

Опыт разработки и эксплуатации батарейных шкафов для источников бесперебойного питания.

Исходными данными для расчета батарейного шкафа являются мощность нагрузки P_n , требуемое время автономной работы T_i , параметры источника бесперебойного питания (ИБП): КПД, тип и допустимое количество батарей в одной батарейной цепочке. Для определенности примем $P_n=100$ кВт, КПД=0,95 и $T=30$ минут. Зная КПД для мощности 100 кВт, можно определить мощность, которую ИБП будет потреблять от батарей. $P_{bat}=P_n/\text{КПД}$: $P_{bat}=100\ 000/0,95=105\ 263$ Вт.

Далее надо определить количество и емкость аккумуляторных батарей, которые в сумме обеспечат требуемую мощность для заданного времени автономной работы выбранного ИБП. На этом этапе для предварительного расчета существуют специальные программы, например Battery-autonomy-calculator швейцарской компании АВВ.

В результате расчета вы получите приблизительное количество батарей определенной емкости, собранных в определенное количество цепочек согласно характеристикам ИБП.

Дело в том, что ИБП поддерживает некоторое ограниченное количество батарей, которое зависит от требуемой выходной мощности ИБП.

При выборе батарей кроме емкости и напряжения имеет смысл учитывать следующие их характеристики:

1. Суммарную стоимость комплекта батарей и батарейных перемычек. При прочих равных условиях всегда дешевле набирать требуемую емкость батареями большей емкости.
2. Расчетное время жизни батарей. Оно может варьироваться в пределах от 3 до 25 лет. Батареи далеко не всегда выдерживают расчетное время, особенно если не соблюдаются требуемые условия эксплуатации.
3. Допустимое количество циклов заряд-разряд при определенной глубине разряда. Глубокий разряд может необратимо повредить батареи, если ИБП не отслеживает самостоятельно этот параметр.
4. Температурный диапазон работы. При снижении температуры аккумуляторы обратимо теряют емкость. Если предполагается эксплуатация батарей в зимнее время в неотапливаемом помещении, необходимо вести расчет не по номинальной емкости батарей (обычно указывается при температуре 20-25°C), а по емкости при наименьшей возможной температуре. Так, например, при температуре 5°C.



Battery Autonomy Calculation

newave
A MEMBER OF THE ABB GROUP

PowerWave 33 : Select UPS-Type
100 : Select UPS Power
3 : Insert number of Strings
48 : Insert number of battery blocs
75 : Insert battery capacity (Ah)

Global Settings
Temperature: 25°C
UPS Efficiency: 96 %
cos phi: 1

Battery Configuration
3 x (48 x 75 Ah)

Ratings
Active Power: 100 kW
Tot. Batt. Current: 206,7 A
String Current: 68,9 A

30 Autonomy min.

Autonomy Calculation

DISCLAIMER: This tool has been designed for educational purpose only, Newave assumes no liability for damages resulting from an improper use of it.

Exit

При перегреве сокращается срок работы батарей. Увеличение температуры на каждые 10°C относительно нормы (20-25°C) приводит к сокращению срока службы свинцово-кислотных батарей вдвое. 10-летние батареи могут выйти из строя за один год, если их температура превышает 50°C. Следует помнить, что под нагрузкой температура батарей может быть на 15-20°C выше, чем температура в помещении. Если отказали кондиционеры, в помещении, где установлен ИБП, нет окон, и нет возможности проветривать помещение другим способом, то при температуре воздуха 50°C. Температура

батарей может быть 70°C. В этом случае батареи могут вздуться и прийти в негодность в течение нескольких часов. Это негарантийный случай.

5. Экологические требования. Некоторые типы батарей в определенных ситуациях могут выделять токсичные вещества, например, серную кислоту (особенно при перегреве свинцово-кислотных батарей с жидким электролитом).
6. Пожаро-взрывобезопасность. При работе свинцово-кислотных батарей (кроме гелевых) кислород и водород не всегда успевают рекомбинировать внутри батареи, и часть этих газов, смесь которых взрывоопасна, может стравливаться через клапаны наружу батареи.
7. Тип (свинцово-кислотные, литий-железо-фосфатные, никель-кадмиевые и т.д.), т.к. ИБП может не поддерживать желаемый вами тип АКБ.
8. Вес. Вес батарей очень существенен для удобства сборки батарейного шкафа и его обслуживания (диагностики батарей). При весе до 20-25 кг батареи может устанавливать и снимать один человек, при весе свыше 50 кг установка затруднена даже втроем, т.к. втроем работать неудобно.
9. Тип клемм (ножевые, отверстие с внутренней резьбой, шпилька с наружной резьбой, отверстие без резьбы и др.). Ножевые клеммы используются только в батареях малой емкости (до 12 Ач), т.к. они не обеспечивают надежный контакт (подвержены неконтролируемому рассоединению при перемещении батарей или батарейных проводов) и низкое переходное сопротивление, которое может значительно ухудшиться со временем вследствие окисления на воздухе или под воздействием утечки электролита. Все резьбовые соединения не подвержены самопроизвольному рассоединению во время монтажа/демонтажа.



Ножевые клеммы



Резьбовое соединение

На мой взгляд, наилучший выбор – это отверстие с внутренней резьбой, т.к. в этом случае:

- a. витки резьбы намного реже повреждаются при ударах или оплавляются электрической дугой при случайном коротком замыкании,
 - b. не происходит изгиб оси резьбового соединения в отличие от резьбовой шпильки,
 - c. гораздо проще восстановить поврежденную резьбу в отверстии метчиком, чем на шпильке плашкой, т.к. контактные площадки часто утоплены в корпус батареи, и плашка с воротком просто не помещаются в нишу, где расположена контактная площадка,
 - d. гайки теряются чаще, чем болты, т.к. болты просто больше по размерам,
 - e. гораздо удобнее снимать шайбы с болта, чем с вмонтированной в батарею шпильки (особенно, если у вас короткие ногти),
 - f. не требуется вторая резьбовая деталь, как в случае с гладким отверстием (ушком) и, соответственно, второй гаечный ключ для монтажа/демонтажа,
 - g. не ограничено количество зажимаемых на одной клемме наконечников, как в случае с резьбовой шпилькой ограниченной длины, достаточно при необходимости просто взять более длинный болт.
10. Конструкция и напряжение батареи. Чем больше количество элементарных ячеек в одном корпусе батареи, тем меньше придется изготовить и установить межбатарейных перемычек, вследствие чего сокращается время и стоимость монтажа/демонтажа батарейного шкафа. С

другой стороны, чем меньше количество элементарных ячеек в одном корпусе, тем выше точность диагностики неисправностей и меньше затраты на приобретение новых батарей взамен неисправных или снижение общей емкости батарейного шкафа за счет выбраковки негодных батарей.

11. Особенно надо отметить батареи в исполнении FrontTerminal, которые имеют длину на всю глубину батарейного шкафа. В этом случае клеммы всех батарей доступны для диагностики без какого бы то ни было демонтажа батарей, что сокращает время диагностики и замены неисправных батарей в процессе эксплуатации в несколько раз. Использование специальных батарейных тестеров позволяет производить диагностику даже без остановки ИБП.
12. Доступность батарей для заказа и получение их в течение требуемого времени.
13. Гарантийные условия: срок гарантии, время доставки новых батарей, нахождение поставщика батарей в одной стране с заказчиком во избежание возможных таможенных проблем при замене некондиционных батарей по гарантии.



В случае, если вы не пользуетесь программами-калькуляторами, на следующем шаге вы должны определиться с количеством батарей, батарейных цепочек и батарейных шкафов. Пусть в нашем случае ИБП допускает работу с количеством батарей от 40 до 50 в одной батарейной цепочке. Предпочтительным для расчета является число 50, т.к., с одной стороны, у вас будет резерв по количеству батарей при их выходе из строя, с другой стороны, меньшее количество батарей в большем батарейном шкафу можно разместить всегда. Определяем гипотетическую мощность одной батареи в пересчете к одной батарейной цепочке: $P_{bat1} = P_{bat}/50 = 105\,263/50 = 2105$ Вт. На основе анализа батарейных характеристик выбираем батареи RPower OGiV 12750L(12V 75Ah) производства RP-TechnikGmbh (Германия), со сроком службы 12 лет, которые имеют вес 23 кг (допускают установку силами одного человека), имеют мощность $P_{bat1real} = 840$ Вт при разряде до напряжения 10,2 Вольта в течение заданного нами времени (30 минут).

Constant Power Discharge Characteristics (Watt / Battery, 25°C)

F.V/TIME	5min	10min	15min	30min	1h	3h	5h	10h	20h
9.60V	2481	1701	1359	875	539	228	162	90,9	48,0
10.2V	2357	1616	1304	840	517	225	160	90,1	47,5
10.8V	2215	1519	1239	798	491	220	156	90,1	47,3

При этом количество батарейных цепочек $N_c = P_{bat1}/P_{bat1real} = 2105/840 = 2,5$. Естественно, округляем полученное значение до ближайшего большего целого числа - 3. Конечно же, хочется выбрать такие батареи, которые сразу давали бы количество батарейных цепочек, близкое к целому, но надо иметь ввиду два аргумента: потерю емкости батареями при возможном снижении температуры и за счет естественного старения. Пусть наименьшая температура эксплуатации батарей будет для наглядности 0°C.

Считая для простоты снижение мощности батареи вследствие снижения температуры пропорциональным снижению ее емкости имеем

$N_c = P_{bat1} / (P_{bat1real} / K_t) = 2105 / (840 / 0,85) = 2,948$, что меньше трех.

K_t – коэффициент снижения емкости батареи при снижении температуры до 0°C.

Таким образом, даже при нулевой температуре выбранные батареи должны обеспечить требуемую мощность в течение заданного времени 30 минут. Таким образом, получаем три параллельные цепочки по 50 аккумуляторов RPowerOGiV 12750L(12V 75Ah).

Согласно данным производителя размеры выбранных батарей составляют: длина 260 мм, ширина 168 мм, высота 211 мм, полная высота (с учетом выводов) 214 мм. Согласно планировке электрощитовой место для установки батарейных шкафов размеры шкафов не ограничивает, поэтому определяем размеры батарейных шкафов исходя из размеров дверных

проемов и ширины лестничных маршей и лестничных площадок. При размещении шкафов не на нижнем этаже здания следует также учитывать несущую способность перекрытий.

Поскольку в процессе эксплуатации батареи нуждаются в охлаждении и могут распухать принимаем минимальное расстояние между батареями 10 мм. При ширине дверных проемов 900 мм ширина полки шкафа не может быть больше ширины 4-х батарей: $(168+10) \times 4 + 10 = 722$ мм. С учетом несущих конструкций и толщины стенок общая ширина шкафа составляет 786 мм, что позволяет пронести шкаф через дверной проем. В случае очень узких дверных проемов или лестничных маршей батарейный шкаф может быть выполнен разборным, что позволяет транспортировать его по частям силами всего одного человека и перевозить на легковом автомобиле.

На каждой полке при этом может разместиться три батареи в длину, глубина шкафа с учетом пространства для укладки кабелей и составляет:

1. Суммарная длина трех батарей	$260 \times 3 = 780$ мм
2. Сумма межбатарейных зазоров	$10 \times 4 = 40$ мм
3. Ребра жесткости спереди и сзади полки	$20 \times 2 = 40$ мм
4. Толщина задней рамы	30 мм
5. Толщина двери	30 мм
6. Пространство для укладки кабелей	30 мм
7. Толщина задней обшивки	2 мм
Итого глубина батарейного шкафа	952 мм

Общее максимальное число батарей на одной полке – $4 \times 3 = 12$. Следует учитывать необходимость размещения в батарейном шкафу кроме самих батарей батарейного выключателя (рубильника), коммутационного устройства и предохранителей. За счет этого на одной из полок может разместиться меньшее количество батарей (только 10). Итоговая конфигурация – 5 полок по 10 батарей, нагрузка на одну полку $10 \times 23 = 230$ кг, общая полезная нагрузка на весь батарейный шкаф $50 \times 23 = 1150$ кг.

Поскольку батареи достаточно тяжелые (23 кг), поднимать их на большую высоту не только неудобно, но и опасно. Поэтому не стоит стремиться делать шкафы на всю высоту помещения в погоне за экономией площади. В нашем случае толщина полки из соображений прочности и имеющегося сортамента труб принята 22 мм, межполочные зазоры должны быть не менее удвоенного диаметра внутренних батарейных перемычек в самом узком месте. Удобно также когда в этот промежуток можно завести гаечный ключ для подключения или отключения кабелей без демонтажа самой полки. Это еще 50 мм по высоте. Общая высота шкафа составляет при этом позволяет комфортно работать без подмоостей, не подвергая себя опасности:

1. Высота пяти батарей	$214 \times 5 = 1070$ мм
2. Зазор снизу для подключения кабелей	100 мм
3. Толщина пяти полок	$22 \times 5 = 110$ мм
4. Зазоры по вертикали между полками	$50 \times 4 = 200$ мм
5. Пространство над верхней полкой	100 мм
6. Толщина верхней обшивки	2 мм
Итого высота шкафа	1582 мм



Готовый батарейный шкаф нашего производства с открытой дверцей для размещения 50 аккумуляторов RPower OGiV 12750L (12V-75Ah) по вышеприведенным расчетам: