

УДК 621.3+620.92

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ И ИНВЕРТОРОВ В СИСТЕМЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Серов Н.В., Царик Е.В., Филев А.В.

Научные руководители – старшие преподаватели Михальцевич Г.А., Пекарчик О.А.

Фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) – полупроводниковые устройства, прямо преобразующие солнечную энергию в постоянный электрический ток.

Преобразование энергии в ФЭП основано на фотоэлектрическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения.

Неоднородность структуры ФЭП может быть получена легированием одного и того же полупроводника различными примесями (создание р-п переходов) или путём соединения различных полупроводников с неодинаковой шириной запрещённой зоны – энергии отрыва электрона из атома (создание гетеропереходов), или же за счёт изменения химического состава полупроводника, приводящего к появлению градиента ширины запрещённой зоны (создание варизонных структур). Возможны также различные комбинации перечисленных способов.

Эффективность преобразования зависит от электрофизических характеристик неоднородной полупроводниковой структуры, а также оптических свойств ФЭП, среди которых наиболее важную роль играет фотопроводимость. Она обусловлена явлениями внутреннего фотоэффекта в полупроводниках при облучении их солнечным светом.

Основные необратимые потери энергии в ФЭП связаны с:

- отражением солнечного излучения от поверхности преобразователя,
- прохождением части излучения через ФЭП без поглощения в нём,
- рассеянием на тепловых колебаниях решётки избыточной энергии фотонов, рекомбинацией образовавшихся фото-пар, на поверхностях и в объёме ФЭП,
- внутренним сопротивлением преобразователя.

Комплекс требований к ФЭП, используемых на солнечных электроустановках:

- высокая надёжность при длительном (до 25–30 лет) ресурсе работы;
- высокая доступность сырья и возможность организации массового производства;
- приемлемые с точки зрения сроков окупаемости затрат на создание системы преобразования;
- минимальные расходы энергии и массы, связанные с управлением системой преобразования и передачи энергии (космос), включая ориентацию и стабилизацию станции в целом;
- удобство техобслуживания.

Солнечная батарея состоит из несколько объединённых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) – полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток.

Для достижения наибольшей эффективности фотоэлектрической панели требуется правильный подбор сопротивления нагрузки. Для этого фотоэлектрические панели не подключают напрямую к нагрузке, а используют контроллер управления фотоэлектрическими системами, обеспечивающий оптимальный режим работы панелей.

Источник бесперебойного питания, (ИБП) (англ. Uninterruptible Power Supply, UPS) – автоматическое электронное устройство с аккумуляторной батареей, предназначенное для бесперебойного кратковременного снабжения электрической энергией в случае резкого падения или отсутствия входного питающего напряжения.

Основной задачей источника бесперебойного питания является генерирование на его выходе чистого синусоидального напряжения стабильной амплитуды и частоты при любых

отклонениях напряжения в питающей электросети. Отсюда следует, что любой источник бесперебойного питания должен содержать генератор синусоидального напряжения (часто выполненный в виде инвертора). Инвертор – устройство, которое преобразует род напряжения: из постоянного в переменное (аналогично – переменное в постоянное).

От того, какими характеристиками он обладает, во многом зависит качество самого ИБП.

Инвертор, в свою очередь, должен иметь как минимум два источника энергии для обеспечения непрерывной работы ИБП:

а) непосредственно питающая электросеть,

б) аккумуляторные батареи, энергия которых используется, когда напряжение в электросети недостаточно для нормальной работы инвертора (например, при полном его отсутствии).

Все источники бесперебойного питания делятся на 3 типа:

1. *Off-line* ИБП – это наиболее простые и дешевые источники бесперебойного питания. При нормальном напряжении в электросети ИБП передает его через несложный фильтр в нагрузку, инвертор при этом выключен. При пропадании напряжения или отклонении его параметров от нормы запускается инвертор, который преобразует энергию батарей в переменное напряжения, необходимое для питания нагрузки.

2. *Line-interactive* ИБП – это усовершенствованный *off-line* ИБП. В нем устанавливаются более мощные фильтры, и добавляется регулятор (стабилизатор) выходного напряжения (выполненный обычно из трансформатора с дополнительными отводами, которые коммутируются с помощью реле).

3. *On-line* ИБП – это ИБП, использующий принцип двойного преобразования энергии для защиты оборудования. В таком ИБП при нормальном режиме работы (*on-line* - режим) отсутствует непосредственная передача входного напряжения на выход. Входное напряжение претерпевает двойное преобразование (*double conversion*). ИБП *on-line* типа обеспечивают наивысшую степень защиты оборудования, поскольку вырабатывают стабильное непрерывное синусоидальное выходное напряжение, не зависящее от колебаний напряжения в питающей электросети.

В *on-line* ИБП инвертор работает непрерывно, и поэтому эти ИБП обладают некоторыми недостатками по сравнению с *line-interactive* ИБП:

1. Повышенное тепловыделение, или более низкий коэффициент полезного действия (КПД).

2. Увеличенные массогабаритные показатели.

Постоянно работающий инвертор требует использования более мощной системы охлаждения (состоящей, как правило, из вентиляторов и радиаторов), что и приводит к увеличению размеров всего ИБП.

3. Большой шум, создаваемый работой инвертора и системой его охлаждения.

Составные части ИБП:

Режим байпас (англ. *Bypass*, «обход») – питание нагрузки отфильтрованным напряжением электросети в обход основной схемы ИБП. Переключение в режим *Bypass* выполняется автоматически или вручную.

«Бустер» (англ. *booster*) – ступенчатый автоматический регулятор напряжения (англ. *Automatic Voltage Regulation, AVR*), имеющий автотрансформатор в своей основе. Он используется в ИБП, работающих по интерактивной схеме.

Кроме «самостоятельных» приложений, где инвертор выступает в качестве источника питания потребителей переменного тока, широкое развитие получили технологии преобразования энергии, где инвертор является промежуточным звеном в цепочке преобразователей. Принципиальной особенностью инверторов напряжения для таких приложений является высокая частота преобразования (десятки-сотни килогерц). Для эффективного преобразования энергии на высокой частоте требуется более совершенная

элементная база (полупроводниковые ключи, магнитные материалы, специализированные контроллеры).

Устройство потенциального инвертора направлено на преобразование высокого уровня входного напряжения в низкий уровень, и наоборот. В свою очередь, импульсные инверторы в момент подачи сигнала на вход, преобразуют его в выходной сигнал противоположной полярности. Либо в момент подачи импульсов тактирующей серии на выходе появляется сигнал только при отсутствии сигнала на входе.

Инвертор для сварки состоит из нескольких основных блоков аппарата:

- входной выпрямитель: преобразует входной ток из переменного в постоянный;
- преобразователь постоянного тока в переменный с частотой до десятков-сотен кГц;
- силовой трансформатор: повышает величину тока до значений, необходимых для расплавления металла;
- выходной выпрямитель: преобразует переменный ток большой величины в постоянный;
- плата управления: контролирует работу всех элементов и обеспечивает выполнение ряда дополнительных функций.

В классификации инверторов можно выделить такие типы, как:

- Бытовые аппараты. Режим работы, на который рассчитаны эти устройства, называется кратковременным. Это означает, что после 15 минут работы аппарату нужен будет перерыв продолжительностью около часа.

- Профессиональные аппараты. Эти устройства способны работать так называемый продолжительный режим работы. Их можно эксплуатировать непрерывно в течение одной рабочей смены (8 часов), после чего их придется оставить в покое примерно на такой же срок.

- Промышленные аппараты. Выносливость этих инверторов позволяет эксплуатировать их круглые сутки с небольшими перерывами. Аппараты данной разновидности могут участвовать в выполнении ремонтных и производственных работ в цехах крупных предприятий.