

Контроллеры заряда. Назначение.

Одним из наиболее важных элементов солнечной энергосистемы является контроллер заряда (КЗ). Они используются в автономных солнечных электростанциях для защиты АКБ от глубокого разряда или перезаряда. Контроллеры заряда часто могут быть встроены в инверторы или блоки бесперебойного питания. В ББП обычно встраиваются и зарядные устройства от генератора или сети.

Основными функциями КЗ являются:

1. Регулирование и индикация процессов заряда и разряда солнечного модуля
2. Предотвращение перезаряда АКБ
3. Предотвращение глубокого разряда АКБ
4. Отключение/включение нагрузки, если нагрузка подключена через контроллер



Использование контроллеров заряда рекомендуется в любом случае. Его наличие обеспечит безопасные режимы заряда/разряда для аккумуляторных батарей. Любая правильно собранная автономная солнечная электростанция имеет в своем составе КЗ. Процесс контроля заряда/разряда АКБ, в принципе, довольно прост. Большинство современных контроллеров имеет вот такую светодиодную индикацию:

- Зеленый диод – АКБ полностью заряжены
- Желтый диод – АКБ имеют нормальный заряд
- Красный диод – АКБ разряжены, нагрузка будет отключена

Вы всегда можете получить информацию о степени заряженности Вашего АКБ, просто взглянув на индикацию. Большинство предлагаемых на рынке контроллеров имеет достаточное количество степеней защиты:

1. Защита от неправильной полярности подключения СМ, АКБ и нагрузки
2. Защита от короткого замыкания (КЗ) на входе СМ;
3. Защита от перегрева;
4. Защита от КЗ в нагрузке;
5. Защита от обрыва в цепи АКБ;
6. Защита от молний варистором;
7. Защита нагрузки от перенапряжения на входе;
8. Электронный предохранитель;
9. Предотвращение разряда АКБ через СБ в ночное время.

Типы контроллеров заряда.

Контроллеры ON/OFF

В контроллерах типа ON/OFF отключение солнечного модуля при полной зарядке АКБ происходит путем его закорачивания. Это ограничивает область применения подобных контроллеров только системами с солнечными модулями, которые не боятся короткого замыкания. Контроллеры данного типа просто напросто отключают солнечный модуль при достижении напряжения на АКБ около 14,4 В (для АКБ номинальным напряжением 12В). При снижении напряжения на аккумуляторной батарее до значений 12,5-13 В происходит подключение солнечного модуля и заряд возобновляется. При этом максимальный уровень заряженности АКБ при этом составляет 60-70%. При регулярном недозаряде происходит сульфатация пластин и резкое сокращение срока службы АКБ. Данный тип контроллеров практически не используется в современных солнечных станциях, т.к. на рынке уже давно появились более продвинутые контроллеры PWM и MPPT.

Контроллеры PWM (ШИМ)

Контроллеры с технологией PWM (Pulse Width Modulation) на завершающей стадии заряда применяют широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) тока заряда. При использовании данной технологии заряд АКБ достигает 100%.

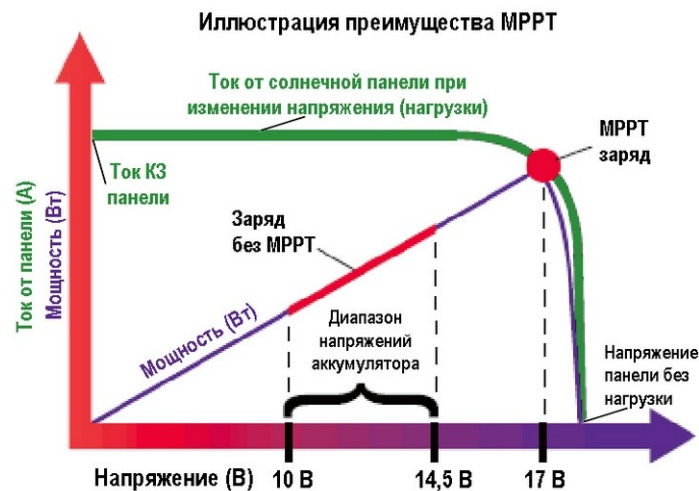


Данный тип контроллеров использует 4 стадии заряда АКБ:

1. Заряд максимальным током. АКБ получает полностью весь ток солнечной батареи.
2. ШИМ заряд. В процессе заряда, когда напряжение на АКБ достигает определенного уровня, контроллер начинает поддерживать постоянное напряжение за счет ШИМ тока заряда. Это предотвращает перегрев и газообразование в аккумуляторе. Сила тока постепенно уменьшается по мере заряда АКБ.
3. Стадия выравнивания. Большинство АКБ с жидким электролитом улучшают свои свойства при периодическом заряде до газообразования, при этом выравниваются напряжения на различных банках АКБ при котором происходит перемешивание и очищение электролита.
4. Стадия поддержания заряда. При полном заряде АКБ, напряжение от солнечного модуля уменьшается для предотвращения дальнейшего нагрева или газообразования в АКБ. Происходит поддержание напряжения в АКБ.

Контроллеры MPPT (Maximum Power Point Tracking)

Технология MPPT (Maximum Power Point Tracking) представляет собой наиболее продвинутую технологию современных контроллеров заряда. Вычисление максимальной точки эффективности заряда от солнечного модуля, позволяет повысить эффективность генерации солнечной энергии до 25-30% по сравнению с контроллерами ON/OFF и PWM. Установка контроллера с технологией MPPT во многих случаях эквивалентна установке дополнительного количества солнечных модулей на объекте. Этапы зарядки MPPT контроллера идентичны этапам зарядки контроллера с ШИМ.



Основные преимущества контролеров MPPT:

- высокий КПД/эффективность;
- оптимальная работа при затенении части площади солнечных панелей;
- повышенная отдача при слабой освещенности и при облачной погоде;
- повышенная отдача при повышении температуры солнечного модуля (что ведет к снижению его мощности), и при отрицательных температурах воздуха (что, соответственно, ведёт к увеличению мощности);
- использование более высокого входного напряжения, позволяет уменьшить сечение кабелей;
- позволяет увеличить дистанцию от панелей до контроллера.

MPPT контроллеры очень эффективны, КПД преобразования обычно 97 – 98 %.

Солнечные MPPT контроллеры премиум-класса отличаются от более дешевых MPPT контроллеров:

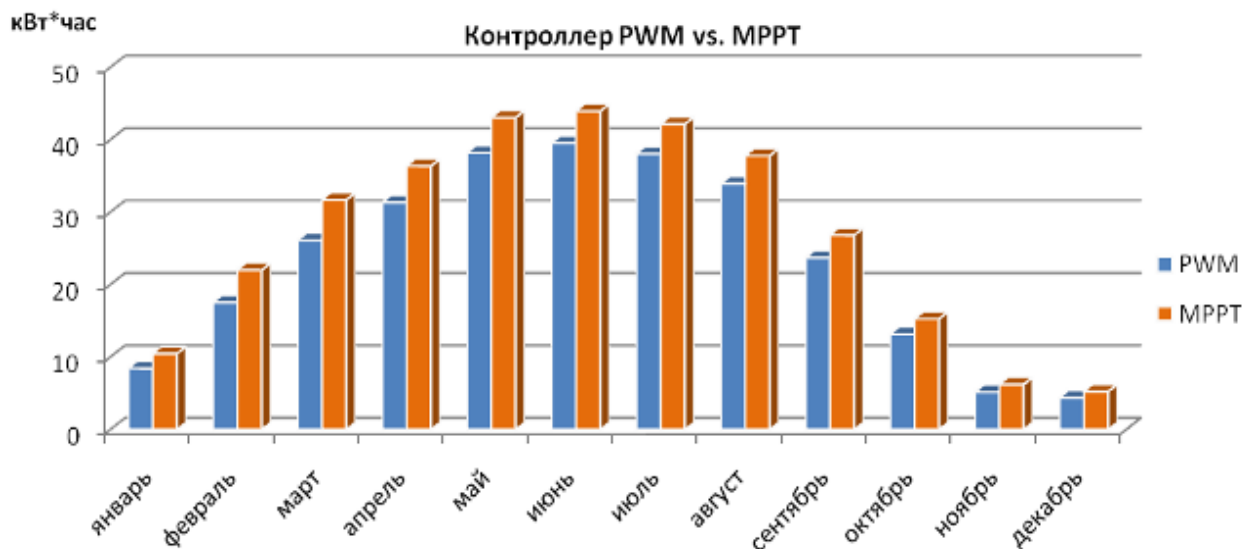
- Большой мощностью
- Высоким качеством и надёжностью
- Наличием электронного табло, на котором отображаются все параметры и настройки
- Высоким допустимым входным диапазоном напряжений (обычно до 150 В)
- Автоматическим выбором напряжений установленных АКБ (обычно от 12 до 48 В)
- Наличием контроля других потребителей энергии АКБ
- Ведением статистики и др.

Серьёзные системы собираются с АКБ, соединёнными на 48 В, и на это напряжение, дешёвые контроллеры MPPT почти не встречаются.

На конкретном примере смоделируем работу системы в равных климатических условиях и проанализируем эффективность MPPT технологии.

Географическое положение г. Москва

Установленная мощность 0,72 кВт (солнечный модуль ФСМ 180 24В, 4шт.)



Система с контроллером PWM на протяжении года сгенерировала порядка 279 кВт*час электроэнергии. В то время как система с контроллером MPPT сгенерировала более 330 кВт*час электроэнергии в год, что составляет прирост почти 19%. Согласитесь, весомый аргумент в пользу технологии MPPT.

Если подытожить всё сказанное выше, то простые солнечные контроллеры (без технологии MPPT) подключают солнечные панели к аккумулятору практически напрямую, и поэтому напряжение их сравнивается. В реальности же, оптимальное напряжение солнечной панели в солнечную погоду всегда выше напряжения на аккумуляторе, а в пасмурную - ниже. Таким образом, можно с запасом, заведомо увеличить напряжение от солнечных панелей по сравнению с АКБ, соединив их последовательно. Тогда, в пасмурную погоду напряжение солнечных панелей будет всё ещё выше АКБ, а в солнечную – намного выше. Задачу преобразования меняющегося в широком диапазоне входного напряжения и тока, в подходящие для АКБ величины, и выполняет MPPT контроллер.

Технология MPPT представляет собой наиболее эффективную технологию современных контроллеров заряда. Вычисление максимальной точки эффективности заряда от солнечных панелей позволяет повысить КПД использования солнечной энергии до 20-30% по сравнению с обычными PWM (ШИМ) солнечными контроллерами. Однако MPPT солнечные контроллеры существенно дороже контроллеров PWM (ШИМ). Поэтому недостаток эффективности систем с обычным солнечным контроллером в маломощных системах (если установлено солнечных панелей менее 300 – 400 Вт) можно компенсировать, приобретя на разницу в цене между контроллерами лишнюю солнечную панель. В случае же, если установлены солнечные панели общей мощностью от 400 Вт и более, необходим только солнечный контроллер с технологией MPPT.