



**АНАЛИТИКА  
ЭКСПО**



a Hyve event

18-я Международная выставка  
лабораторного оборудования  
и химических реактивов

**22-25.09.2020**

Москва, МВЦ «Крокус Экспо»



[analitikaexpo.com](http://analitikaexpo.com)



Для бесплатного прохода  
на выставку зарегистрируйтесь  
на сайте, указав промокод:

**isup**

## Система пассивной балансировки аккумуляторных батарей, соединенных последовательно или последовательно-параллельно

ООО «НИП»

В статье подробно рассказано, как меняется внутренняя емкость ячеек свинцовых аккумуляторных батарей (АКБ) и они выходят из строя. Представлен модуль балансировки, разработанный компанией «НИП» и позволяющий эксплуатировать соединенные последовательно или последовательно-параллельно АКБ много лет без отказов.

ООО «НИП», г. Великий Новгород

Последние несколько лет в технических печатных изданиях много внимания уделяется методике заряда литиевых аккумуляторов. Это и понятно – при неправильном напряжении хотя бы на одном из элементов литиевая аккумуляторная батарея (АКБ) выходит из строя, порождая пожароопасную ситуацию. Без полноценной BMS (системы управления аккумуляторной батареей) литиевую АКБ эксплуатировать нельзя и даже опасно.

На этом фоне свинцовые АКБ остаются в стороне, так как имеют более щадящие параметры заряда и в крайнем случае «пшикнут» облаком газа. Но из-за низкой стоимости они получили более широкое распространение: в источниках бесперебойного питания (коттеджей, технологического оборудования, медучреждений и др.), в установках сбора и использования солнечной и ветровой энергии, автомобильном транспорте и т.д. Хотя сейчас, когда доллар постоянно растет, говорить можно только об их относительной дешевизне по сравнению, скажем, с литиевыми АКБ. Лет десять назад, когда шел экономический рост и доллар стоил 30 руб., многие попросту не задумывались о продолжительной эксплуатации свинцовых АКБ («подумаешь, откажет, купим новую»).

А сейчас, когда доллар перевалил за

70 руб. и свободных денег на руках остается все меньше, люди чаще считают свои расходы и хотят, чтобы их вложения служили как можно дольше.

Возьмем, к примеру, автомобильную свинцовую батарею на 12 В (рис. 1). Она состоит из шести последовательно соединенных 2-вольтовых ячеек. При производстве АКБ на заводе вся ее свинцовая начинка изготавливается одинаковой, и электролит заливается из одной «бочки», поэтому все двухвольтовые ячейки имеют одинаковые параметры (емкость, внутреннее сопротивление и пр.) с минимальным технологическим разбросом. То есть и заряжаться такие ячейки будут равномерно, а в конце заряда

одновременно достигнут конечного напряжения. Пусть напряжение генератора автомобиля 14,4 В. В начале работы напряжения на ячейках распределяются так:

$$2,4 \text{ В} + 2,4 \text{ В} + 2,4 \text{ В} + 2,4 \text{ В} + 2,4 \text{ В} + 2,4 \text{ В} = 14,4 \text{ В.}$$

В ходе эксплуатации автомобиля происходят удары, колебания температур и бывают другие обстоятельства, влияющие на работу АКБ. Например, могут пробку неплотно закрутить при прохождении ТО или магнитола оставить включенной на ночь, из-за чего АКБ сильно «подсядет». Все эти факторы способны привести к изменению структуры свинцовых пластин и плотности электролита, из-за чего изменится внутреннее сопротивление двухвольтовых ячеек и уменьшится их емкость. После этого напряжения на ячейках при заряде могут выглядеть уже так:

$$2,4 \text{ В} + 2,3 \text{ В} + 2,4 \text{ В} + 2,4 \text{ В} + 2,4 \text{ В} + 2,5 \text{ В} = 14,4 \text{ В.}$$

Получается, вторая ячейка недозаряжена, а шестая уже начинает кипеть. Оба процесса губительно влияют на АКБ. К сожалению, все АКБ на 12 В выпускаются без доступа к про-



Рис. 1. Автомобильная свинцовая батарея



Рис. 2. «Мокрота» возле пробок ячеек – признак разных напряжений на ячейках АКБ



Рис. 3. Две АКБ, соединенные последовательно, на большегрузном транспорте



Рис. 4. Блок аккумуляторных батарей для ИВБ

межуточным контактам и вовремя разбег значений напряжений заметить нельзя. Косвенным показателем может служить «мокрота» возле пробок ячеек (рис. 2). Со временем этот дисбаланс только увеличивается и приводит к выкипанию и разрушению одних и сульфатации других ячеек.

А если таких АКБ две и соединены они последовательно (рис. 3), как на большегрузном транспорте с бортовой сетью 24 В? Если батареи подобраны на заводе, то лет 5 могут прослужить. А вот если они из магазина, да еще и из разных партий, то дисбаланс между АКБ (не говоря уже о внутренних 2-вольтовых ячейках) гарантирован, и примерно через год их можно будет выкинуть. При стабильном напряжении генератора, скажем 28,8 В, разница напряжений на батареях может быть существенной: на одной 13 В, а на другой 15,8 В. А это значит, что одна батарея сульфатируется, а вторая «кипит». Первой откажет АКБ, которая кипит. Дальнейшие могут подтвердить, что один из аккумуляторов «умирает» намного быстрее. Естественно, когда начинаются проблемы, аккумуляторщики (ну или просто водители) начинают проводить мероприятия по восстановлению отказавших АКБ: корректируют электролит в ячейках, проводят КТЦ и выравнивающий заряд каждого АКБ по отдельности и даже меняют батареи местами. Все эти «шаманства» на некоторое время продлевают работу аккумуляторов, но не убирают основную проблему – разность внутренних сопротивлений.

А если аккумуляторов соединено последовательно еще больше: три, четыре, двадцать? Такое соединение практикуется в источниках бесперебойного питания, где получили распространение свинцовые необслуживаемые АКБ на 12 В (рис. 4).

По качеству исполнения они бывают с 5-летней гарантией и выше. Но гарантия распространяется на правильно эксплуатируемую АКБ, а такого очень сложно добиться, когда соединено последовательно две и более батареи.

Возьмем, к примеру, систему бесперебойного питания коттеджа с инвертором на 3 кВт и общим напряжением АКБ 48 В (рис. 5). В начале эксплуатации напряжения конечного заряда будут: 14,4 В + 14,4 В + 14,4 В +

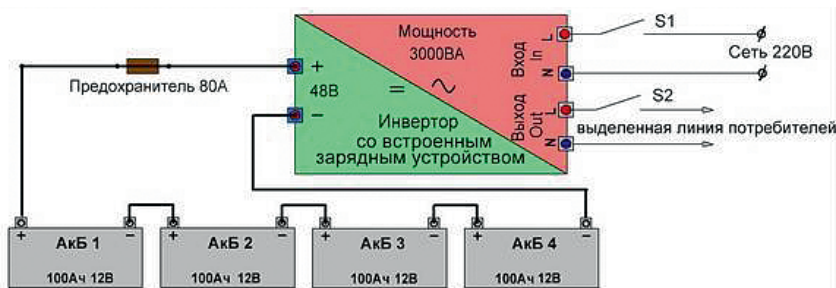


Рис. 5. Блок-схема энергосистемы резервного питания мощностью 3000 ВА, напряжение питания 48 В

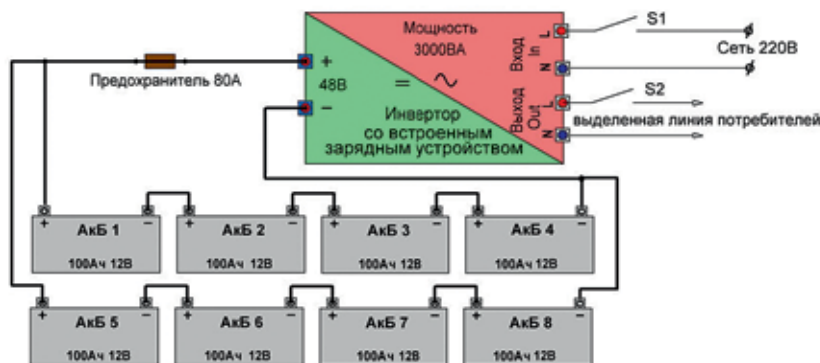


Рис. 6. Энергосистема резервного питания с двумя АКБ, поставленными в параллель

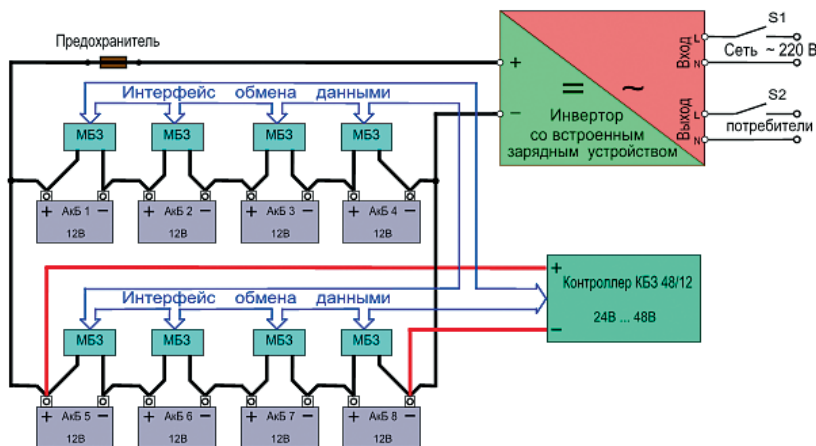


Рис. 7. Блок-схема энергосистемы с последовательно-параллельным включением АКБ и напряжением питания 48 В

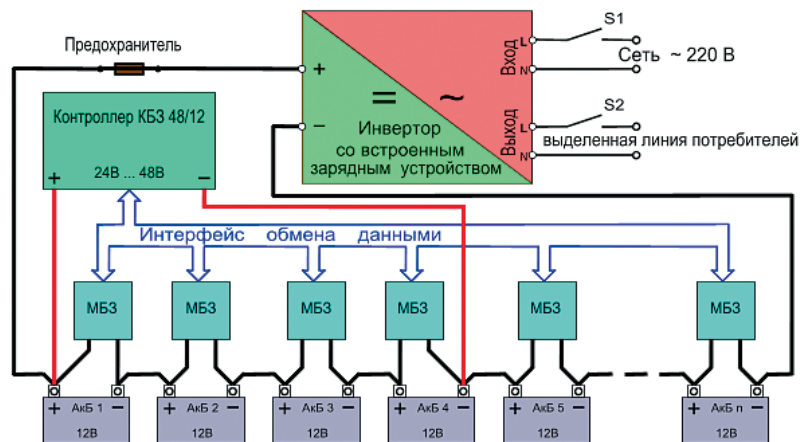


Рис. 8. Блок-схема подключения контроллера КБЗ в энергосистеме с повышенным напряжением питания на АКБ

+ 14,4 В = 57,6 В. Но уже через несколько месяцев активной эксплуатации внутреннее сопротивление каждой АКБ изменит свое первоначальное значение и общая картина напряжений заряда может выглядеть уже так: 13,5 В + 15,6 В + 13,2 В + 15,3 В = 57,6 В. Одни аккумуляторы перезаряжены, другие недозаряжены, но суммарно они начинают быстро терять емкость.

Некоторые пользователи уверяют, что их ИБП служат больше 5 лет и с АКБ все в порядке, никакого разбега не наблюдается и ничего дополнительно делать не нужно. Да, такое возможно, если АКБ постоянно стоят в буферном режиме (13,5...13,7 В на один АКБ) и разряжаются на нагрузку в лучшем случае раз в год. В этом режиме практически никаких отрицательных процессов в аккумуляторе не идет и зарядное устройство в ИБП просто компенсирует ток саморазряда батареи.

Что же делает рядовой пользователь, который через год эксплуатации видит, что его резервная система вместо положенных, скажем, 6 часов отработывает не больше трех? Правильно думаете! Он докупает еще АКБ и ставит их в параллель с «разбежавшимися» (рис. 6).

Этот вариант на какое-то время спасает ситуацию, но не устраняет, а только усугубляет проблему. В результате примерно через полтора – два года эксплуатации ИБП приходится менять все АКБ. Заменой первых вышедших из строя аккумуляторов проблему не решить: они будут отличаться от остальных, и дисбаланс напряжений будет только возрастать.

А можно ли что-то сделать, чтобы дисбаланс не возникал? Оказывается, можно!

Уже порядка 10 лет ООО «НИП» разрабатывает и производит пассивные системы балансировки свинцовых аккумуляторных батарей, соединенных последовательно или последовательно-параллельно (рис. 7).

Наша продукция выгодно отличается универсальностью архитектуры: один общий контроллер служит для сбора данных и управления, и на каждый АКБ устанавливается один модуль балансировки. Работа системы при заряде идет постоянно по среднему напряжению всех аккумуляторов. Ничто не мешает использовать нашу



Рис. 9. Система балансировки на ИБП 200 кВА с сорока аккумуляторами



Рис. 10. СБЗ-2 2К-12В

систему балансировки для высоковольтных решений, разработанных для промышленных ИБП (рис. 8).

На рис. 9 показана система балансировки, установленная на ИБП 200 кВА с сорока аккумуляторами.

Сколько же прослужат эти АКБ при применении балансировки? Практика показала, что до установки системы балансировки из сорока АКБ за полтора года выходила из строя при-

мерно половина. И это в буферном режиме! Мало того, что нужно было сдать в утиль круглую сумму денег, так еще и затрачивался огромный человеческий ресурс на отбраковку этих АКБ. После установки балансировки АКБ работают уже третий год без единого отказа.

Для большегрузного транспорта с бортовой сетью 24 В и жесткими условиями эксплуатации у нас тоже

есть решение – модель СБЗ-2 2К-12В (рис. 10). Этот вариант выпускается сравнительно недавно, но практика показала, что на большегрузах с его «участием» проблем с АКБ вообще не наблюдается.

О.Ю. Лисичкин, директор,  
ООО «НИП», г. Великий Новгород,  
тел.: +7 (8162) 22-53-83,  
e-mail: lisichkin73@yandex.ru,  
сайт: www.kb-nip.ru

**27-29 октября**  
**УФА 2020**  
**ВДНХ ЭКСПО**

energyexpo, ref\_ufa  
energobvk

#рэф  
#энергетикаурала

**Российский энергетический форум**

**XXVI специализированная выставка «Энергетика Урала»**

ПЛОЩАДКА ФЕДЕРАЛЬНОГО УРОВНЯ | СПИКЕРЫ - АВТОРИТЕТНЫЕ ЭКСПЕРТЫ ОТРАСЛИ | КОММУНИКАЦИИ И НЕТВОРКИНГ



По вопросам выставки  
Бронь стенда [www.energobvk.ru](http://www.energobvk.ru)  
+7 (347) 246-41-93  
[energo@bvkepo.ru](mailto:energo@bvkepo.ru)

По вопросам форума  
Регистрация на форум [www.refbvk.ru](http://www.refbvk.ru)  
+7 (347) 246-42-81  
[kongress@bvkepo.ru](mailto:kongress@bvkepo.ru)

energyexpo, ref\_ufa  
energobvk  
#рэф #бвк  
#энергетикаурала