

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

8.3. Солнечные электростанции и системы теплоснабжения

8.3.1. Фотоэлектрические преобразователи и энергоустановки на их основе

8.3.1.4. Солнечные установки на основе фотопреобразователей

Наибольшее распространение в мировой практике получили фотоэлектрические установки (ФЭУ), функционирующие в системе автономного и локального энергоснабжения. Широко известны реализуемые во многих странах программы «солнечные крыши». Под этим названием подразумеваются ФЭУ в основном в виде плоских ФЭМ, размещаемых на крышах зданий, в том числе индивидуальных жилых домов. Также разработано много конструктивных решений так называемых «building integrated photovoltaic», т.е. встроенных в здание ФЭМ, которые одновременно являются его архитектурно-конструктивными единицами — частями стен, крыш, козырьков [21, 22]. Число таких установок в мире составляет десятки тысяч при суммарной мощности 1800 МВт. При избытке мощности энергия от такой ФЭУ передается в сеть через инвертор. При недостатке мощности ФЭУ энергия к потребителю поступает от сети. При большом количестве соединенных ФЭУ получается локальная сеть, обеспечивающая энергопотребление поселка, небольшого района и т.д. Схема такой установки представлена на рис. 8.11.

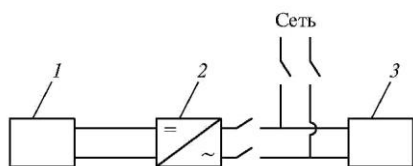


Рис. 8.11. Схема системы энергоснабжения потребителя с использованием фотоэлектрической установки при наличии связи с сетью:

1 — фотоэлектрическая установка; 2 — инвертор; 3 — потребитель энергии

Такая технология применения ФЭУ является самой рациональной, так как она:

- снимает вопрос о несовпадении во времени потребления энергии и ее производства ФЭУ;
- обеспечивает полное использование всей энергии, вырабатываемой фотоэлектрической установкой, что крайне важно для повышения ее технико-экономических показателей;
- приводит к отсутствию в системе каких-либо аккумулирующих устройств, например электрохимических аккумуляторов, которые дороги, требуют квалифицированного обслуживания и не благополучны по экологическим показателям.

Системы с автономным производством и потреблением энергии, основанные на применении ФЭУ, по необходимости должны иметь электрический аккумулятор и в большинстве случаев дублирующую энергоустановку на каком-либо традиционном энергоносителе. Схема такой полностью автономной системы приведена на рис. 8.12.

Характерной особенностью солнечной фотоэлектрической станции (СФЭС) является их модульное исполнение. Необходимая мощность СФЭС достигается путем применения того или иного количества модулей. В мировой практике применяются два типа таких модулей:

плоские ФЭМ, использующие солнечную радиацию естественной плотности, как правило, устанавливаемые неподвижно, и модули с концентрацией солнечной радиации, требующие применения системы слежения за поло-

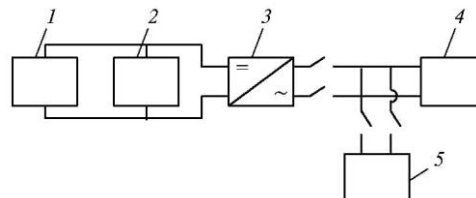


Рис. 8.12. Схема полностью автономного энергоснабжения потребителя с использованием фотоэлектрической установки:

1 — фотоэлектрическая установка; 2 — аккумулятор; 3 — инвертор; 4 — потребитель энергии; 5 — дублирующая энергоустановка

жением солнца. Направление снижения стоимости ФЭМ путем уменьшения (при равной электрической мощности) требуемой поверхности СЭ за счет концентрации солнечной энергии весьма перспективно [23].

Простейшие концентраторы обладают, как правило, небольшой степенью концентрации, но позволяют частично или полностью исключить проблему слежения за солнцем и имеют простейшую воздушную систему охлаждения СЭ.

Во Всероссийском НИИ электрификации сельского хозяйства (ВНИИЭСХ) [24] разработаны ФЭУ со степенью геометрической концентрации 3,5, состоящие из фотоэлектрического генератора в виде полосы скомутированных СЭ с двусторонней чувствительностью и неподвижного параболоцилиндрического фасетного отражателя мощностью 100 и 50 Вт. Предполагается, что их стоимость будет в 1,5...2 раза меньше стоимости плоских ФЭМ.

Там же разработаны стационарные неподвижные ФЭМ с концентраторами специальной формы [25], которые предлагается использовать также и в качестве элементов строительных конструкций зданий (фасадов, стен и т.д.) (рис. 8.13). Однако подобные системы обладают и

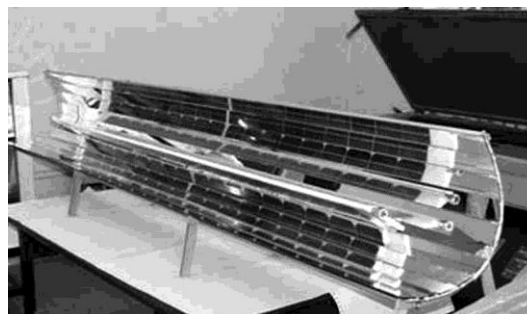


Рис. 8.13. Неподвижный фотоэлектрический модуль с СЭ с двусторонней чувствительностью производства ВНИЭСХ

определенными недостатками. Среднегодовая выработка энергии модулем с неподвижным концентратором ниже, чем у плоского ФЭМ такой же площади, из-за неопти-

мальных углов падения лучей.

При создании фотоэлектрических электростанций мощностью от единиц мегаватт и выше наилучшей технологией является сочетание применения концентраторов солнечной энергии, ориентируемых на солнце с модульным исполнением, и когенерацией электрической и тепловой энергии, что существенно повышает технико-экономические характеристики подобных установок.

В ОАО «ЭНИН им. Г.М. Кржижановского» и ОАО «Институт Ростовтеплоэлектропроект» разработан на уровне ТЭО проект опытной Кисловодской фотоэлектрической станции электрической мощностью 1 МВт модульного типа с комбинированной выработкой электроэнергии и тепла [26]. Каждый модуль с одноосной ориентацией на солнце содержит зеркальный концентратор солнечного излучения по типу параболоцилиндра, но состоящий из плоских фазет. В фокусе концентратора, где размещена фотоэлектрическая батарея, создается десятикратная концентрация солнечной радиации. Поскольку рабочая температура кремниевой фотобатареи не должна превышать 60 °С, она охлаждается водой. Эта вода поступает на теплоснабжение коммунальных объектов.

Структурная схема СФЭС, предназначенной для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, показана на рис. 8.14. Модули образуют ряд полей, с выходных шин которых напряжение постоянного тока подается на инверторную подстанцию. На этой подстанции постоянное напряжение преобразуется тиристорными инверторами в трехфазное переменное напряжение, выдаваемое на шины генераторов ГЩ. Через силовой трансформатор ТС мощность выдается в энергосистему.

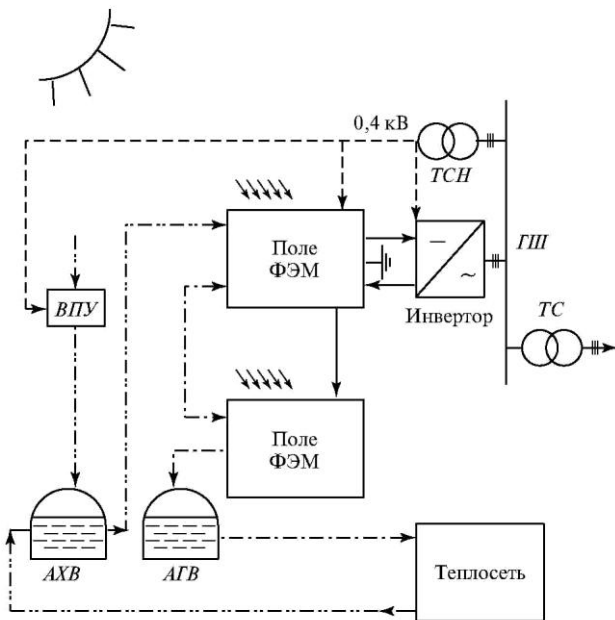


Рис. 8.14. Структурная схема солнечной фотоэлектрической станции, предназначенной для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии:

электрические цепи —; горячая вода — — • — ; холодная вода — — •• —

Охлаждение солнечных батарей производится химически очищенной и деаэрированной водой, получаемой на водоподготовительной установке ВПУ и накапливаемой в аккумуляторе холодной воды АХВ. Из АХВ вода насосом холодной воды подается в камеры охлаждения ФЭМ. С

выходов ФЭМ нагретая вода поступает в дополнительные водонагревательные модули, где догревается до стандартной температуры теплосети, а затем в аккумулятор горячей воды АГВ, где накапливается в течение светового времени суток. Из АГВ — насосом горячей воды она круглосуточно подается в теплосеть. Через обратную магистраль теплосети охлажденная вода возвращается АХВ.

Электропитание насосных агрегатов, оборудования ВПУ, инверторной подстанции, автоматизированной системы управления технологическими процессами, вспомогательных устройств станции осуществляется от ГЩ через трансформатор собственных нужд ТСН. Расчеты показывают, что при электрической мощности 5...10 МВт такие станции окупятся через 5—6 лет.

Намного большие концентрации потока излучения могут быть достигнуты в концентраторах на основе параболоидов вращения и точечных линз Френеля. Это сильноконцентрирующие устройства, фокусирующие параллельный поток лучей в точку. Для нормальной работы такого концентратора требуется создание более сложной двуслойной системы слежения за солнцем, специальных технологий изготовления, сборки и юстировки установки.

Преимуществом линз Френеля с точечным фокусом является их малая толщина, а модули, сочетающие круговые линзы Френеля и СЭ, не могут быть большими по размерам, что является их конструктивной особенностью [27—29].

В результате исследований и разработок, проведенных в ФТИ им. Иоффе, были созданы ФЭМ с 16, 24 и 48

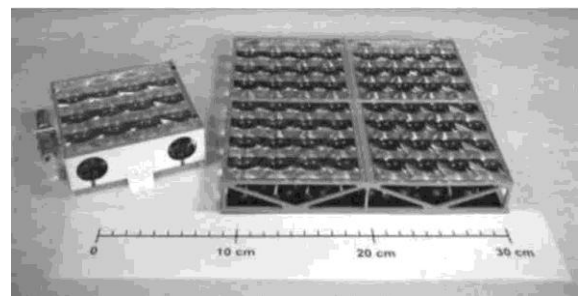


Рис. 8.15. Образцы компактных модулей с концентрирующей панелью из композитных линз Френеля, разработанных в ФТИ им. Иоффе

элементными линзовыми блоками и гетероструктурными AlGaAs/GaAs солнечными элементами, которые успешно прошли все виды лабораторных и натуральных испытаний в наземных условиях, подтвердившие работоспособность ФЭМ и их проектные характеристики (рис. 8.15).

В настоящее время там имеются все условия для того, чтобы приступить к промышленному освоению солнечных ФЭУ модульного типа мощностью 1...5 кВт с концентраторами на основе линз Френеля и гетеропереходными AlGaAs/GaAs солнечными элементами [13].

В России основными районами применения ФЭУ могут быть южные районы европейской и азиатской частей страны.

В ряде организаций налажен выпуск СЭ и ФЭМ с годовым объемом производства в мощностном выражении около 5 МВт при стоимости ФЭМ от 4 до 7 долл. США/Вт. Однако внутренний рынок этой продукции практически отсутствует.