

Аккумуляторная система

Аккумуляторная система использует химические реакции для хранения электроэнергии для последующего использования, будь то электричество от генератора или от поставщика электроэнергии. С технической точки зрения, электроэнергия сама по себе не может храниться, но относительный энергетический эквивалент сохраняется в виде потенциальной энергии в результате химической реакции и может быть преобразован в электричество позже. Химические аккумуляторы работают путем зарядки раствора, который сохраняет заряд достаточно долго, чтобы его можно было снова разрядить и распределить позже.

Архитектура системы

Аккумуляторные батареи являются конечными носителями и принцип их работы относительно прост.

Батареи могут принимать и подавать только постоянный ток, в то время как большинство крупных электроприборов и источников питания используют переменный ток. Для этого аккумуляторным батареям требуются внешние устройства для преобразования тока в зависимости от использования и потребности.

- Для получения переменного тока аккумуляторной батарее потребуется трансформатор или специализированное зарядное устройство.
- Для подачи переменного тока аккумуляторной батарее потребуется внешний инвертор.

Эти два устройства часто объединяются в инвертор-зарядное устройство, которое может использоваться в качестве посредника между аккумуляторной батареей и замкнутой цепью.

Поскольку каждая аккумуляторная батарея имеет ограниченную емкость, для аккумуляторных источников питания требуется специальное оборудование для контроля и управления потоком электричества, поступающего в батарею, называемое контроллером заряда. Контроллер заряда непрерывно контролирует состояние заряда батареи, распознавая, насколько она заряжена, и должен автоматически прекращать зарядку после того, как батарея будет полностью заряжена. Аккумуляторы обладают высокой энергией и могут быть чрезвычайно опасны при чрезмерной зарядке! Чрезмерная зарядка аккумулятора может привести к искрообразованию, возникновению пожара и даже взрыву, что может привести к выбросу опасных химических веществ. Резервное питание от аккумуляторной батареи не должно выполняться без соответствующего контроллера заряда.

Как и для генераторной установки, резервное питание от аккумуляторной батареи должно иметь все доступные средства защиты, включая выключатели, предохранители и кабель заземления.

Соответственно, аккумуляторная система, как правило, включает в себя следующие компоненты:

- Одна или несколько аккумуляторных батарей.
- Инвертор-зарядное устройство.
- Контроллер заряда.
- Кабели и защитные устройства, такие как предохранители и заземление.

Аккумуляторные батареи

Аккумуляторная батарея — это накопитель, способный накапливать химическую энергию и преобразовывать ее в электрическую энергию посредством электрохимической реакции. Используется множество различных химических составов, в частности, никель-кадмиевые батареи, используемые для питания небольших портативных устройств, или литий-ионные (Li-ion) батареи, используемые для более крупных портативных устройств. При этом наиболее проверенным типом по химическому составу и наиболее длительным по использованию является свинцово-кислотная батарея.

Типы

Аккумуляторные батареи изготовлены из нескольких материалов и форм, подходящих для различных целей. В настоящем руководстве основное внимание будет уделено наиболее распространенным аккумуляторным батареям, используемым в качестве резервных источников выработки электроэнергии. Два основных типа можно обобщить следующим образом:

1. Кислотные аккумуляторные батареи.
2. Свинцово-кислотные аккумуляторные батареи с клапанным регулированием.

Кислотные аккумуляторные батареи:

Кислотные аккумуляторные батареи с жидкостными элементами являются наиболее распространенными обычными аккумуляторами, используемыми в транспортных средствах с двигателями внутреннего сгорания. Кислотные аккумуляторные батареи с жидкостными элементами могут иметь различные названия:

- Кислотная аккумуляторная батарея.
- Аккумуляторная батарея с жидкостными элементами.
- Герметизированная свинцово-кислотная аккумуляторная батарея.
- Повторно герметизируемая свинцово-кислотная батарея.

Эти аккумуляторные батареи содержат комбинацию жидкого электролита, который свободно перемещается в отсеке элементов. Пользователи имеют доступ к отдельным элементам и могут добавлять дистиллированную воду (или кислоту) по мере высыхания аккумуляторной батареи. Основной характеристикой этого вида аккумуляторных батарей является их низкая стоимость, благодаря чему они являются доступными практически во всем мире и широко используются в странах с низким уровнем дохода или развивающихся странах. Обращаться с кислотными аккумуляторными батареями довольно просто, и их можно заряжать с помощью простого нерегулируемого зарядного устройства. Тем не менее, эти аккумуляторные батареи требуют периодической проверки и технического обслуживания, при этом экстремальные климатические условия могут оказывать значительное влияние на срок службы аккумулятора вследствие испарения или замерзания раствора электролита внутри аккумуляторной батареи.

Такие аккумуляторы, как правило, изготавливаются с двумя клеммами и 6-ю пробками, обеспечивающими доступ к каждому отсеку или элементу 2 В, что дает в общей сложности 12 В. Для этого типа аккумуляторов типичный диапазон напряжения поглощения составляет от 14,4 до 14,9 вольт, а типичный диапазон напряжения холостого хода — от 13,1 до 13,4 вольт.

Аккумуляторы легковых или грузовых автомобилей не подходят для использования в качестве постоянной системы хранения. Автомобильные аккумуляторы предназначены для обеспечения высокого тока в течение коротких периодов времени, в частности, для запуска двигателя внутреннего сгорания. Существуют свинцово-кислотные аккумуляторные батареи, которые недавно были специально разработаны для использования в качестве накопителей.

Свинцово-кислотные аккумуляторные батареи с клапанным регулированием (VRLA):

Свинцово-кислотные аккумуляторные батареи с клапанным регулированием (VRLA — от англ. Valve Regulated Lead Acid) — это термин, который может относиться к нескольким различным маркам и конструкциям, но все они имеют одно и то же свойство: они являются герметичными. Аккумуляторы VRLA иногда называют герметичными или не проливающимися свинцово-кислотными аккумуляторными батареями. Герметичное свойство таких аккумуляторных батарей облегчает транспортировку и снижает ее опасность, а при определенных обстоятельствах их можно даже перевозить воздушным транспортом. Однако герметичность снижает срок их службы, так как такие аккумуляторы не подлежат заправке: в среднем их срок службы составляет 5 лет при температуре 20 °C.

Аккумуляторные батареи VRLA обычно стоят дороже и требуют полностью регулируемого зарядного устройства, и вследствие этого они менее распространены во всем мире. В этих аккумуляторах в качестве химического раствора по-прежнему используется кислота, вступающая в реакцию со свинцом, но вместо камер и клемм в них могут использоваться резьбовые штифты.

Свое название батарея получила благодаря клапанному регулируемому механизму, который обеспечивает безопасный выход газов водорода и кислорода во время зарядки. Существуют также более усовершенствованные конструкции, в том числе:

Аккумуляторы на основе абсорбированного в стекловолоконной материи электролита (AGM)

Конструкция AGM (от англ. Absorbed Glass Mat) позволяет подвешивать электролит в непосредственной близости от активного материала пластины. Это повышает эффективность как разрядки, так и перезарядки.

Поскольку внутри отсутствует жидкость, эти аккумуляторные батареи могут работать лучше, чем кислотные аккумуляторы, в тех случаях, когда техническое обслуживание затруднено, однако они чувствительны к чрезмерной или недостаточной зарядке, что влияет на их срок службы и производительность. Аккумуляторы AGM работают наиболее надежно, когда их использование ограничено разрядом не более 50% емкости аккумулятора.

Батареи AGM обычно являются типом аккумуляторных батарей, выбираемых в автономных системах электроснабжения.

Гелевые аккумуляторные батареи

Аккумуляторы с гелевыми элементами имеют водно-кислотный состав в виде геля. Электролит в гелевом аккумуляторе содержит кремнеземную добавку, которая вызывает его застыванию или затвердеванию.

Напряжения перезарядки для этого типа элементов ниже, чем в других типах свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, а гелевые элементы, вероятно, являются наиболее чувствительными элементами с точки зрения побочных реакций на перенапряжение зарядки.

Гелевые батареи лучше всего использовать в системах с очень глубоким циклом, и они могут прослужить немного дольше в жаркую погоду. К сожалению, полная глубокая разрядка приводит к необратимому разрушению аккумуляторной батареи. Если на гелевом аккумуляторе используется несоответствующее зарядное устройство, это может привести к снижению производительности и преждевременному выходу из строя.

Примечание: Очень часто некоторыми используется термин «гелевые элементы», когда речь идет о герметичных батареях, не требующих технического обслуживания, так же, как если бы они использовали название бренда, когда речь идет о целой категории продуктов. Будьте очень осторожны при выборе зарядного устройства: чаще всего, когда кто-либо имеет в виду гелевый элемент, это действительно означает герметичный, не требующий технического обслуживания аккумулятор типа VRLA или AGM. Аккумуляторы с гелевыми элементами не так распространены, как батареи AGM, и их трудно получить в гуманитарных контекстах.

Тип аккумуляторной батареи	Диапазон напряжения поглощения	Диапазон напряжения холостого хода
Кислотные аккумуляторные батареи	14,4–14,9 вольт	13,1–13,4 вольт
Аккумуляторы VRLA	14,2–14,5 вольт	13,2–13,5 вольт
Аккумуляторы AGM	14,4–15,0 вольт	13,2–13,8 вольт
Гелевые аккумуляторы	14,0–14,2 вольт	13,1–13,3 вольт

Емкость

Емкость определяется как общее количество энергии, которое батарея может накапливать и воспроизводить в виде электричества. Емкость аккумулятора обычно описывается в кратных и порядковых величинах ватт-часов (Вт·ч) — от 1 Вт·ч до 1 кВт·ч (1000 Ватт-часов). Ватт-час определяется как электрическая энергия, необходимая для

подачи одного ватта электроэнергии в течение одного непрерывного часа. Например, стандартная лампа накаливания мощностью 60 Вт потребует 60 Вт·ч накопленной энергии для функционирования в течение одного часа. Легко понять, почему правильная оценка потребностей в потреблении имеет важное значение для проектирования резервных аккумуляторных систем, особенно для элементов, связанных с безопасностью или критически важных для миссии.

Вероятно, наиболее важной характеристикой аккумуляторной батареи является ее емкость, выраженная в ампер-часах (А·ч). Вт·ч рассчитывается путем умножения А·ч на напряжение батареи — чаще всего 12 вольт.

Энергия (Вт·ч) = напряжение (В) × емкость (А·ч)

Емкость аккумуляторной батареи зависит от следующих факторов:

- **Продолжительность разряда:** Обычно производитель указывает емкость в 20-часовом режиме, обозначенную как C20. Для режима C20 та же аккумуляторная батарея сможет подавать больше энергии за 20 часов, чем за 10.
- **Температура:** Емкость может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от внешней температуры. Номинальная температура составляет 20 °C.

Также имейте в виду, что многократная разрядка аккумулятора на полную мощность, скорее всего, приведет к его повреждению. Чтобы увеличить срок службы аккумуляторной батареи, в ней всегда должна оставаться некоторая энергия перед зарядкой. По этой причине, как правило, используется только 50% мощности. В результате энергию, которую фактически может выдать батарея, лучше измерять на основе половины ее полной емкости.

Энергия = 0.5 × напряжение × емкость

Аккумуляторная батарея емкостью 100 А·ч содержит 1200 Вт·ч:

$$100 \times 12 = 1,200 \text{Вт}\cdot\text{ч}$$

Пример:

Для увеличения срока службы аккумулятора можно использовать только 600 Вт·ч. Как долго лампа накаливания мощностью 40 Вт прослужит при непрерывном использовании?:

$$600 \text{Вт}\cdot\text{ч} / 40 \text{Вт} = 15 \text{ часов}$$

Лампа накаливания мощностью 40 Вт может работать в течение **15 часов**, прежде чем будет необходимо зарядить аккумуляторную батарею.

Как правило, чем больше аккумуляторная батарея и чем выше емкость, тем больше повышается эффективность при одновременном снижении цены за ватт-час. Рекомендуется использовать тип батареи с наибольшей доступной емкостью, а затем использовать несколько батарей этого типа для достижения общей потребности в накоплении энергии. Постоянное добавление небольших аккумуляторов меньшей емкости приведет к более высоким затратам и дополнительным проблемам в будущем.

Срок службы в буферном режиме

Срок службы в буферном режиме — это ожидаемый срок службы аккумуляторной батареи, если она подвергается непрерывному заряду и никогда не разряжается. Когда батарея установлена в электрической системе, которая постоянно получает заряд, это называется «непрерывной зарядкой». При отключении питания и переключении на заряженные в непрерывном режиме аккумуляторы, срок службы в буферном режиме указывает продолжительность работы этих аккумуляторных батарей. Срок службы в буферном режиме уменьшается с повышением температуры, и, как правило, срок службы в буферном режиме, гарантированный производителем, рассчитывается для температуры 20 °С. Как правило, срок службы в буферном режиме уменьшается примерно наполовину при каждом среднем повышении температуры на 10 °С.

Аккумулятор с номинальным сроком службы в буферном режиме 10 лет при температуре 20 °С. Каков будет срок службы, если средняя температура составляет 30 °С?

Пример: $10 / 2 = 5$ лет

Срок службы аккумуляторной батареи составит **5 лет**, если средняя температура в аккумуляторном помещении — 30 °С, и только **2,5 года**, если средняя температура в аккумуляторном помещении достигает 40 °С.

Циклический ресурс

В дополнение к сроку службы в буферном режиме, «циклический ресурс» — это количество циклов, которые аккумуляторная батарея может выдержать в течение срока службы. Цикл работы аккумуляторной батареи определяется как полная зарядка батареи, а затем полная разрядка, что составляет один полный «цикл». Как правило, данная информация содержится в технических спецификациях, и рекомендуется покупать аккумуляторы со сроком службы более 400 циклов.

Циклический ресурс зависит от глубины разряда. Глубина разряда 50% — это хороший компромисс между избыточными вложениями и более быстрой деградацией.

Прочие характеристики

Другими характеристиками аккумулятора являются:

- **Скорость саморазряда.** Скорость саморазряда определяется как скорость, с которой батарея будет рассеивать электричество, если она хранится в полностью заряженном состоянии, но не используется. Это полезно только в том случае, если аккумуляторные батареи предназначены для длительного хранения. Скорость саморазряда свинцово-кислотной аккумуляторной батареи обычно составляет менее 5% в месяц.
- **Температура замерзания:** Аккумуляторная батарея будет разрушена, если ее раствор электролита замерзнет. Температура замерзания зависит от конструкции, состава и скорости заряда аккумулятора, при этом разряженная аккумуляторная батарея более подвержена замерзанию. Тем не менее, температура замерзания аккумуляторной батареи почти всегда ниже температуры замерзания воды.

Количество необходимых аккумуляторных батарей

Тип аккумуляторной батареи, необходимой для установки, будет зависеть от потребностей в электроэнергии, бюджета, страны эксплуатации и условий, в которых система должна работать.

После определения модели аккумуляторной батареи необходимо рассчитать необходимое количество аккумуляторов. Это можно сделать с помощью следующей формулы, всегда округляя количество в большую сторону.

Кол-во аккумуляторов = (Энерго потребление) (макс. глубина цикла × Напряжение аккумулятора)

Анализ системы указывает на потребность в 12 880 Вт·ч. Доступные батареи имеют характеристики 220 А·ч/ 12 В, и требуют 50% максимальной глубины разряда. Сколько аккумуляторных батарей требуется?

Пример:

$$12\ 880 / (50\% \times 12 \times 220) = 9,76$$

Требуется **10 аккумуляторных батарей**.

Обратите внимание, что все батареи, используемые в аккумуляторной системе, должны иметь одинаковые характеристики:

- **Одинаковая емкость:** если требуется 500 А·ч, невозможно использовать 2 x 200 А·ч + 1 x 100 А·ч. Системе потребуется 5 x 100 А·ч или (предпочтительно) 3 x 200 А·ч.
- **Марка и модель:** Насколько это возможно, аккумуляторные батареи должны быть одной марки и модели.
- **Возраст:** Насколько это возможно, все батареи должны иметь одинаковую «историю». Настоятельно рекомендуется не смешивать старые и новые батареи, даже если они одной модели.

Инвертор-зарядное устройство

Важно выбирать аккумуляторные батареи, которые имеют соответствующую емкость и конструкцию, при этом инвертор-зарядные устройства могут повысить эффективность системы. Аналогичным образом, инвертор-зарядное устройство может повредить систему, если она установлена неправильно, или если она неисправна или ненадлежащим образом спроектирована. Назначением инвертора-зарядного устройства является преобразование переменного тока в постоянный для зарядки аккумуляторов и из постоянного в переменный для разрядки аккумуляторов. Однако инверторные зарядные устройства могут выполнять гораздо больше — они могут функционировать как «мозг» электроустановки, координируя потоки энергии между основным источником (генератором или сетью), аккумуляторными батареями и конечным пользователем. Надлежащее инверторное зарядное устройство может обеспечить гораздо лучшее качество обслуживания, чем любые другие резервные системы, включая следующее:

- Мощность, доступная от инвертора, может в 4 раза превышать максимальную мощность основного источника питания.
- Увеличение срока службы генератора.
- Регулируемое напряжение и частота.
- Бесперебойное электропитание.

Инверторы-зарядные устройства должны приобретаться вместе со следующими компонентами:

- Контроллеры аккумуляторных батарей.
- Датчики температуры.

Кабельные соединения аккумуляторной батареи

Кабели, соединяющие батареи между собой, играют важную роль в работе аккумуляторной системы. Выбор правильного размера (диаметра) и длины кабеля имеет важное значение для общей эффективности системы. Слишком короткие или излишне длинные кабели приведут к потере мощности и увеличению сопротивления. При подключении аккумуляторных батарей кабели между каждой батареей должны быть одинаковой длины, чтобы обеспечить одинаковое сопротивление кабеля, позволяя всем батареям в системе работать одинаково.

Особое внимание следует также уделить тому, где находятся основные кабели системы, которые подключены к аккумуляторному блоку. Слишком часто кабели системы, питающие нагрузки, подключаются к первой или «самой простой» для подключения аккумуляторной батарее, что приводит к низкой производительности и сокращению срока службы. Эти основные системные кабели, идущие к распределению постоянного тока (нагрузкам), должны быть подключены через весь аккумуляторный блок. Это гарантирует равномерность зарядки и разрядки всего аккумуляторного блока, обеспечивая оптимальную производительность. Основные кабели системы и кабели, соединяющие аккумуляторные батареи, должны иметь достаточный размер (диаметр), чтобы выдерживать общий ток системы. Если имеется крупное зарядное устройство или инвертор, важно убедиться, что кабели способны выдерживать потенциально большие токи, которые генерируются или потребляются подключенным оборудованием, а также всеми другими нагрузками.

Установка аккумуляторной системы

Аккумуляторное отделение

Аккумуляторное отделение имеет то же назначение, что и генераторное отделение:

- Изолируйте аккумуляторную систему, чтобы снизить риск аварии — например, утечки кислоты или вредных выбросов газа — и предотвратить несанкционированный доступ.
- Обеспечьте надлежащие условия эксплуатации: аккумуляторное отделение должно обеспечивать защиту электроники от воды и пыли и хорошо проветриваться.

Аккумуляторные батареи, используемые для резервного питания и распределения, должны располагаться в определенном месте и с надлежащим планированием. Аккумуляторное отделение удобно располагать рядом с основным источником питания или распределительным щитом, однако аккумуляторные батареи не следует устанавливать в том же помещении, что и генератор. Высокие или изменяющиеся температуры оказывают значительное влияние на срок службы и производительность батарей, поэтому рекомендуется иметь отдельное хорошо проветриваемое помещение для аккумуляторных батарей с температурой, максимально приближенной к 20 °C. Сухой вентилируемый подвал или подземное помещение является идеальным местом, при условии, что подземное хранилище не будет затапливаться или разрушаться.

Ни при каких обстоятельствах места хранения аккумуляторов не должны находиться в жилых или рабочих помещениях. Полностью заряженный аккумулятор обладает высокой энергией и может искрить, выделять пары, воспламениться или даже взрываться. Неисправное зарядное устройство или перезаряженная батарея могут проявлять признаки плохого состояния, включая вздутие и дымление. Тем не менее, чрезмерно заряженная батарея может также не иметь никаких признаков и не давать внешне никаких поводов для беспокойства. Разорвавшаяся батарея может сопровождаться разбрасыванием осколков и выбросом высоко токсичных химических

веществ, а пары могут быть нанесены большой вред здоровью или даже стать причиной смерти при вдыхании. Если аккумуляторная батарея демонстрирует какие-либо признаки деформации, повреждения или перегрева, следует отключить всю систему, при этом батарею следует отсоединить, когда это безопасно. Не пытайтесь повторно использовать поврежденные аккумуляторные батареи. Их следует утилизировать безопасным образом и в соответствии с местными законами и нормативными требованиями.

Монтажные размеры

Для определения размера аккумуляторной системы необходимо определить следующее:

- Максимальная мощность, которую инвертор должен быть в состоянии выдать на установку.
- Количество энергии, которое необходимо накапливать в аккумуляторной батарее для удовлетворения ваших потребностей.
- В некоторых случаях зарядное устройство может подавать питание на аккумуляторные батареи.

Обратитесь к разделу, посвященному [управлению энергопотреблением](#), чтобы узнать о том, как рассчитать мощность и энергию, которую должна выдавать система.

Чтобы вручную рассчитать максимальную мощность установки:

1. Перечислите все электроприборы, питаемые установкой.
2. Найдите максимальную мощность каждого электроприбора. Для приборов, включая электродвигатель, максимальная мощность приблизительно в три раза превышает номинальную мощность. Например, для запуска водяного насоса мощностью 300 Вт потребуется около 1 кВт.
3. Сложите все значения мощности.

Чтобы вручную рассчитать энергопотребление установки:

1. Перечислите все электроприборы, питаемые установкой, и их номинальную среднюю мощность.
2. Для каждого прибора определите период продолжительности использования. Предполагаемая энергия, необходимая для каждого прибора, может быть рассчитана следующим образом: средняя мощность x продолжительность.
3. Сложите все требования к энергопотреблению.

Учитывайте часы, в течение которых аккумуляторная система должна подавать электроэнергию, и планируйте соответствующим образом. Конфигурация аккумуляторной батареи будет отличаться, если система будет подавать питание только в ночное время или будет использоваться в качестве круглосуточного резервного источника питания в течение всего дня. По возможности, планируйте запуск генератора в часы пикового потребления энергии, уменьшая количество необходимых аккумуляторных батарей и снижая полную стоимость системы.

Мощность зарядного устройства будет определять время, требуемое для подзарядки. Высокомощное зарядное устройство, которое может быстро заряжать аккумуляторы, полезно, если основной источник питания очень дорогой (например, большой генератор с высоким энергопотреблением) или если электричество от основного источника питания доступно только в течение короткого периода времени: например, электрическая сеть общего пользования доступна только несколько часов в день.

Для того чтобы иметь возможность заряжать аккумуляторные батареи в течение фиксированного периода времени, следует использовать следующую формулу:

Мощность=Энерго потребление / продолжительность зарядки

Расчетное энергопотребление установки составляет 12 880 Вт·ч, при этом она должна достичь полной зарядки за 6 часов. Какой должна быть мощность зарядного устройства?:

Пример:

$$12,880 / 6 = 2,150\text{Вт}$$

Мощность заряда должна составлять не менее **2150 Вт**.

Мощность зарядного устройства часто указывается по току (Ампер), а не по мощности (Вт). Чтобы рассчитать зарядный ток от зарядной мощности, просто разделите зарядную мощность на напряжение зарядного устройства (обычно 12, 24 или 48 В).

- Если используется зарядное устройство 12 В, зарядный ток должен быть: $2150/12 = 180$ А.
- Если используется зарядное устройство 48 В, зарядный ток должен быть: $2150/48 = 45$ А.

Дополнительные аспекты:

- Минимальная продолжительность зарядки аккумулятора составляет 4 часа. Более быстрая зарядка может повредить аккумуляторные батареи, а некоторые аккумуляторы могут иметь ограничения по времени более 4 часов.
- Даже с мощным зарядным устройством зарядка может занимать более продолжительное время вследствие ограниченной мощности, доступной от основного источника питания — с генератором мощностью 5 кВт приобретение зарядного устройства мощностью 10 кВт бессмысленно.
- Для зарядных устройств с расширенными настройками алгоритм заряда может увеличить продолжительность зарядки, чтобы продлить срок службы аккумуляторной батареи. Некоторые зарядные устройства автоматически уменьшают мощность заряда, когда заряд аккумуляторной батареи приближается к 100%.

Подключение аккумуляторных батарей

Существует несколько способов подключения нескольких аккумуляторных батарей для достижения надлежащего напряжения или емкости аккумуляторной батареи для отдельно взятой установки постоянного тока. Соединение нескольких аккумуляторов в один большой блок вместо использования отдельных блоков обеспечивает более высокую эффективность аккумуляторных батарей и обеспечивает максимальный срок службы.

Последовательное соединение



Последовательное подключение аккумуляторных батарей увеличивает напряжение, сохраняя при этом ту же мощность в ампер-часах. В данной конфигурации аккумуляторные батареи соединяются последовательно для того чтобы обеспечить более высокое напряжение, например 24 или даже 48 Вольт. Положительный полюс каждой аккумуляторной батареи соединен с отрицательным полюсом следующей, при этом отрицательный полюс первой батареи и положительный полюс последней батареи соединены с системой.

Например; 2 последовательно соединенные батареи 6 В 150 А·ч будут выдавать 12 В, но емкость будет составлять только 150 А·ч. 2 последовательно соединенных аккумуляторных батареи 12 В 150 А·ч будут выдавать 24 В, но при этом по-прежнему только 150 А·ч.

Параллельное соединение



Параллельное подключение аккумуляторных батарей позволяет удвоить емкость при сохранении прежнего напряжения. Параллельное соединение предполагает соединение положительных и отрицательных полюсов нескольких аккумуляторных батарей друг с другом. Затем к системе подключаются плюс первой аккумуляторной батареи и минус последней батареи.

Например, 2 батареи 12 В 150 А·ч, подключенные параллельно, выдают только 12 В, но увеличивают емкость до 300 А·ч.

Последовательное/параллельное соединение



Последовательное/параллельное соединение сочетает в себе вышеуказанные методы и используется для батарей 2 В, 6 В или 12 В для достижения более высокого напряжения и емкости системы. Параллельное соединение необходимо в том случае, если требуется увеличение емкости. Затем аккумулятор следует подключить к системе с помощью положительного полюса первой и отрицательного полюса последней аккумуляторной батареи.

Например, 4 аккумуляторные батареи 6 В 150 А·ч, подключенные последовательно/параллельно, будут выдавать 12 В при 300 А·ч. 4 батареи 12 В 150 А·ч могут подключаться последовательно / параллельно, чтобы выдавать 24 В с емкостью 300 А·ч.
