



Варламов В. Р.

СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

СПРАВОЧНИК

***Электрохимические системы
и принципы работы ХИТ***

***Типоразмеры и конструкции
элементов, батарей и сборок***

***Рекомендации по
эксплуатации источников тока***

***Таблицы аналогов и данные
о возможных заменах***

ББК 31.251

В18

Варламов В. Р.

В18 Современные источники питания: Справочник. 2-е изд.,
испр. и доп. – М.: ДМК Пресс. – 224 с.: ил.

ISBN 5-94074-059-6

В книге рассмотрены все основные электрохимические системы гальванических и аккумуляторных элементов и батарей наиболее распространенных типоразмеров, используемых в аппаратуре бытовой электроники: плеерах, камкордерах, компьютерах, радиотелефонах, пультах дистанционного управления и т.д. Даны рекомендации по областям их применения, стоимости и возможным заменам.

Книга рассчитана на широкий круг читателей: радиолюбителей, студентов вузов и техникумов, дистрибьютеров и дилеров, занимающихся распространением малогабаритных элементов питания.

ББК 31.251

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-94074-059-6

© Варламов В. Р.

© ДМК Пресс

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
--------------------------	---

ВВЕДЕНИЕ	8
-----------------------	---

ГЛАВА 1

ПЕРВИЧНЫЕ ХИТ (ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ)	21
---	----

Краткая ретроспектива развития первичных ХИТ	22
--	----

Принципы работы гальванических элементов и батарей	24
--	----

Типоразмеры, электрохимические системы, применение	30
--	----

Элементы и батареи марганцево-цинковых систем	43
---	----

Ртутно-цинковые элементы и батареи	55
--	----

Литиевые элементы и батареи	60
-----------------------------------	----

Серебряно-цинковые элементы и батареи	76
---	----

ГЛАВА 2

ВТОРИЧНЫЕ ХИТ (АККУМУЛЯТОРЫ)	83
---	----

Краткая ретроспектива развития вторичных ХИТ	84
--	----

Принципы работы аккумуляторных элементов и батарей	86
--	----

Типоразмеры, электрохимические системы, применение	88
--	----

Кислотные аккумуляторы	94
------------------------------	----

Никель-кадмиевые аккумуляторные элементы и батареи	98
--	----

Никель-металлогидридные аккумуляторные элементы и батареи	112
---	-----

Литиевые аккумуляторные элементы и батареи	123
--	-----

Серебряно-цинковые аккумуляторные элементы и батареи	137
--	-----

ГЛАВА 3**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХИТ** 141

Конструктивные особенности аккумуляторных сборок 142

Зарядные устройства и адаптеры, двойное питание 148

Солнечные (световые) батареи и их применение 161

Рекомендации по выбору и эксплуатации
гальванических и аккумуляторных элементов и батарей 165**ЗАКЛЮЧЕНИЕ** 172**СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ
АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ТЕРМИНОВ,
ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОПИСАНИЯХ ХИТ** 175**ПРИЛОЖЕНИЯ** 182

Приложение 1. Шифровка типоразмеров элементов и батарей 183

Приложение 2. Элементы и батареи Лекланше 189

Приложение 3. Алкалические элементы и батареи 191

Приложение 4. Серебряно-цинковые элементы и батареи 193

Приложение 5. Ртутно-цинковые элементы и батареи 195

Приложение 6. Дисковые элементы общего применения 196

Приложение 7. Аббревиатуры обозначений фирм 198

Приложение 8. Замена импортных ХИТ на отечественные 199

Приложение 9. Типоразмеры отечественных дисковых элементов 215

Приложение 10. Отечественные и зарубежные производители ХИТ 215

Г Л А В А 1

ПЕРВИЧНЫЕ ХИТ (ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ)

В этой главе:

Краткая ретроспектива развития первичных ХИТ

Принципы работы
гальванических элементов и батарей

Типоразмеры, электрохимические системы,
применение

Элементы и батареи марганцево-цинковых систем

Ртутно-цинковые элементы и батареи

Литиевые элементы и батареи

Серебряно-цинковые элементы и батареи

КРАТКАЯ РЕТРОСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ПЕРВИЧНЫХ ХИТ

В настоящее время известно много способов преобразования химической энергии в электрическую. Прямое преобразование основано на токообразующих реакциях, под которыми понимают реакции с участием свободных электронов, способных выйти из зоны реакции. Эти реакции осуществляются в химических источниках тока (ХИТ), подразделяемых на две большие группы.

В первую входят ХИТ с взаимно перемещающимися компонентами реакций (например, ХИТ с удалением продуктов реакций или с перемещением исходных компонентов и т.д.). Такие ХИТ называют топливными элементами. Они предназначены для специальных целей (в качестве первичных источников энергии на искусственных спутниках Земли и в других подобных случаях) и не используются для питания радиоэлектронной аппаратуры широкого применения (бытовой и радиолюбительской).

Ко второй группе относятся ХИТ со взаимно неподвижными во время токообразующей реакции компонентами. К ним относятся ХИТ, используемые в бытовой и радиолюбительской аппаратуре. Устройство таких ХИТ однотипно. Это корпус, удерживающий электролит с ионной проводимостью, и два контактирующих с ним токоввода с электронной проводимостью. Токоотводы должны быть выполнены из разнородных материалов (например, разных металлов) и обладать высокой степенью химической чистоты для предотвращения побочных реакций.

В зависимости от характера протекания токообразующей реакции в этой группе можно выделить первичные и вторичные ХИТ. Работа первичных ХИТ основана на необратимых (или частично обратимых) токообразующих реакциях, и поэтому они рассчитаны, как правило, на однократное использование. В соответствии с рекомендациями МЭК и ГОСТ первичные ХИТ разделяют на гальванические элементы и батареи.

Обычно историю создания элементов возводят к электрофизиологическим опытам итальянского ученого Луиджи Гальвани, проводившимся с 1780 года. Он обнаружил, что мышцы лягушки сокращаются при соприкосновении с металлическими предметами, и объяснил это присутствием в животных электричества, тождественного создаваемому электрофорной машиной. В дальнейшем имя ученого было увековечено в названии электрохимических превращений (гальванизм) и в основанных на их применении приборах (гальванические элементы).

Крупнейшим шагом в становлении нового научного направления стала работа Алессандро Вольты. Благодаря им электричество пришло на службу человеку там, куда не дотянулись провода электростанций. Свои исследования А. Вольта начал в 1792 году с повторения опытов своего предшественника, но, в отличие от него, стал искать объяснение наблюдаемых явлений не в физиологии животных, а в физике. Это позволило ему выяснить принципиальную необходимость использования двух разнородных металлов для нарушения равновесия в электрической цепи. После длительных опытов А. Вольта расположил металлы в ряд таким образом, чтобы гальванический эффект был прямо пропорционален расстоянию между металлами избранной пары.

Дальнейшие исследования А. Вольты были посвящены поискам способов усиления получаемого гальванического эффекта, которые увенчались на рубеже 1799 и 1800 годов созданием гальванического столба-батареи из отдельных элементов с электродами из меди и цинка в каждом и раствора серной кислоты в качестве электролита. В отличие от кратковременного (импульсного) действия существовавших в то время накопителей электричества, таких как, например, лейденская банка, гальванический столб, по словам его изобретателя, «...создавал неуничтожимый заряд, который восстанавливается сам собой...»

Будучи приглашен во Францию, А. Вольта продемонстрировал свой столб-батарею Наполеону, ученым и горожанам, назвавшим созданный аппарат «вольтовым столбом». Заслуга создания принципиальной схемы и работоспособной конструкции гальванического элемента увековечила имя итальянского физика, и ныне единица измерения напряжения называется в Международной системе единиц (СИ) «вольт».

В XIX веке усилия ученых были направлены на увеличение длительности работы гальванических элементов. Для этого предполагалось использовать иные электродные пары и электролиты. Такие элементы назывались по именам их создателей. Элемент Даниеля (1836 г.) имел медный и цинковый электроды, подобно элементу Вольты, но отличался применением двух электролитов: цинковый электрод был погружен в раствор серной кислоты (или сернокислотного цинка), а медный – в раствор сернокислой меди, при этом электроды разделялись пористой перегородкой. В элементе Грене электролит состоял из смеси растворов серной кислоты и дихромовокислого калия. Один из электродов этого элемента был

по-прежнему цинковым, а второй – из угля. И сейчас широко используется конструкция элемента, предложенная Лекланше (1865 г.). Отрицательный электрод по традиции цинковый, а положительный выполнен из двуокиси марганца с добавками. Электролит содержит хлористые соли калия, магния и кальция. Необходимо упомянуть о предложении Лаланда (1882 г.) применять щелочной электролит. Ныне это предложение нашло свою реализацию в марганцево-цинковых элементах с щелочным электролитом (алкалические элементы).

Чтобы увеличить длительность работы элементов, использовались специальные деполяризаторы, которые должны были противодействовать нежелательному взаимодействию материалов электрода и электролита. Впервые деполяризатор применил Грове в 1839 году. Бунзен задействовал хромовый деполяризатор и искусственный угольный электрод. В 1879 году Меш предложил применять для деполяризации электродов кислород воздуха. Это удалось реализовать Фери в 1914 году. Такие элементы с воздушной деполяризацией (ВД) в настоящее время широко используются в слуховых аппаратах, и круг их применения непрерывно расширяется. Новые изобретения XX века и усовершенствование старых, как и расширение области применения бытовой электроники в виде малогабаритных радиоприемников, калькуляторов, носимых телевизоров, различных плееров, наручных электронных часов, переносных компьютеров, фотоаппаратов, камкордеров и т.д. явились мощным толчком к разработке новых ХИТ и модернизации уже существующих.

Все эти приборы, ставшие незаменимыми для человека, требуют автономного электропитания, что заставляет производителей постоянно совершенствовать гальванические элементы, разрабатывать новые электрохимические системы (например, с органическими электролитами и литиевыми электродами), причем не только элементов и батарей из них, но и малогабаритных аккумуляторов. Прогресс техники в целом и в создании гальванических элементов расширяет возможности их применения. Они широко используются как в качестве малогабаритных транспортабельных, так и стационарных резервных источников электропитания.

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И БАТАРЕЙ

Выработка тока в течение длительного времени обеспечивается происходящей внутри элемента электрохимической (токообразующей)

реакцией. Физики и химики объяснили причины и условия прохождения этой реакции, исходя из сложившихся в каждой науке традиций. Далее будут рассмотрены взгляды и тех и других.

Физическое объяснение токообразования как результата действия контактной разности потенциалов восходит к работам А. Вольта. Своими опытами он установил связь между возникающим электрическим эффектом и используемыми материалами. Позже исследователи показали эквивалентность различных видов энергии, что позволило придать универсальный характер закону сохранения энергии. С точки зрения этого закона в элементе происходит преобразование энергии из одного ее вида (химического) в другой (электрический). Более детально данное преобразование может быть описано с помощью понятий термодинамики, один из постулатов которой следующим образом раскрывает содержание закона сохранения энергии применительно к рассматриваемому случаю.

Совершение работы по переносу заряда через замкнутую цепь требует изменения внутренней энергии или/и подвода тепловой энергии извне. В нашем случае вся цепь находится при одинаковой температуре и работает без подогрева. Таким образом, работа по переносу заряда через цепь, состоящую из элемента, соединительных проводов и нагрузки, может совершаться только за счет изменения внутренней энергии.

Это изменение и позволяет совершить работу по перемещению зарядов. Связь между тепловым эквивалентом (ТЭ) токообразующей реакции и ЭДС элемента ϵ связаны уравнением Гиббса–Гельмгольца

$$\epsilon = T \Delta / nF + \alpha T, \quad (1)$$

где n – валентность металла электрода;

F – число Фарадея, равное 96500 Кл;

α – коэффициент, учитывающий температурную зависимость ЭДС;

T – абсолютная температура окружающей среды, К.

Применение уравнения Гиббса–Гельмгольца ограничено температурными изменениями используемых веществ. Так, при пониженных температурах электролит загустевает, а при еще более низких температурах может из жидкой фазы перейти в твердую, то есть замерзнуть. При повышенных температурах усиливается газовыделение, что может привести к вытеканию электролита и разгерметизации или даже к разрушению элемента.

С точки зрения химии в элементе происходит растворение, то есть окисление материала одного из электродов и восстановление (отложение слоя) другого. При этом из материала растворяющегося электрода в электролит переходят ионы металла, уносящие положительный заряд. Избыток остающихся электронов приводит к тому, что по отношению к электролиту металл оказывается отрицательно заряженным. В соответствии с законом Кулона процессу разделения зарядов начинает препятствовать электрическое поле, собирающее в основном свободные заряды на границе раздела электролита и электрода. Такая цепь обладает способностью совершать работу, то есть обладает потенциалом. По теореме Нернста этот потенциал связан с электродом. Поэтому он называется электродным и обозначается обычно греческой буквой ϕ . Как следует из сказанного, электродный потенциал характеризует способность металлического электрода отдавать ионы в электролит и поэтому является постоянным для данного металла. Расположение разных материалов в соответствии с величиной их электродных потенциалов и представляет собой составленный А. Вольтой ряд металлов с разными гальваническими эффектами. Более детальное исследование, однако, показывает, что электродный потенциал конкретного металла зависит от соотношения концентраций (C) для данного материала электрода, возникающих при токообразующей реакции, ионных образований, а также от их валентностей (n). Таким образом, результирующий электродный потенциал может быть представлен в виде суммы двух потенциалов – постоянного ϕ_{j_0} и концентрационного ϕ_{j_i} :

$$\phi = \phi_{j_0} + \phi_{j_i}(C, n) \quad (2)$$

Совместное действие обоих электродов приводит к тому, что между ними возникает ЭДС, равная разности потенциалов:

$$\varepsilon = \phi_+ - \phi_- \quad (3)$$

где ϕ_+ – потенциал положительного электрода;

ϕ_- – потенциал отрицательного электрода.

Последняя формула позволяет понять, почему электроды должны быть выполнены из разных материалов – только такое сочетание дает ненулевую ЭДС.

Ошибка Л. Гальвани в объяснении его собственных опытов заключалась в непонимании эффекта, возникающего при контакте разнородных металлов, и вела к поискам некоего особого вида «животного» электричества.

Из сказанного выше можно сделать следующие важные для практики выводы. От конкретного вида и особенностей протекания токообразующей реакции (теплового эффекта, валентностей, концентраций и т.д.) зависит ЭДС элемента. И сегодня еще нельзя сказать, что все особенности протекания токообразующих реакций достаточно изучены. Поэтому обычно элементы классифицируют не по типу этой реакции, а по участвующим в реакции веществам, то есть по электролиту и электродам – по так называемой электрохимической системе.

Важнейшим для практики параметром элементов является, кроме того, внутреннее сопротивление r . Оно зависит от электропроводности электролита, геометрии электродов (то есть от формы, размеров, взаимного расстояния), а также от целого ряда физических явлений, таких как, например, контактные, переходные, поляризационные.

Обычное значение r лежит в пределах нескольких десятков Ом. Взаимная связь между двумя описанными параметрами определяется законом Ома для полной цепи (рис. 1.1):

$$\varepsilon = I(R_H + r), \quad (4)$$

где ε – ЭДС элемента;

I – ток во внешней цепи;

R_H – сопротивление нагрузки;

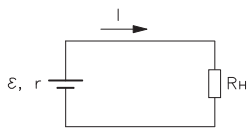
r – внутреннее сопротивление элемента.

Для получения напряжений, превышающих ЭДС элемента, применяют батареи из последовательно соединенных элементов. Наилучшие условия отбора мощности от таких батарей обеспечивает использование одинаковых элементов. Тогда (рис. 1.2) в случае n одинаковых элементов:

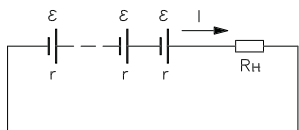
$$I = n\varepsilon(R_H + nr) \quad (5)$$

Как видно из формулы, батарея из n последовательно соединенных элементов обладает в n раз большей ЭДС, но и во столько же раз большим внутренним сопротивлением. Это ограничивает возможности создания больших токов разряда во внешней цепи, для получения которых используют параллельное соединение элементов (рис. 1.3). Для n одинаковых элементов, соединенных параллельно,

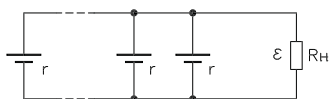
$$I = \varepsilon(R_H + r/n) \quad (6)$$

**Рис. 1.1**

Простейшая цепь из гальванического элемента с электродвижущей силой ε , внутренним сопротивлением r и сопротивлением нагрузки R_n

**Рис. 1.2**

Последовательное соединение трех гальванических элементов

**Рис. 1.3**

Параллельное соединение трех гальванических элементов

Разумеется, что ЭДС батареи из параллельно соединенных элементов остается без изменений, а внутреннее сопротивление – в n раз меньше.

Одновременное получение повышенных напряжений и токов разряда возможно с помощью смешанного соединения элементов. Так, для получения батареи с утроенной ЭДС и удвоенным током разряда необходимо собрать батарею, показанную на рис. 1.4.

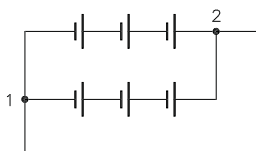
**Рис. 1.4**

Схема сложного параллельно-последовательного соединения

Еще одним важнейшим параметром является емкость элемента, то есть способность удерживать в себе некоторое количество электричества (иными словами, электрический заряд). В отличие от других параметров, емкость существенно зависит от условий разряда. В соответствии с этим выделяют два типа емкости – по току и по нагрузке. Емкость по току характеризует заряд, отдаваемый во внешнюю цепь при постоянном токе нагрузки, и связана с током разряда простой зависимостью

$$Q_1 = I t_0 \quad (7)$$

где Q_1 – емкость, А·ч;

I – фиксированный ток разряда, А;

t_0 – время разряда до момента, когда дальнейший разряд невозможен, ч.

Обычно элемент разряжается на постоянную нагрузку R_H , при этом ток разряда все время изменяется, но для получения зависимости, аналогичной только что приведенной (7), вводят среднее значение тока разряда I_{CP} , при котором

$$Q_R = I_{CP} t_0 \tag{8}$$

Конечное напряжение разряда ($U_R, В$), определяется электрохимической системой ХИТ.

Зависимость от условий разряда привела к различным определениям емкости. Однако это не упрощает дело, и в расчетах чаще всего используются кривые разряда, усредняемые для надежности по нескольким элементам.

К важнейшим параметрам относятся отбираемая от ГЭ полезная мощность, а также КПД. Полезная мощность определяется как мощность, выделяющаяся на внешней нагрузке R_H :

$$P_{II} = I U = I^2 R_H \tag{9}$$

Суммарная электрическая мощность элемента

$$P_{\Sigma} = I \epsilon = I^2 (R_H + r) \tag{10}$$

Пользуясь введенными понятиями, легко определить КПД как отношение полезной мощности к суммарной:

$$\text{КПД} = P_{II} / P_{\Sigma} = I^2 R_H / (R_H + r) I^2 = R_H / (R_H + r) \tag{11}$$

Полученные аналитические зависимости P_{II} и КПД от сопротивления нагрузки для двух элементов с внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 , где $r_1 < r_2$, представлены графиками на рис. 1.5 и 1.6.

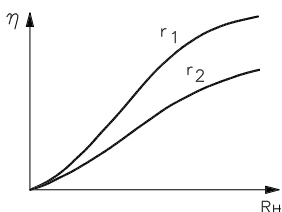


Рис. 1.5

Влияние внутреннего сопротивления элементов на их коэффициент полезного действия

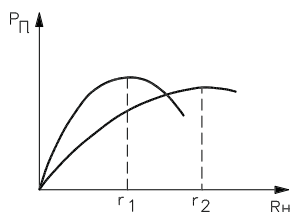


Рис. 1.6

Влияние внутреннего сопротивления элементов на величину мощности, отдаваемой в нагрузку

Приведенные выше зависимости характеризуют использованный тип электрохимической системы. С точки зрения потребителя удобными для сравнения являются удельные характеристики, которые описывают элементы разных систем, но одинаковой массы или объема. Например, удельная массовая емкость по току является емкостью, отдаваемой элементом единичной массы при разряде постоянным током. Если определить эту емкость по отношению к массе только активных веществ, то становится возможным сопоставление тех или иных технологий изготовления элементов. В целом выбор удельных параметров производится исходя из решаемых задач. Так, при выборе источника питания для переносной аппаратуры сопоставляют удельные массовые показатели. При разработке бытовой аппаратуры и аппаратуры общего применения сопоставляться должны стоимостные удельные параметры. Иными словами, нужно сравнивать, какова стоимость единицы электрической энергии (мощности), получаемой от разных элементов и учитывать то, что работоспособность аппаратуры определяется обычно не ее собственной надежностью, а функционированием источников питания.

Необходимо отметить, что при обсуждении эксплуатационных параметров речь шла о максимальном токе нагрузки. В зависимости от условий разряда ток может быть и меньше, что предпочтительнее. Однако ЭДС батареи (а стало быть, и напряжение под нагрузкой) увеличивается только дискретно, то есть порциями, равными ЭДС одного элемента.

ТИПОРАЗМЕРЫ, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Основные параметры ХИТ:

- ◆ номинальное напряжение, которое является функцией электрохимической системы;
- ◆ время работы (разряда), которое зависит от объема рабочих (активных) веществ, преобразующих химическую энергию в электрическую;
- ◆ геометрия (форма) ХИТ, которая может быть в виде высокого цилиндра (его высота больше или равна диаметру), низкого цилиндра (диаметр больше высоты) и прямоугольного параллелепипеда. Размеры принято обозначать буквами H, D, L, B – от англ. слов high, diameter, length, bold (высота, диаметр, длина (глубина), ширина).

Какая форма лучше: высокий, низкий цилиндр или кубообразная? Ответ на этот вопрос надо искать в соотношениях объема и поверхности геометрической фигуры. При одинаковых объемах шара, куба или высокого цилиндра наименьшая поверхность будет у шара, бóльшая у куба и еще большая у высокого цилиндра. Если элемент имеет только два электрода, то наиболее выгодной его формой будет низкий цилиндр (как у литиевых и других элементов), поскольку у него площадь верхней и нижней крышки (электродов) будет максимальной. А чем удобен высокий цилиндр? Современные литиевые элементы делают в виде спирально-ручечных электродов, при которых и объем невелик и площадь электродов большая. Именно этими соображениями обусловлена форма элементов, показанных на рисунках 1.7 – 1.9.

Что касается призматических батарей и батарей из цилиндрических элементов, их форма определяется содержанием, то есть формами составляющих их элементов.

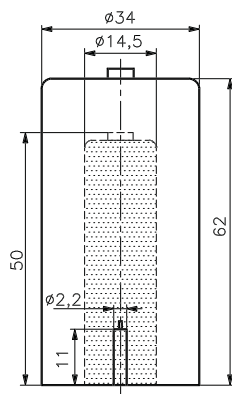


Рис. 1.7

Высокие цилиндрические (стаканчиковые) элементы

Рис. 1.8

Низкие цилиндрические (пуговичные) элементы

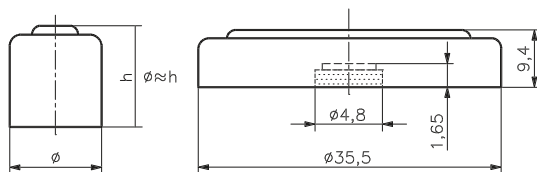
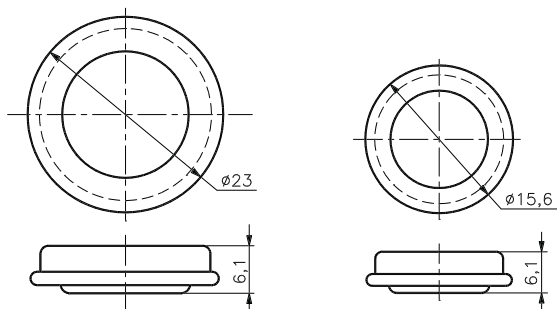


Рис. 1.9

Низкие цилиндрические элементы с пояском



Батарея, изображенная на рис. 1.10, может быть выполнена из соединенных последовательно шести высоких цилиндров или из шести плоских галет, лежащих друг на друге. Аналогична ей батарея из шести низких цилиндров, у которой выводы расположены с двух сторон показана на рис. 1.11. Рис. 1.12 демонстрирует батарейку для плоского карманного фонарика из трех высоких цилиндров.

Наиболее стабильными значениями в этих группах параметров являются номинальное напряжение и габариты. При этом оказывается, что второстепенные на первый взгляд габариты оказываются наиважнейшими. С их помощью можно определить типоразмер ХИТ, с высокой долей вероятности систему и напряжение, время работы. Геометрические размеры ХИТ устанавливаются фирмами-производителями в соответствии с рекомендациями МЭК, которые по сути являются международными стандартами. Размеры ГБ и АБ

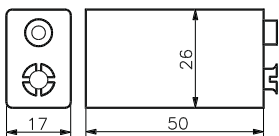


Рис. 1.10

Девятивольтовая призматическая батарея из галетных или цилиндрических элементов

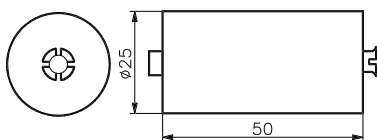


Рис. 1.11

Девятивольтовая круглая батарея из низких цилиндрических элементов

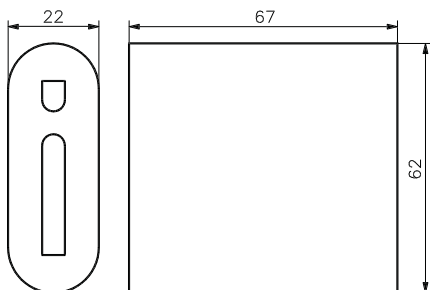


Рис. 1.12

Прямоугольная (призматическая) батарея из трех высоких цилиндрических элементов

производны от размеров их элементов и используемой компоновочной схемы батареи.

Габариты элементов ХИТ не изменяются уже долгие годы, что обеспечивает взаимозаменяемость новых и старых марок элементов питания в приборах бытовой электроники независимо от времени их выпуска. В новых разработках ХИТ используются и новые (но тоже стабильные) типоразмеры, появление которых связано с динамикой развития АБЭ. Именно поэтому в левой колонке приводимых ниже таблиц указываются типоразмеры, что удобно и практически: измерив габариты ХИТ, нетрудно сразу определить его обозначение, возможное напряжение и емкость и выбрать на основе этих данных наиболее подходящую замену.

Уточнение параметров и определение параметров ХИТ можно выполнить по их кодовым обозначениям, которые легко расшифровываются.

Коды элементов в виде высокого цилиндра:

1 – 2 – 3,

где 1 – электрохимическая система;

2 – зашифрованный размер (R и число от 01 до 100);

3 – вариант исполнения.

Электрохимические системы:

Л – литиевые:

- ◆ – «однофтористый углерод и т.д. + органический электролит + литий», 3 В;
- ◆ С – «двуокись марганца + органический электролит + литий», 3 В;
- ◆ G – «окись меди + органический электролит + литий», 1,5 В;
- ◆ U – «окись хрома + органический электролит + литий», 3 В;
- ◆ литий-тионилхлоридные (без установленного международными стандартами буквенного шифра) – «графит + органический электролит + литий», 3,7 В. Фирменные аббревиатуры: SAFT – LS, Sonnenschein – SL, Toshiba – ER и др.

МЦ – марганцево-цинковые:

- ◆ солевые (без буквенного шифра) – «двуокись марганца + хлористый аммоний + цинк», 1,5 В;
- ◆ хлоридные (без буквенного шифра) – «двуокись марганца + хлористый аммоний, хлористый цинк + цинк», 1,5 В;
- ◆ А – «кислород + хлористый аммоний, хлористый цинк + цинк», 1,4 В;

- ◆ L – «двуокись марганца + гидроокись щелочного металла + цинк», 1,5 В.

РЦ – ртутно-цинковые:

- ◆ M – «окись ртути + гидроокись щелочного металла + цинк», 1,35 В;
- ◆ N – «окись ртути и двуокись марганца + гидроокись щелочного металла + цинк», 1,4 В;
- ◆ P – «кислород + гидроокись щелочного металла + цинк», 1,4 В.

СЦ – серебряно-цинковые:

- ◆ S – «окись серебра + гидроокись щелочного металла + цинк», 1,55 В;
- ◆ T – «две окиси серебра + гидроокись щелочного металла + цинк», 1,55 В.

Варианты исполнения:

C – большая емкость (больше, чем у S на 25–30%);

P – большая мощность (способность отдавать больший, чем у C и S, ток, при емкости, примерно равной C);

S – стандартная емкость (примерно на 25–30% меньше, чем у C и P).

Условные обозначения двух наиболее распространенных (галетного и плоского) элементов, используемых в девятивольтовых батареях для транзисторных радиоприемников, следующие: F22 – 24×13,5×6 мм и для F24 – Ø23×6 мм.

Коды батарей из высоких цилиндрических, галетных и плоских элементов:

1 – 2 – 3 – 4 – 5,

где 1 – число последовательно соединенных в батарее элементов;

2 – электрохимическая система;

3 – обозначение типоразмеров элемента батарей (R, F, 01–100);

4 – вариант исполнения;

5 – число параллельно соединенных в батарее элементов.

Рассмотрим характерные примеры кодированных обозначений элементов и батарей:

R6S – один элемент с соевым или хлоридным электролитом марганцево-цинковой системы стандартной емкости;

LR20P – один элемент со щелочным электролитом марганцево-цинковой системы и с большей емкостью;

2LR10 – батарея из двух последовательно соединенных элементов типоразмера R10 (DUPLEX);

3R12 – батарея из трех последовательно соединенных элементов типоразмера R12 (NORMAL);

3R202 – батарея из двух параллельных групп элементов, каждая из которых состоит из трех последовательно соединенных элементов типоразмера R20;

6F22 – батарея из шести последовательно соединенных элементов галетной конструкции типоразмера F22 и с солевым или хлоридным электролитом;

6PLF22 – батарея из шести последовательно соединенных элементов галетной конструкции типоразмера LF22 щелоческой системы и с большой емкостью;

6LR61 – батарея из шести последовательно соединенных стаканчиков элементов типоразмера LR61 с щелоческим электролитом.

Приведенные примеры позволяют разобраться с данными табл. 1.1 и дают возможность по обозначениям на фирменной этикетке элемента или батареи определить все основные их параметры.

Мы не рассмотрели только одну группу кода – «вариант исполнения», которая по новым стандартам позволяет оценивать ХИТ по величине отдаваемой ими энергии, а по старым давала информацию по условиям эксплуатации. Вот эти русские обозначения: У – универсальные, С – с длительной сохранностью, Н – немагнитные, Ф – повышенной мощности, УХЛ – для умеренного и холодного климата, В – всеклиматические, Х – холодостойкие. По новым отечественным стандартам используют только три градации: УХЛ, В и дополнительно Т – тропический климат.

Мы познакомились с ретроспективой развития ХИТ, с принципами работы гальванических элементов и с их шифрацией. Пора за покупками! Нам нужен ГЭ А286, а продавец предлагает нам элемент с другими обозначениями: AAA, MN2400, R03; хотим купить «Крону», но в продаже есть только батарея 9 В, на которой написано: 0% Mercury, 0% Cadmium, use before Jan 2000, MN1604, 6LR 61 и Made in E. U. Вместо элементов 343 и 373 нам предлагают другие, со следующими обозначениями: V2014, Baby, R14, С, UM, SP 11 и D, R20, 1050, BR2. Как разобраться в этих шифрах, что они значат?

Дело в том, что кроме обозначений в соответствии с рекомендациями МЭК (IEC), на элементах и батареях могут быть обозначения по отечественным ГОСТ, американским стандартам ANSI и NEDA, японскому стандарту JIS, фирменные и торговые обозначения. На экологически чистых элементах и батареях указывается отсутствие

Таблица 1.1

Основные типоразмеры цилиндрических элементов и батарей

Размеры, ВхЛхН, ØхН, мм	МЭК	ГОСТ ¹	ANSI	Duracell ⁴	JIS ⁵	Kodak	NEDA	UCAR, Eveready	Varta	Системы Л, МЦ, РЦ	Торговые обозначения
12x30	LR1	—	N, L20	MN9100	UM, SUM, AM5	—	910 S, F, A	E90	..01 ⁶	- + +	LADY
10x44	LR03	A-286	AAA, L30	MN2400	UM, SUM, AM4	K3A	24 S, F, A	E92	..03	- + +	MICRO
14x50	LR6	A-316	AA, L40	MN1500	UM, SUM, AM3	KA	15 S, F, A	E91	..06	+ + +	MIGNON
21x38	LR10	A-332	—	—	—	—	—	—	..10	- + —	—
21x752	2LR10	2A-332	—	—	—	—	—	—	..10	- + —	DUPLIX
21x60	LR12	A-336	—	—	—	—	—	—	..12	- + —	—
62x22x67 ⁷	3LR12	3A-336	—	MN1203	—	—	—	180	..12	- + —	NORMAL
26x50	LR14	A-343	C, L70	MN1400	UM, SUM, AM2	KC	14 S, F, A	E93	..14	- + —	BABY
34x62	LR20	A-373	D, L90	MN1300	UM, SUM, AM1	KD	13 S, F, A	E95	..20	- + —	MONO
8x41	LR61 ³	—	—	—	—	—	—	—	—	- + —	—
26x18x49 ²	6LR61	—	—	MN1604	—	K9V	—	6LR61	—	- + —	E-BLOCK
26x18x49 ²	6LF22	6PLF22	—	—	6AM6, S-006P	6LR61	—	522	..22	- + —	E-BLOCK
26x18x49 ³	6F22	*Лист ³	—	—	006P	—	—	—	..22	- + —	E-BLOCK
25x50	6F24	6F24	—	—	—	—	1600	—	—	- + —	E-BLOCK

Примечания:

1. В таблице приведены распространенные обозначения, которые в настоящее время дублируются или заменяются обозначениями МЭК.
2. Батареи.
3. Специальный особо надежный элемент для девятивольтовых батарей.
4. Фирма выпускает только высококачественные ХИТ алкалической системы.
5. Японские и ряд других восточных фирм производят ГЭБ с разнообразными шифрами, в том числе и по нормам МЭК.
6. Первые две цифры означают: 50 – аккумулятор, 40 – МЦ со щелочным электролитом, 30, 20, 15 и 10 – с соевым и хлоридным электролитом.