

Одна из главных проблем АКБ, подключенных в последовательную цепочку. Балансировка массивов АКБ



Как поступить с аккумулятором из последовательной цепочки АКБ, емкость которого ниже, чем у соседних элементов? В статье подробно разобрана эта проблема, рассказано, что происходит с аккумуляторами в цепочках, почему емкость некоторых компонентов цепи ниже, исправны ли такие аккумуляторы, надо ли их заменять и как балансировочное оборудование позволяет исправить ситуацию.

ГК «Системотехника», г. Москва

Любой электрик или энергетик, работавший с системами бесперебойного питания объектов, будь то источники бесперебойного питания (ИБП) или системы оперативного постоянного тока (СОПТ), сталкивался с цепочками аккумуляторов, подключенных последовательно.

Аккумулятор — это замечательное изобретение человечества. Есть масса литературы и технических документов, где описано, как проверить его состояние, как его зарядить и обслуживать. При этом совсем мало информации о том, что происходит с аккумуляторами в цепочках и как правильно обслуживать цепочки аккумуляторов.

Приведем конкретный пример. Предположим, у вас стоит ИБП с цепочкой АКБ, включающей 62 аккумулятора. При замерах выясняется, что в цепочке присутствуют аккумуляторы, например 5 штук, с низким напряжением — 11,8 В.

Первая мысль, которая приходит в голову обслуживающему персоналу: они неисправны, и их надо заменить. Но, набрав телефонный номер фирмы по продаже аккумуляторов, вы получаете ответ, что цепочку АКБ надо менять полностью — это рекомендация производителей, а замена пяти элементов в цепочке приведет к тому, что выйдут из строя остальные или старые испортят замененные новые. После данных разъяснений вы принимаете решение менять

все или только пять штук (в зависимости от уровня доверия к данной фирме и от материального состояния вашего предприятия).

Предположим, что вы приобрели пять аккумуляторов, поставили в цепочку АКБ и наблюдаете одну из вышеперечисленных картин: либо оставшиеся аккумуляторы выходят из строя, либо, что более вероятно, из строя выходят новые элементы.

Что же происходит и правы ли фирмы, торгующие аккумуляторами, утверждая, что менять надо всю цепочку? Забегая вперед, скажем сразу: и да, и нет. Начнем разбираться. Автор статьи исходит из собственного большого опыта работы с АКБ.

Итак, первый вопрос, который возникает у эксплуатирующей организации, когда выходят из строя 5 АКБ из 62 штук: «Почему это произошло? И почему 5?». И наверняка виноватыми останутся китайцы. Да-

вайте попробуем ответить на данный вопрос и защитить китайцев.

На основании чего делается заключение, что АКБ неисправны?

► Самый простой аргумент: напряжение на АКБ не соответствует напряжению на других АКБ. Ведь это же доказывает, что АКБ неисправны, правда?

► Более сложный: индикатор емкости (типа «Кулона») показывает, что напряжение на АКБ низкое и емкость не соответствует заявленной. Это тоже аргумент, уже куда более весомый.

► Проводится контрольный разряд всей линейки АКБ, и наверняка по всем правилам: сначала заряд всей цепочки, потом контрольный разряд и опять заряд. Напряжение наших пяти элементов остается низким. А это очень весомый аргумент.

Должны вас «разочаровать»: ни один из перечисленных способов не

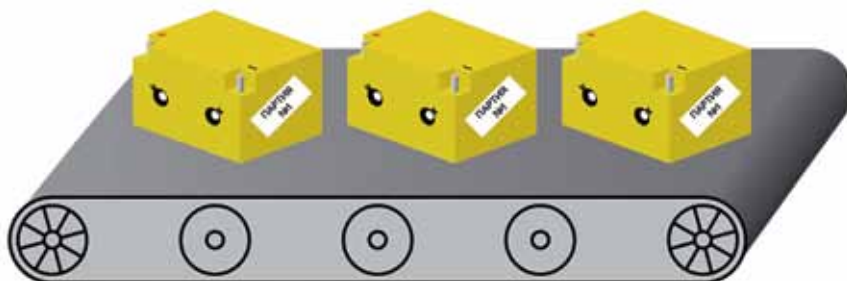


Рис. 1. Даже АКБ одной партии не идентичны по характеристикам



Рис. 2. От выпуска АКБ до начала ее эксплуатации может пройти год

говорит о том, что ваши АКБ вышли из строя. Разберем по порядку.

Во-первых, когда линейку АКБ собирали, в нее поставили аккумуляторы, выпущенные на заводе одной партией. Это в идеале. То есть сплав свинца, из которого сделаны пластины АКБ, однороден во всех аккумуляторах. Предположим, что это так (ведь с трудом можно представить предприятие, которое отправляет в переплавку остатки пластин, не пошедшие в производство АКБ предыдущей партии).

Еще наблюдение: пластины далеко не всех аккумуляторов привариваются к борнам на автоматической линии. Очень часто это делается вручную, особенно для АКБ большой емкости.

Для чего мы это пишем? Для того чтобы стало понятно: получить идеально одинаковые во всём АКБ, даже из одной партии, нереально. Мы получаем набор очень схожих, но не

идентичных по своим характеристикам изделий (рис. 1). Их разнородность легко понять, если измерить внутреннее сопротивление (проводимость) аккумуляторов в линейке.

Во-вторых, когда аккумуляторная батарея собирается на объекте заказчика, очень редко производится полный цикл ее запуска в эксплуатацию. Имеется в виду процедура контроля емкости и напряжения на каждом элементе батареи.

И не следует думать, что это неважно. В процессе поставки время от производства АКБ до запуска в эксплуатацию иногда достигает года и более (рис. 2). Так как в любом аккумуляторе происходят процессы саморазряда, то не факт, что все АКБ доедут до заказчика с одинаковой емкостью (если принять во внимание неоднородность изготовления каждой АКБ).

Итак, учитывая первый и второй факторы, при запуске батареи в эксплуатацию мы получаем линейку

неоднородных изделий (АКБ) с разным зарядом (емкостью).

Теперь начнем разбираться с процессами, которые происходят в последовательной линейке аккумуляторов во время эксплуатации.

Давайте для упрощения наших наблюдений конкретизируем ситуацию:

- ▶ мы имеем линейку АКБ из 62 элементов;
- ▶ напряжение каждого аккумулятора – 12 В (номинал);
- ▶ аккумуляторы подключены в последовательную цепочку;
- ▶ в цепочке у нас присутствует один элемент, заряженный на 50% от номинальной емкости (рис. 3).

Теперь взглянем на то, что будет происходить с цепочкой во время работы оборудования. Так как мы знаем, что в случае низкого напряжения на цепочке батарей нам необходимо зарядить батареи до 14,4 В на элемент (мы рассматриваем общий случай, для

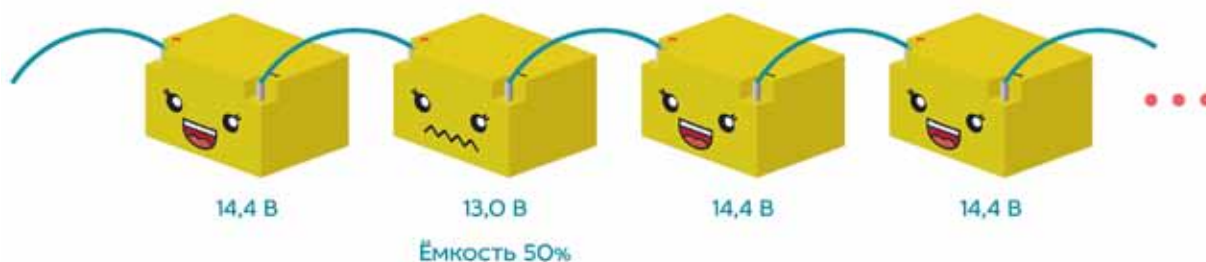


Рис. 3. Один АКБ в цепочке заряжен меньше

VRLA многие производители рекомендуют напряжение 14,7 В на элемент), оборудование включит режим заряда АКБ (на некотором оборудовании этот режим включается вручную).

Взглянем на схему заряда АКБ постоянным напряжением (рис. 4).

Догнав напряжение до 911,4 В (14,4 В на элемент), наш ИБП будет держать его в течение 10 часов, а потом уйдет в режим поддержания заряда (буферный 13,7 В на элемент).

Мы знаем, что в цепи последовательно соединенных компонентов протекает ток, равный минимальному, проходящему через один из элементов цепочки (рис. 5). Так как в нашем случае все АКБ заряжены и напряжение на них распределится как $14,4 \text{ В} - 13,0 \text{ В} = 1,4 \text{ В}$, на оставшийся 61 элемент распределится по: $1,4/61 = 0,023 \text{ В}$. Ток через все элементы пойдет 0,05 СА от номинала. Соответственно и через нашу АКБ, которая была не заряжена, пойдет ток 0,05 СА. Так как мы знаем, что условием заряда аккумулятора является ток, проходящий через него, то значит, и за 10 часов работы нашего ИБП на заряд аккумуляторной батареи данный аккумулятор не зарядится.

Итак, после перехода ИБП в буферный режим на шине постоянно-го тока для поддержания заряда АКБ напряжение упадет до: $13,7 \text{ В} \times 62 \text{ В} = 849,4 \text{ В}$. Токи, проходящие через цепочку АКБ, упадут. На незаряженном элементе, который так и не зарядился в процессе зарядки батареи, ток заряда так и не появится, а наоборот, появится баланс между током заряда и током саморазряда аккумулятора. И в таком состоянии элемент может простоять и год, и два, и больше (рис. 6).

Теперь предположим, что через год мы решили проверить состояние наших АКБ. Используя любой метод,

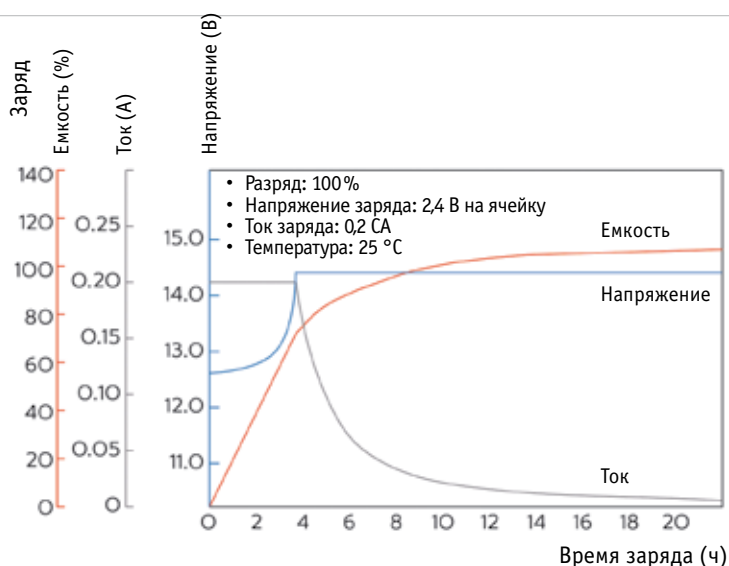


Рис 4. Заряд АКБ постоянным напряжением

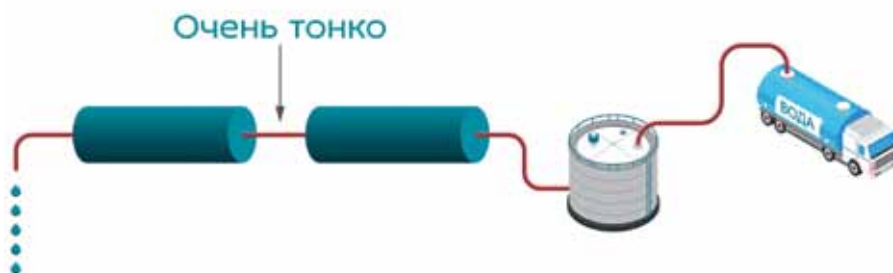


Рис. 5. Скорость потока во всей цепи равна его скорости через минимальное сечение

который изложен в начале данной статьи, мы получаем, что один аккумулятор в нашей цепочке неисправен, и выкидываем его. Хотя в случае если у нас не было срабатываний по перебоям питания, данный элемент абсолютно исправен, только не заряжен. Да, в процессе эксплуатации, если была глубокая просадка батареи, АКБ, скорее всего, придет в негодность, так как изначально был недозаряд.

Как же избежать таких ситуаций и как проверять состояние всех элементов батареи? Есть два способа:

► перед проверкой состояния всей цепочки необходимо зарядить каждый элемент батареи с помощью отдельного зарядного устройства постоянным током, по схеме, предоставленной производителем;

► произвести балансировку емкостей аккумуляторной батареи целиком. Для этого существует специальное оборудование, которое позволяет выровнять емкости всей цепочки батарей.

Балансировочное оборудование можно поставить на батарею на весь



Рис. 6. «Узкий» элемент в цепочке АКБ не зарядится никогда

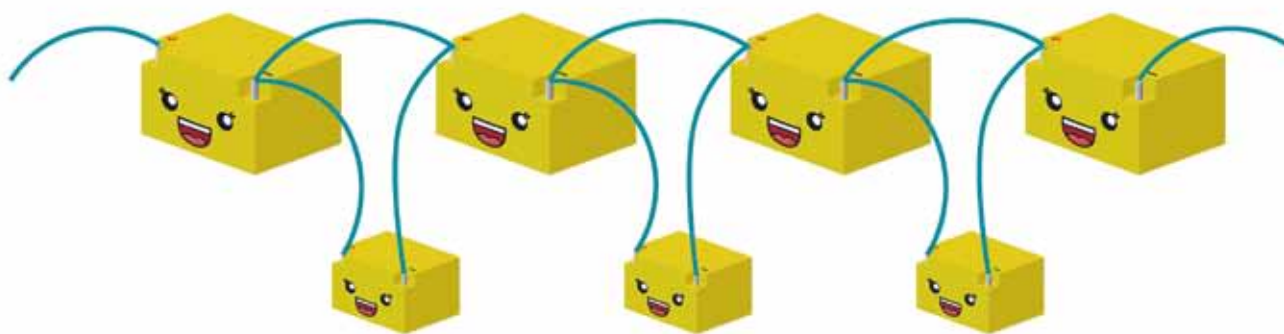


Рис. 7. Балансировочное оборудование позволяет поддерживать максимальный заряд всех элементов цепочки

срок службы. Это очень актуально, когда вы используете большие емкости. Вы сразу решаете несколько задач:

- ▶ емкость всего батарейного массива будет максимальна, то есть в цепочке не будут присутствовать недозаряженные элементы (рис. 7);
- ▶ вы увеличиваете срок эксплуатации всей вашей батареи, так как недозаряд элементов в цепочке в случае срабатывания системы на автономии

не приведет к просадке отдельных элементов ниже допустимого разряда (у батареи на 12 В это значение составляет 10,8 В);

- ▶ вы всегда сможете точно оценить состояние каждого элемента способом контрольного разряда.

Если возможности поставить данное оборудование на цепочку АКБ нет, то рекомендуем проводить балансировку всего батарейного массива периодически — не реже одного

раза в год. Но если вы меняете часть элементов в цепочке АКБ, то в этом случае балансировку цепи надо провести обязательно.

В.Н. Сотников, руководитель сервисного направления, ГК «Системотехника», г. Москва, тел.: +7 (495) 255-0339, e-mail: info@sstmk.ru, сайт: www.sstmk.ru

18 - я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНИКИ

ChipEXPO-2020

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ



ОРГАНИЗАТОРЫ:

ЗАО «ЧипЭКСПО»
Москва, 121351,
ул. Ярцевская, д.4.
Тел.: +7 (495) 221-50-15
E-mail: info@chipexpo.ru
http://www.chipexpo.ru



ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ:

- Экспозиция Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, включая:
 - экспозицию предприятий, являющихся изготовителями изделий, включенных в единый реестр российской радиоэлектронной продукции (Постановление Правительства РФ №878),
 - экспозицию разработок, созданных в рамках государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы» (Постановление Правительства РФ №109),
 - экспозицию разработок, обеспечивающих выполнение приоритетных национальных проектов.
- Дивизионы кластера «Радиоэлектроника» ГК «Ростех»
- Квалифицированные поставщики ЭКБ
- Участники конкурса «Золотой Чип»
- Стартапы в электронике
- Консорциумы и дизайн-центры по электронике
- Корпорация развития Зеленограда

ВЫСТАВКА ПРОЙДЕТ

15-17.09

В ТЕХНОПАРКЕ ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА

СКОЛКОВО



ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



МИНПРОМТОРГ РОССИИ



РОСЭЛ

