

УДК 681.11.031.12

Обзор конструкций аккумуляторных батарей, используемых в автономных ветроэнергетических установках

Пустовойтов Александр Сергеевич, магистрант
Павлов Дмитрий Олегович, магистрант
Чернов Максим Алексеевич, магистрант
Землянский Леонид Олегович, магистрант
Александров Николай Валерьевич, магистрант
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

Аннотация. В данной статье подробно рассматриваются различные типы аккумуляторных батарей, их устройство, преимущества и недостатки, и внутреннее устройство. Рассказывается, почему тот или иной тип батарей подходит для регулярного использования в ветроэнергетических установках и кратко объясняется устройство такой установки.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, аккумуляторная батарея.

Abstract. This article discusses in detail the different types of batteries, their structure, advantages and disadvantages, and internal structure. It explains why this or that type of battery is suitable for regular use in wind power installations and briefly explains the device of such an installation.

Keywords: wind power plant, rechargeable battery.

DOI: 10.5281/zenodo.4072074

Под автономной ветроэнергетической установкой будем понимать комплекс устройств, способствующих в совокупности вырабатывать электроэнергию независимо от общей сети. Одним из главных таких «устройств» является сам ветрогенератор, который преобразует кинетическую энергию ветра в электрическую. Двумя другими немаловажными компонентами являются контроллер заряда аккумуляторных батарей и сами аккумуляторные батареи (АКБ). Контроллер заряда важный элемент системы, он следит за уровнем заряда батарей и выпрямляет переменное напряжение в постоянное уровня АКБ, чтобы можно было их зарядить. Аккумуляторные батареи служат дополнительным источником энергии, если случаются, например безветренные дни или аварийная ситуация. И вторым главным устройством

любой ветроэнергетической установки является инвертор. Его основные функции, это сделать сетевое напряжение 220В 50Гц (необходимо, чтобы форма напряжения была близка синусоиде) и в случае возникновения аварийной ситуации изолировать сеть, чтобы подключённые к ней электроприборы не вышли из строя. Все в целом эти устройства и представляют собой автономную ветроэнергетическую установку. Но стоит отметить, что не в любом месте её рентабельно использовать. Если взять распространённый вариант использования – это дача, небольшой коттедж или другой загородный дом нужно точно знать, что скорость ветра в этом месте выше 3м/с и не ниже! В противном случае, вырабатываемая энергия будет очень маленькой и не сможет в полной мере обеспечить электроэнергией потребителя [4]. На рисунке 1 показана схема автономной ветроэнергетической установки.

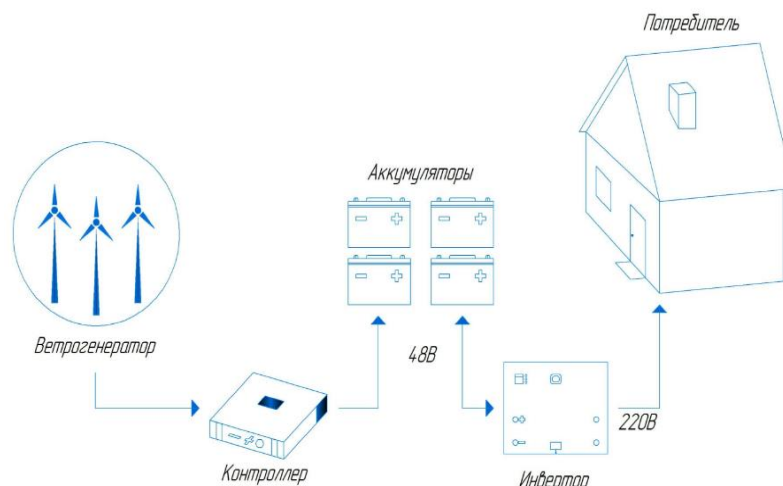


Рис. 1. Схема автономной ветроэнергетической установки

Далее более подробно рассмотрим конструктивные особенности устройства аккумуляторных батарей, применяемых в подобных системах. Как было сказано выше основная функция АКБ – это обеспечивать электроэнергией потребителя в «застойные дни», если они вдруг случаются. Выбирают такие аккумуляторы достаточно большой ёмкости и способных выдерживать как можно большее количество циклов «глубокого разряда». Всего есть 4 основных типа таких аккумуляторов [2]:

1) Стартерные аккумуляторные батареи

Прежде всего это батареи, используемые в автомобилях. Производятся довольно просто, листы в решётку с пастой двуокиси свинца накладываются друг на друга в герметичном корпусе, куда заливается электролит (дистиллированная вода или серная кислота). Служат довольно продолжительный промежуток времени. Относятся они к уровню обслуживаемых, можно следить за уровнем электролита и долить в случае надобности, не обращая при этом в специализированный центр. Однако есть, которые могут и не обслуживаемы, то есть залить электролит не получится, вода испаряется через специальные клапаны, тут уже придётся его выкинуть. Первые могут выдерживать порядка 100 циклов разряда батареи на 80%. Количество таких циклов зависит от качества самой батареи. А герметичные аккумуляторы живут порядка 200 циклов и потом выбрасываются. Такие типы батарей чувствительны к перепадам тока заряда и напряжению, так как в таком случае электролит может преждевременно выпариться, и батарея придёт в негодность (особенно кальциево-свинцовые) [3]. Соответственно использование таких батарей в подобных системах небольшое из-за малого количества циклов разряда. На рисунке 2 приведена схема такого типа аккумуляторной батареи.

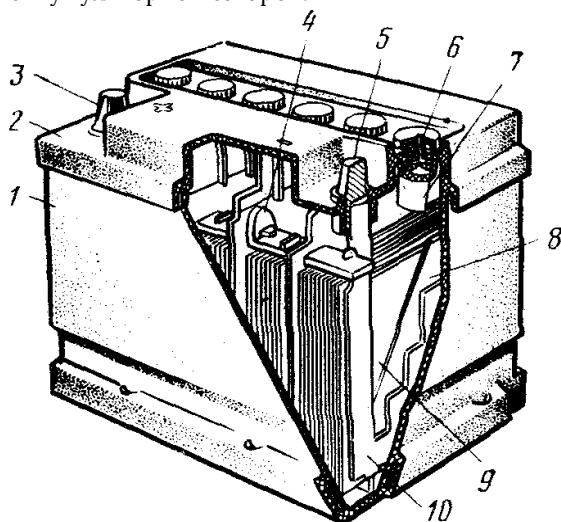


Рис. 2. Конструктивная схема свинцово-кислотной АКБ: 1 – корпус батареи; 2 – крышка аккумуляторной батареи; 3 – положительная выводная клемма; 4 – баретка; 5 – отрицательная выводная клемма; 6 – пробка наливной горловины; 7 – индикатор для проверки уровня электролита; 8 – сепаратор; 9 – положительно заряженная пластина; 10 – отрицательно заряженная пластина

2) Absorbent Glass Mat (AGM) аккумуляторные батареи

Такой тип батарей самая современная разновидность герметизированных кислотно-свинцовых батарей, в структуре которых в качестве впитывающего материала используется пористый стекловолоконный материал или абсорбирующие стекло-маты, перемежающиеся с пластинами, выполненными из чистого свинца [1]. Такой материал как губка впитывает в себя электролит, не позволяя ему растекаться и в тот же момент служит хорошим диэлектриком. В отличие от предыдущего типа аккумуляторов, эти могут выдерживать 250–400 (самые хорошие более 850) циклов разряда на 80%, что значительно лучше и не требуют специализированного обслуживания. Если их использовать в буферном режиме с глубиной разряда 20%, то есть разряжать на 20% не более, то они смогут прослужить 10–15 лет, что очень много. Основное достоинство использования таких АКБ это способность работать в режиме глубокого разряда, то есть даже когда заряд будет на очень низком уровне, то аккумулятор в силу своей конструкции сможет отдавать энергию в течение довольно длительного промежутка времени. Полностью заряженный такого типа аккумулятор за год может потерять пятую часть от своей номинальной ёмкости заряд, что хорошо. Дополнительный плюс таких АКБ виброустойчивость и устойчивость к перепадам температур. В подобных системах такие типы аккумуляторов применяются чаще (отмечают долгое время службы данных батарей), чем стартерные, но учитывая невысокий цикл разряда, довольно высокую стоимость и другие минусы, влияющие на использование, применяются не часто. На рисунке 3 приведена схема такого типа аккумулятора.

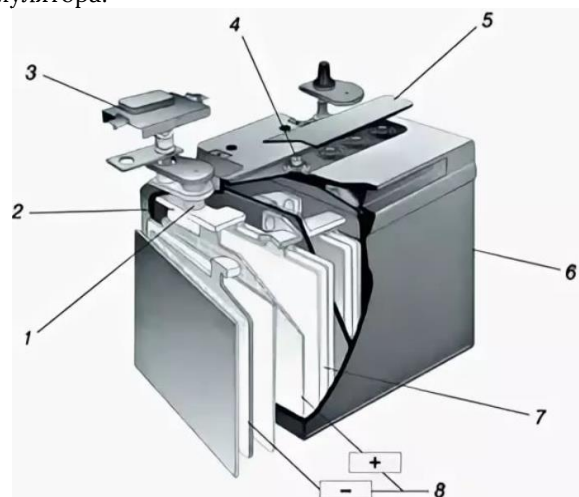


Рис. 3. Схема устройства аккумуляторной батареи AGM типа: 1 – уплотнительное кольцо вывода; 2 – положительный вывод; 3 – изолирующая крышка; 4 – клапан избыточного давления; 5 – крышка клапанов; 6 – корпус; 7 – стекловолоконный сепаратор; 8 – положительные и отрицательные пластины.

3) Gel Electrolite (GEL) аккумуляторные батареи

В подобных АКБ межэлектродное расстояние заполняется смесью специального загустителя «селикогеля» в составе с жидким электролитом. В пластмассовом корпусе располагаются электроды и пластины, изготовленные из свинца или другого материала, погружаются в электролит, а стекловолоконный

сепараторы между ними препятствуют разливу электролита. Такой тип аккумуляторов в отличие от предыдущих отлично восстанавливается из глубокого заряда. Они выдерживают порядка 1000 циклов разряда на 80%, без утраты номинальной ёмкости. Корпус выполняется герметичным из хорошего пластика, способным выдерживать механические деформации. У них больше срок службы на 10-30% и лучше, чем AGM батареи переносят глубокий разряд. Могут работать при низких температурах, что является ещё одним плюсом и почти не теряют своей ём-

кости. Основной расчёт на использование таких аккумуляторных батарей идёт на то, что они работают при циклических режимах заряда-разряда, что соответственно сказывается в лучшую сторону на тех системах, где происходят частые отключения от сети. Поэтому их использование в автономных ветроэнергетических системах вполне оправдано. Минусы таких типов АКБ: высокая цена, чувствительность к перепадам напряжения, режимы заряда-разряда нужно строго соблюдать и их самому нельзя обслужить. На рисунке 4 приведена схема устройства таких АКБ.

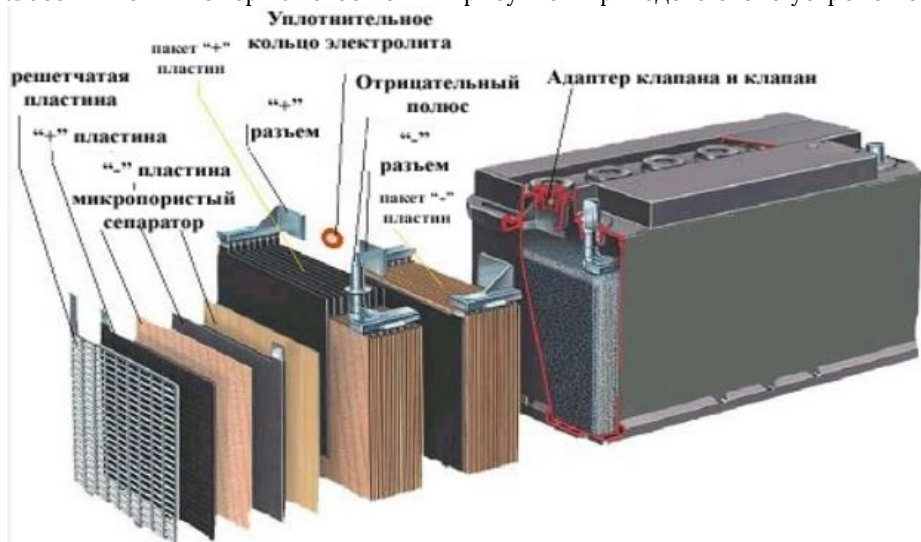


Рис. 4. Внутреннее устройство гелиевых аккумуляторных батарей

4) Панцирные аккумуляторные батареи

Данные батареи, это разработка недавнего времени. Это довольно высококачественные АКБ кислотного типа, в основе которых лежит решётчатая структура с трубчатыми электродами. Производятся по технологии, заключающейся в том, что каждый компонент внутри корпуса заключается в полимерный кислотно проницаемый стержень (трубку-панцирь), сделанный из сплава химически чистого свинца 99,9% и сурьмы 2,6%, а между ними запрессована активная масса, отсюда и вытекает такое название. Такой тип аккумуляторов производится в герметичном, прочном корпусе, а число циклов разряда

благодаря данной технологии может достигать 1500 на 80%. Хороши они ещё там, что рассчитаны на работу в тяжёлых погодных условиях, отвечают современным требованиям и имеют надёжную конструкцию. Их можно отнести к обслуживаемому типу батарей, имеет специальную пробку, через которую можно будет долить электролит [5]. Эти батареи находят довольно широкое применение в ветроэнергетических системах. Однако имеют и свои недостатки, а именно то, что они дорого стоят, имеют высокую массу и должны находиться в строго вертикальном положении. На рисунке 5 показана схема такого типа аккумулятора.

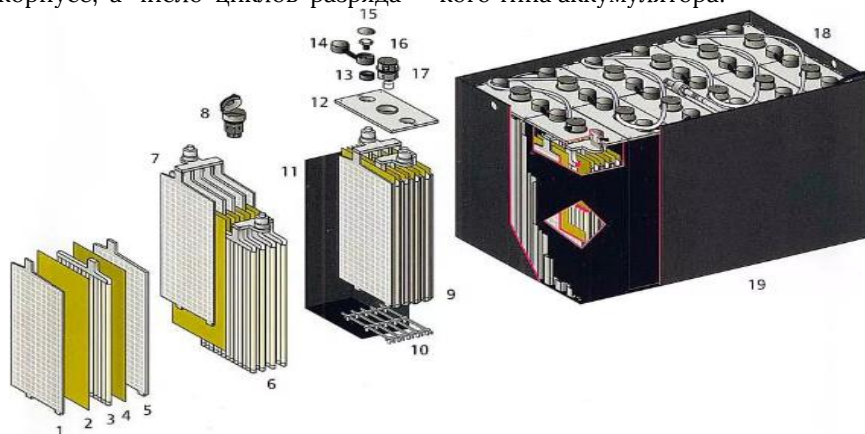


Рис. 5. Схема устройства аккумуляторной батареи панцирного типа: 1,5 – отрицательные пластины; 2,4 – микропористый сепаратор; 3 – положительная панцирная пластина; 6,7 – блоки пластин с полюсной перемычкой и болтовым полюсом; 8 – пробка; 9 – блок пластин; 10 – призма; 11,12 – корпус и крышка элемента; 13 – полюсное уплотнение; 14 – гибкое межэлементное соединение; 15 – защитный колпачок; 16 – полюсный болт; 17 – пробки для централизованного долива воды с контролем уровня; 18 – шланговый провод системы долива; 19 – корпус батареи.

В заключении стоит отметить, что выбор того или иного типа аккумуляторных батарей, сводится к факторам определяющее их использование. Любой из рассмотренных типов батарей может быть использован в автономной ветроэнергетической установке,

однако упор чаще всего делается на долгий срок службы и цену. А использование батарей в данной ветроэнергетической системе просто необходимо, а без них как минимум нецелесообразно.

Литература:

1. Ю.Б. Каменев. Оценка возможности эксплуатации свинцово-кислотных аккумуляторов в режиме постоянного недозаряда и высокоскоростного заряда Ю.Б. Каменев, Н.И. Чунц, В.И. Леонтьев, Г.А. Штомпель. Электрохимическая энергетика - 2011. - №1. - С. 35-38.
2. Аккумуляторы для ветрогенераторов. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.alternative-energy.com.ua/vocabulary/аккумуляторы-для-ветрогенераторов/>
3. А.И. Русин. Основы технологии производства современных свинцовых аккумуляторов А.И. Русин, Л.Д. Хегай, Г.Е. Дёмин. СПб.: ИД Петрополис, 2012. 216 с.
4. Лукутин Б.В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Томский политехнический университет, 2015.— 120 с.
5. Ю.Б. Каменев. “ К вопросу о безопасности эксплуатации герметизированных свинцовых аккумуляторов” Ю.Б. Каменев, Н.И. Чунц, Н.А. Яковлева, Е.И. Остапенко. Электрохимическая энергетика – 2003. - №1. – С. 37-43.