

Евгения Савоськина (г. Брянск), Сергей Холуев (КОМПЭЛ)

КОНСОЛИДИРОВАННАЯ ЭНЕРГИЯ: СБОРКИ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Батарея питания — это сборка двух или нескольких электрических ячеек. Но соединение ячеек в батарею имеет немало нюансов, а применение современных батарей питания невозможно без средств контроля заряда-разряда, объединенных в систему контроля и управления батареями (СКУ).

Мир полон портативных устройств, без которых уже невозможно представить современную жизнь. Они обеспечивают человечество постоянной связью, возможностью управления стационарными устройствами на расстоянии, помогают скоротать время в общественном транспорте. А ведь все мобильные средства связи, развлечения, диагностики и управления нуждаются в электрической энергии, которую они получают от химических источников тока (ХИТ).

ХИТ — это устройство, которое преобразует химическую энергию окислительно-восстановительной реакции между катодом и анодом в электрическую. Конструктивно он представляет собой разделенные электролитом электроды, обладающие электронной проводимостью. В качестве разделительной среды может быть использовано твердое или жидкое вещество с ионной проводимостью. Единичный источник энергии принято называть «гальваническим элементом», «электрической ячейкой» или «батарежкой». Каждый из них обладает определенными электрическими характеристиками: величиной напряжения на разомкнутых клеммах, удельной емкостью, удельной мощностью, значением токов саморазряда. Приведенные величины часто бывают недостаточными для продолжительной эксплуатации сложного устройства. Например, одна ячейка литий-полимерного элемента имеет напряжение 3,7 В, литий-железофосфатного — 3,2 В, тионилхлоридная батарея — 3,6 В. Но зачастую устройства требуют более высокого напряжения питания. Поэтому ячейки объединяют в сборки — батареи.

Электрические ячейки разделяют на первичные и вторичные химические

источники тока. В первых окислительный процесс протекает необратимо, то есть химическая реакция конечна и не может быть возобновлена. Такие источники не перезаряжают и обычно называют батарейками. Во вторичных химических источниках тока окислительно-восстановительная реакция обратима. Такие источники электрической энергии принято называть аккумуляторами.

Батарея — это сборка из двух и более электрических ячеек, обеспечивающая необходимую электрическую энергию. Сборки химических источников тока обеспечивают требуемые величины для питания потребителей во всех сферах человеческой жизни. Ноутбуки, планшеты, мобильные телефоны, точные измерительные приборы, лабораторные стенды, пульты управления — все эти приборы в своей конструкции имеют батарею как источник питания.

Современные устройства преимущественно используют аккумуляторные батареи, которые имеют возможность перезаряжаться. Но и сборки на основе батареек тоже актуальны.

Каковы бы ни были цели, преследуемые при использовании сборок из батареек или аккумуляторов, соединение

в них может быть либо последовательным, либо параллельным (рисунок 1). В каждом отдельном случае необходимо, чтобы было выше напряжение или больше емкость, которая позволит дать потребителю больший ток.

При последовательном соединении положительный полюс первого элемента соединяется с отрицательным полюсом последующего. В этом случае напряжение батареи складывается из величин каждой ячейки, а величина емкости равна значению на одном элементе. Но при таком варианте сборки важно учитывать, что каждый элемент будет заряжаться с разной скоростью, поэтому в ряде случаев необходимо выполнять балансировку.

В параллельном соединении одноименные полюсы соединены друг с другом. В таком случае напряжение батареи остается равным напряжению одного элемента, а величина емкости складывается из значений каждого элемента.

Если кто-то считает, что для получения сборки достаточно просто соединить элементы между собой, то это глубокое заблуждение. При дилетантском отношении к сборке в лучшем случае можно получить слабозффективную батарею. В худшем — возможны более серьезные последствия, даже взрыв. Разберем, почему это может произойти.

Если соединять параллельно два элемента с разным напряжением, то возникает разность потенциалов, и один элемент, напряжение которого выше, будет пытаться зарядить другой, при этом

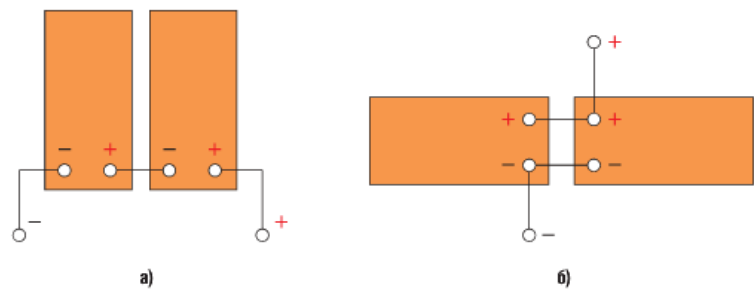


Рис. 1. Соединение батарей: а) последовательное; б) параллельное

разряжаясь сам. Эффективность всей сборки будет далека от 100%. А если учитывать, что первичные элементы (батарейки) вовсе заряжать нельзя, то такой вид соединения может быть по просту опасен.

Однако даже если взять ячейки одинакового напряжения и емкости производства одной компании — тут тоже не все так просто. Все элементы, выпускаемые под одним и тем же наименованием, на практике все-таки имеют разные характеристики. Разными могут быть емкость, внутреннее сопротивление и, как следствие, напряжение на выводах. В таком случае мы опять получаем сложности при соединении.

Чтобы избежать данной опасности, в сборку добавляют дополнительные элементы — диоды (рисунок 2).

В этом случае один элемент не сможет заряжать другой. Однако в таком решении есть и недостаток — на диодах теряется напряжение.

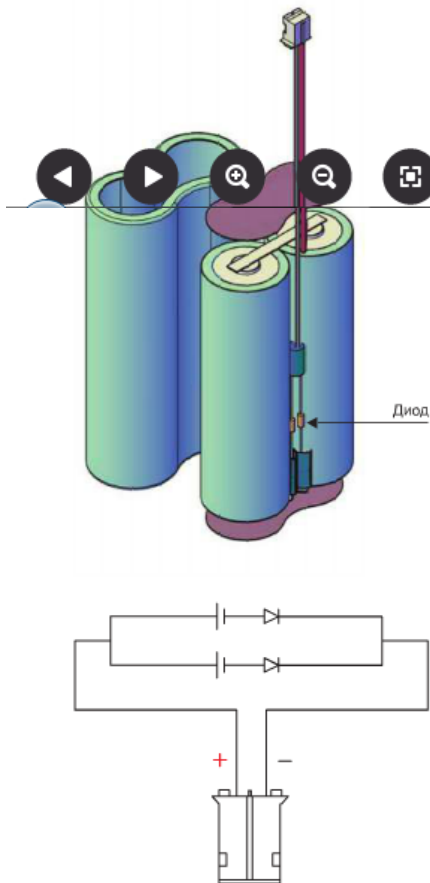


Рис. 2. Параллельное соединение элементов питания с использованием диодов

Чтобы минимизировать эти проблемы, производители сортируют все элементы, закладываемые в батарею. Они подбирают «пары» — наиболее близкие по параметрам ячейки, которые гарантированно не дадут дисбаланса внутри общей сборки.

При последовательном соединении элементов с разными характеристиками все проще. Тут разница напряжений не играет заметной роли (общее напряжение сборки будет являться суммой напряжений ячеек). Однако необходимо иметь в виду, что емкость необходимо подбирать одинаковую. В основном это связано с тем, что для ячеек с разной емкостью максимальный ток заряда и разряда должен быть разным. А ячейка с емкостью гораздо меньшей, чем остальные, может уходить в глубокий разряд, в то время как прочие еще способны работать. Это может привести к печальным последствиям вначале для самой ячейки, а затем и для батареи в целом. Еще один нюанс при зарядке сборки из последовательно соединенных ячеек: желательно контролировать напряжение каждой ячейки. Это связано с тем, что напряжение на отдельных ячейках может быть различным, и при общем заряде одни ячейки могут перезарядиться, другие — недозарядиться.

Вообще параллельного соединения лучше избегать и выбирать элемент с большей емкостью. Например, самый емкий элемент производства компании EEMB — это батарейка типоразмера DD — ER341245 емкостью 35 А·ч. Но что делать, если необходима еще большая емкость? Тут уже не обойтись без сборки.

Встречаются соединения миниатюрных элементов, когда размеры устройства не позволяют использовать более емкий элемент (он попросту выходит за габариты по длине), но два элемента меньших размеров разместить можно. В этом случае также без сборки не обойтись, хотя гораздо надежнее использовать один единый элемент большей емкости. При этом стоимость такого решения заметно ниже. Поэтому таких случаев лучше избегать на стадии проектирования устройства.

При сборке батарей важно учитывать химическую основу составляющих ее элементов. Именно это в первую очередь будет определять технологию производства конечного продукта. Элементы разного химического состава имеют разное напряжение, а использование элементов с разным напряжением недопустимо. Также имеются и другие причины: скорость заряда, величина максимальных токов и так далее.

Так при выпуске никель-кадмиевых (Ni-Cd) и никель-металлогидридных (Ni-MH) аккумуляторных батарей соединение элементов следует производить

перемычками с использованием точечной сварки при помощи стальной ленты и специализированных сварочных аппаратов с расщепленным электродом. Применение пайки недопустимо, так как это может привести к перегреву ячеек, что, в свою очередь, вызовет выход из строя предохранительного клапана и снижение емкости вследствие необратимых химических процессов. Сборки могут быть выполнены в пластмассовом корпусе. В них обязательно наличие термопредохранителя. Выводы или представляют собой пластины определенного размера и конфигурации, или изготавливаются из проволоки соответствующего сечения.

Для закрепления элементов применяют термоусадочные поливинилхлоридные трубки соответствующего диаметра. Также в конструкции должны быть предусмотрены элементы защиты, позволяющие обеспечить выход газа при достижении критического значения давления. Для этих целей в конструкцию батареи обязательно включают воздушные клапаны.

Несмотря на ряд эксплуатационных преимуществ литиевых элементов питания, основной проблемой при выпуске аккумуляторных батарей выступает необходимость применения специальных схем защиты. Встроенные в корпус батареи схемы защиты ограничивают пиковое напряжение, возможное на каждом элементе сборки при заряде, и предотвращают падение напряжения ниже допустимого уровня при разряде. Более того, платы контроля регулируют зарядный и разрядный токи и анализируют температуру батареи, предотвращая возможный перегрев.

Существует большое количество нюансов, которые необходимо иметь в виду при изготовлении батарей. Поэтому этот процесс лучше доверить надежному производителю, так как для производства сборок литиевых аккумуляторов такой производитель использует специальные платы контроля заряда/разряда.

Одним из современных производителей литий-полимерных аккумуляторов является компания EEMB. Корпуса батарей, выпускаемых компанией, сформированы из запаянной алюминиевой полиэтиленовой пленки. Согласно данным производителя, одним из преимуществ литий-полимерных батарей выступает высокая энергетическая плотность при незначительных размерах. Большое разнообразие в размерах и формах ячеек, более высокая степень защиты и высокий уровень устойчивости к перезарядке и критическим температурам позволяют литий-полимерным батареям занимать большой сегмент рынка.

Аккумуляторы компании EEMB в ряде случаев имеют встроенную плату защиты от перезаряда, недопустимого

разряда и короткого замыкания литий-полимерных батарей. А при выборе самих ячеек происходит жесткий подбор «пар», чтобы характеристики были как можно ближе друг к другу.

Компания может изготовить практически любую сборку из имеющихся ячеек, согласно техническому заданию заказчика.

Развитие технологий производства источников питания из первичных и вторичных элементов позволило не только уменьшить их габаритные размеры и увеличить емкость, но и обеспечить максимальную безопасность при эксплуатации. Благодаря современным средствам защиты можно контролировать характеристики батарей с целью предотвращения их перегрева, перегрузки по току и избыточного давления внутри конструкции. Также необходимо обеспечить защиту от перезаряда, переразряда и короткого замыкания. Обычно для этих целей применяют внутреннюю плату контроля заряда/разряда.

В случае с литиевыми батареями важно обеспечить оптимальные значения заряда и не допустить их перезаряда или величины разряда, превышающей допустимую.

Одним из примеров защиты батареи служит применение восстанавливаемого терморезистора с положительным температурным коэффициентом: с увеличением температуры пропорционально возрастает сопротивление резистора. В этом случае можно избежать повышения температуры в результате ограничения протекающих токов.

Во избежание негативных последствий при коротком замыкании устанавливают предохранители, которые также могут предотвратить перегрузку батареи при заряде. Но в связи с тем, что в современных батареях значения токов могут быть довольно низкими, применение предохранителей иногда нецелесообразно. Поэтому наиболее надежными являются средства электронной защиты.

Защита от перегрузки батареи обычно обеспечивается датчиками. Они сигнализируют о достижении предельного значения по току управляющей схеме, которая открывает ключ, размыкающий сеть питания.

Все элементы защиты, о которых шла речь, обычно образуют систему контроля и управления батареями, или SKU (Battery Management Systems, BMS). Ее основные функции:

- следить за величиной значения задаваемых параметров — температуры, тока, напряжения;
- обеспечивать алгоритм работы батареи, позволяющий осуществлять ее

безопасную эксплуатацию: отключать батарею от цепи питания или потребления при недопустимых токах с последующим автоматическим включением;

- осуществлять взаимодействие пользователя и батареи при эксплуатации.

Для выполнения необходимых функций SKU должна включать ряд таких элементов как датчики температуры, устройства измерения токов и напряжения, АЦП, устройство расчета емкости батареи и обработки данных, поступающих с датчиков, а также средства индикации текущего заряда батареи, интерфейс для связи с внешними устройствами.

В ряде случаев состав SKU может быть значительно упрощен. Так в портативных медицинских устройствах обычно применяют сложную многофункциональную SKU, позволяющую получать информацию о параметрах аккумулятора через SMBus-интерфейс. В более простых применениях, например, в домашних радиотелефонах, достаточно, чтобы осуществлялся контроль базовых характеристик аккумулятора.

Таким образом, в качестве встроенных систем контроля и управления батареями могут быть использованы плавкие предохранители или предохранители на основе полимерного проводника. При их установке необходимо обеспечить доступность для замены или достаточное пространство для расширения. Также в качестве встроенных систем устанавливают электронные модули, осуществляющие контроль заданных параметров. Бывают ситуации, когда целесообразно некоторые функции SKU передать внешним устройствам оборудования. Например, емкость батареи сотового телефона определяется его процессором по данным системы контроля, а встроенный электронный модуль предотвращает перезаряд, переразряд и короткое замыкание батареи.

Иногда для особо ответственных применений в SKU батареи необходимо вводить дополнительные функции:

- контроль разгерметизации сборки;
- контроль напряжения на различных участках цепи при параллельном соединении значительного числа аккумуляторов для прогнозирования большого падения напряжения на токоведущих шинах.

Пример контроля величины емкости батареи сотового телефона показывает, что порой целесообразно SKU разделить на модули контроля и управления или некоторые элементы расположить вне корпуса аккумулятора. Это позво-

лит снизить стоимость источника питания и уменьшить пространство под его установку.

Также примером внешних микросхем контроля могут служить устройства, предназначенные для балансировки заряда ячеек батареи. Они могут входить в состав зарядных устройств или представлять собой отдельный блок. Вынос части элементов во внешние устройства обеспечивает меньшие габариты батареи, но приводит к необходимости введения дополнительных проводов, что увеличивает падение напряжения. Поэтому применение внешних микросхем оправдано лишь при очень строгих требованиях к габаритным размерам батареи.

Для источников питания, которые состоят из большого количества последовательно соединенных ячеек, с целью упрощения структурной схемы целесообразно применять типовые подмодули, выполняющие определенные функции под управлением основного модуля. В качестве основного модуля обычно применяется внешняя схема контроля заряда.

На современном рынке микросхем контроля заряда/разряда аккумуляторных батарей представлены разработки компаний **Linear Technology**, **STMicroelectronics** и **Texas Instruments**.

Компании-производители микросхем предлагают решения по контролю заряда батарей различной химической основы. Разнообразие источников питания порождает широкую номенклатуру контролируемых устройств с различным набором функций.

Заключение

Мир современной техники не стоит на месте. С каждым этапом развития появляются новые требования ко всем сопутствующим устройствам, среди которых, конечно же, и химические источники тока. Они должны обеспечивать потребителя все большей энергией, обладать меньшими габаритными размерами и большими характеристиками безопасности. Разумеется, требования к источникам питания порождают дополнение функциональных возможностей устройств их контроля или усовершенствование существующих микросхем заряда. **5**

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка —
e-mail: ac-dc-ac.vesti@compel.ru