лития в связи с необратимыми изменениями электрохимической структуры.

Большинство производителей принципиально не поставляют Li-ion ячейки отдельно, а только укомплектованные встроенными схемами защиты. Эта мера необходима для безопасной эксплуатации аккумуляторов, поскольку неграмотное обращение с ними (что, увы, не редкость) может вызвать опасный перегрев и даже воспламенение, а материалы, используемые в производстве Li-ion аккумуляторов, являются токсичными.

Наиболее неприятной является ситуация, когда в результате мощного разряда статического напряжения или некачественного зарядного устройства выходит из строя защитная схема, отключающая выходные контакты батареи. Такое повреждение часто приводит к "залипанию" внутреннего предохранителя в положении "Включено". Такие аккумуляторы эксплуатировать крайне нежелательно.

Анализаторы для литиевых аккумуляторов.

У большинства пользователей анализатор аккумуляторов ассоциируется исключительно с устранением эффекта памяти. В связи с этим у многих возникает вопрос: "Зачем нужен анализатор для литиевых батарей, которые эффекту памяти не подвержены?"

В случае невозстанавливаемых батарей анализатор нужен, во-первых, для предварительной выбраковки некондиционных аккумуляторов, не соответствующих спецификации производителя, а во-вторых, для своевременного определения аккумуляторов, у которых в силу каких-либо причин в процессе эксплуатации параметры "ушли" настолько, что аккумулятор может подвести в любой момент. Классический пример: пользователь эксплуатирует литиевый аккумулятор с малой интенсивностью, используя за день 50 и менее процентов емкости. В конце концов, просто в результате старения, емкость аккумулятора понизится настолько, что она окажется слишком мала при незапланированном повышении нагрузки. В результате, лишенный данных о текущем состоянии аккумулятора, пользователь может в любой момент оказаться с

неработающим телефоном или ноутбуком. То же самое можно сказать и о повышении внутреннего сопротивления аккумулятора в результате коррозии.

Поэтому важно периодически проводить профилактическое обслуживание литиевых батарей для того, чтобы знать, в каком состоянии находится батарея и чего от нее можно ожидать.

В подавляющем большинстве случаев пользователь не в состоянии самостоятельно оценить емкость и внутреннее сопротивление аккумулятора. В связи с этим обслуживание литиевых аккумуляторов является вовсе не лишним для сервис центров сотовых компаний, заботящихся о своем реноме.