

БВМ представляют собой малогабаритные сборно-разборные металлические конструкции (пролетные строения и опоры) различной грузоподъемности и предназначены для преодоления водных препятствий, заболоченной местности, труднопроходимых участков в том числе при чрезвычайных ситуациях без использования тяжелой дорожно-строительной, грузоподъемной техники в короткие сроки.

Элементы быстровозводимых мостов, их технические характеристики (геометрические параметры, металлоемкость) позволяют осуществлять изготовление в заводских и полевых условиях.

БВМ, в свою очередь, выполняют две основные функции. Первая – рассматриваются как ложные объекты в системе мостовых переходов. Вторая – используются как сообщение через препятствие, способствующее беспрепятственному перемещению материальных средств, боеприпасов и другого имущества.

#### **Список литературы**

1 Наплавной железнодорожный мост НЖМ-56 : Дополнение к техническому описанию и инструкции по монтажу, перевозке, хранению и эксплуатации / Федеральная служба ЖДВ РФ. – М. : Воениздат, 1997.

2 Металлическая эстакада РЭМ-500 : Техническое описание и инструкция по монтажу, перевозке, хранению и эксплуатации / Главное управление ЖДВ. – М. : ГУ ЖДВ, 1976.

3. Мосты и переправы на военно-автомобильных дорогах : в 3 ч. Ч. 2. Низководные мосты из местных материалов : учеб. пособие / С. М. Бобрицкий [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2021. – 271 с.

УДК 621.311.243

## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО НА СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЯХ ДЛЯ ЗАРЯДКИ АВТОНОМНЫХ УСТРОЙСТВ И ПРИБОРОВ**

*И. С. ДЕМИДОВИЧ, А. С. ШИПИЛЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

При размещении подразделений вне пунктов постоянной дислокации возникает необходимость организации электроснабжения полевого лагеря, либо строительной площадки, для работы освещения, а также для зарядки аккумуляторов различных автономных приборов, таких как радиостанции, тепловизоры, приборы ночного видения, ноутбуки, БПЛА, фонари, различные инструменты и др. Как правило, в качестве источников питания применяют дизельные либо бензиновые генераторные установки. Однако генераторы имеют ряд особенностей и недостатков: шумность, достаточно высо-

кая стоимость получаемой электроэнергии, необходимость технического обслуживания двигателя, потребление топлива при работе без нагрузки [1].

Для решения задачи заряда различных аккумуляторов в полевых условиях целесообразно использовать зарядное устройство, вырабатывающее электроэнергию с помощью фотоэлектрических элементов – солнечных батарей. В простейшем варианте такое устройство может быть собрано из одной солнечной панели и комбинированного преобразователя постоянного напряжения (DC-DC преобразователь), способного как повышать, так и понижать напряжение, с настройкой напряжения и силы тока на выходе из него (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема простого зарядного устройства:  
1 – солнечная панель; 2 – DC-DC преобразователь напряжения

Принцип работы такого устройства заключается в следующем. Солнечная панель вырабатывает номинальное напряжение 18В, данное напряжение сразу попадает на преобразователь, настройками которого (путем вращения размещенных на плате преобразователя потенциометров) выставляется требуемый режим заряда аккумулятора – напряжение и ограничение силы зарядного тока. Такой преобразователь обеспечивает зарядку по закону CC-CV (constant current-constant voltage – сначала постоянным током, в конце постоянным напряжением). Например, для зарядки любого устройства, работающего на одном литий-ионном аккумуляторе, необходимо выставить значение напряжения 4,2 В, что соответствует напряжению полного заряда литий-ионной аккумуляторной ячейки, и силу тока в зависимости от емкости аккумулятора, как правило,  $0,5-1 C$ , где  $C$  – емкость аккумулятора в А·ч, т. е. при емкости 2 А·ч сила зарядного тока выставляется 1–2 А.

Однако такой вариант устройства имеет недостатки – при уменьшении освещенности солнечной панели неизбежно снизится и сила зарядного тока. Другая проблема – при высокой освещенности солнечной панели, но низком выставленном значении силы зарядного тока не будет реализовываться

вся мощность солнечной панели. Следовательно, эффективность такого устройства будет сильно зависеть от погодных условий.

Для решения вышеперечисленных проблем в состав устройства может быть введен промежуточный накопитель энергии (собственный аккумуляторный источник питания) и контроллер солнечной панели (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема зарядного устройства с промежуточным накопителем:  
1 – солнечная панель; 2 – контроллер солнечной панели; 3 – промежуточный накопитель;  
4 – DC-DC преобразователь напряжения

Принцип работы данного варианта устройства отличается тем, что вся энергия, вырабатываемая солнечной панелью, накапливается в промежуточном накопителе, в качестве которого может быть использована как свинцово-кислотная аккумуляторная батарея (далее – АКБ), так и АКБ на базе литиевых аккумуляторных ячеек. Солнечный контроллер, в свою очередь, ограничивает выходное напряжение солнечной панели на уровне, необходимом промежуточному накопителю. На преобразователь напряжения энергия подается уже от промежуточного накопителя, что обеспечивает стабильность зарядного тока, а также дает ряд других преимуществ, например, есть возможность заряжать различные устройства в ночное время, пока не разрядится промежуточный накопитель.

#### *Промежуточный накопитель*

В качестве промежуточного накопителя могут быть применены как свинцово-кислотные, так и литиевые АКБ, номинальное напряжение которых будет близко к 12 В. Несомненно, предпочтительнее использовать литиевые АКБ, так как они по своим характеристикам значительно превосходят все другие типы.

Аккумуляторный источник питания (промежуточный накопитель) представляет собой корпус, в котором размещена АКБ, собранная из отдельных аккумуляторов (ячеек). Ячейки при объединении в батарею могут соединяться последовательно (для увеличения номинального напряжения) и параллельно (для увеличения емкости). Также в корпусе могут быть размещены выключатель, подающий питание на выходные клеммы, индикатор заряда или

вольтметр и устройство контроля и защиты АКБ – BMS-контроллер (BMS – battery monitoring system), в функции которого входит:

- защита от перегрузки по току;
- защита от короткого замыкания;
- защита от перезаряда (превышения максимального напряжения);
- защита от переразряда (падения выходного напряжения ниже минимального);
- балансировка последовательно соединенных ячеек (как правило, при заряде батареи).

Для выполнения этих функций BMS-контроллер измеряет силу тока на выходе АКБ, а также напряжение как всей АКБ, так и отдельных ячеек. Применение такого устройства значительно повышает надежность и безопасность аккумуляторного источника питания. Аккумуляторные ячейки целесообразно применять литиевые, а именно литий-железо-фосфатные, обладающие рядом преимуществ перед другими. Литий-железо-фосфатный аккумулятор (LiFePO<sub>4</sub>, LFP) – тип электрического аккумулятора, являющийся видом литий-ионного аккумулятора, в котором используется соединение LiFePO<sub>4</sub> в качестве катода. Литий-железо-фосфатные аккумуляторы имеют ряд существенных отличий от классических литий-ионных. Наиболее важные отличия состоят в том, что LiFePO<sub>4</sub> обеспечивает более длительный срок службы, чем другие литий-ионные технологии (количество циклов заряда-разряда до потери 20 % емкости от 1500 до 7000), а также значительно безопаснее, так как при нарушении целостности корпуса не самовоспламеняются, как большинство литий-ионных [2].

Универсальное зарядное устройство на солнечных панелях может найти широкое применение в полевых условиях для зарядки различных устройств и приборов. Вариант устройства с промежуточным накопителем предпочтительнее, так как позволяет более полно реализовать мощность солнечной панели и обеспечивает стабильную силу зарядного тока. Возможность заряжать аккумуляторы по закону CC-CV (сначала постоянным током, в конце постоянным напряжением) и регулировка напряжения в широком диапазоне делает такое устройство совместимым практически со всеми видами аккумуляторов.

### Список литературы

1 **Демидович, И. С.** Применение аккумуляторных источников питания при строительстве / И. С. Демидович, Ю. А. Коновалов, В. А. Савин // Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 21–22 мая 2020 года / под общ. ред. А. А. Поддубного. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 121–123.

2 **Демидович, И. С.** Автономное освещение площадок производства работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на транспорте / И. С. Демидович, В. В. Петрусевич // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 347–349.