

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФОТОПРЕОБРАЗОВАНИЙ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В СОСТАВЕ СОЛНЕЧНО-ВЕТРОВОГО КОМПЛЕКСА

АЛИ Ф. А., ОБОЗОВ А.ДЖ.
izvestiya@ktu.aknet.kg

Рассматриваются возможности повышения устойчивости фотопреобразователей и фотоэлектрических модулей, работающих в составе солнечно-ветрового комплекса в разных климатических условиях. Определены основные требования к ФП и ФЭМ, работающим в составе СВК, и предложены методы их реализации.

Фотоэлектрический модуль и солнечная станция представляют собой генераторы электрической энергии, собранные на базе последовательно и параллельно соединенных цепочек из фотопреобразователей (ФЭМ) или модулей (ФЭС) [1]. Как правило, для ФЭМ эти цепочки собираются на единой диэлектрической основе (печатной плате, стеклянной пластине и др.). Электрические соединения между отдельными ФП и ФЭМ осуществляются с помощью металлических проводников или шин, не ухудшающих последовательное сопротивление фотогенератора. Таким образом, в классическом варианте ФЭМ представляет собой плоские панели, на которых размещены соединенные между собой ФП. Непременными атрибутами ФЭМ являются силовые конструкции, придающие панелям необходимую жесткость, и конструктивные элементы, защищающие ФП от разного рода атмосферных воздействий. В общем случае к ФЭМ предъявляются следующие основные требования:

1. Высокая энергетическая эффективность и стабильность выходных параметров ФЭМ;
2. Надежность и устойчивость конструкции и составных частей к нагреву и механическим нагрузкам;
3. Низкая стоимость и технологичность.[2].

Эти обстоятельства выдвинули проблему защиты ФП от атмосферных воздействий на первый план при конструировании ФЭС. Рассмотрим поэтапно известные методы решения этой проблемы.

- Защита фотогенерирующей части ФЭС:

Фотогенерирующая часть ФЭС нуждается в эффективной защите от факторов атмосферного воздействия. При этом рационально защищать не каждый отдельный ФП, а целые модули (ФЭМ). Наиболее эффективным способом защиты является герметизация ФЭМ в оптически прозрачном со стороны фронтальной поверхности контейнере - оболочке, которая защищает и межэлементные соединения. Нами предложен следующий способ герметизации ФЭМ [2-3]:

1. Соединенные друг с другом ФП вначале прикрепляются с помощью оптически прозрачных клеев фронтальной поверхностью к защитному элементу (стеклу или прозрачному пластику);
2. Тыльная сторона ФП вместе с коммуникационными соединениями сливается слоем подходящего герметика;
3. Весь модуль вместе с защитным покрытием устанавливается на технологическую панель, выполняющую, кроме задач защиты ФП, еще и роль теплоотвода;
4. Герметизируются стыки стекло – подложка.

- Изготовление (сборка) ФЭС:

Солнечная станция (ФЭС) изготавливается путем механического объединения и электрической коммутации отдельных ФЭМ. В каждом конкретном случае конструирования ФЭС в зависимости от назначения и мощности необходимо рассчитывать коммутационные соединения таким образом, чтобы их температурные изменения не сказывались на последовательном сопротивлении ФЭС и механической прочности соединений [4]. Кроме того необходимо предусматривать дублирование всех соединений и возможность легкой и удобной перекоммутации. Такие схемы ФЭС характеризуются высокой надежностью и обладают возможностью компенсации разрушения отдельных ФП и ФЭМ и межэлементных связей за счет наличия многочисленных путей, по которым ток может обойти поврежденный элемент или модуль. Но, тем не менее, для этих схем характерны весьма высокие схемные потери, обусловленные разбросом электрических параметров ФП и ФЭМ, поскольку ток в последовательно соединенной цепочке ФП или ФЭМ определяется током наихудшего из них, а напряжение при параллельном соединении определяется наименьшим из напряжений на ФЭМ. Вследствие этого снижение тока и выходной мощности ФЭС относительно тех значений, которые можно было бы ожидать, исходя из средних значений тока и мощности отдельных

ФП. В этом аспекте разработка технических условий для стандартизации производства ФП является весьма актуальной задачей. Кроме того, различная степень деградации отдельных ФП приводит к нарастанию этих потерь в процессе эксплуатации ФЭС. При разработке электрических схем ФЭС очень важно разумно выбрать рабочее напряжение системы. С ростом мощности и размеров ФЭС увеличивается общая длина силовых токопроводов. Соответственно возрастут падение напряжения и потери мощности на коммуникационных соединениях. Для снижения этих потерь необходимо увеличивать рабочее напряжение на выходных шинах ФЭС. Исследования показали, что целесообразная степень повышения напряжения зависит от выходной мощности ФЭС, от выбора материала и параметров проводников, применяемых в качестве коммутационных соединений, а также от нагрузки. Повышение напряжения на выходе ФЭС приводит к необходимости увеличения длины последовательных цепочек ФЭМ, что в свою очередь приводит к росту схемных потерь и при проектировании ФЭС требует закладывать большой запас по току для обеспечения заданной мощности напряжений всего срока функционирования ФЭС. Резюмируя приведенные результаты практического опыта создания ФЭС, необходимо учитывать большое количество разнообразных факторов и, зачастую, противоположных требований, что приводит к обязательности решения сложных оптимизационных задач [5]. Кроме того, опыт монтажа подобных ФЭС, равно как и ФЭМ, по технологии [6] показал сложность выполнения распайки ФП. А статистика натурных испытаний показала, что причиной отказов ФЭМ чаще всего бывает обрыв соединительных медных шин на сгибах, которые неизбежны при монтаже модулей из однотипных ФП. При изготовлении ФЭМ для бытовых источников энергопотребления и для модулей, комплектующих ФЭС и СВК, нами была исследована возможность изготовления ФЭМ из ФП, изготовленных на базе кремния с различными типами проводимости [7]. Это исследование проводилось из соображений упрощения процесса сборки (монтажа) ФЭМ, уменьшения их габаритов и повышения надежности. Как показано на рис.1, при последовательной коммутации ФП из исходного материала одного типа проводимости коммутационная шина с тыльного токосъёмного контакта предыдущего ФП соединяется с фронтальным контактом последующего и так далее, при этом на шинах образуются перегибы, которые во время манипуляций при сборке и герметизации ФЭМ, а также при последующей эксплуатации ФЭМ в составе ФЭС или СВК из-за периодических изменений температуры (суточной, месячной, годовой) могут выйти из строя. Если для повышения надежности коммутационных соединений соединительные шины дублируются (при этом на фронтальной поверхности ФП выполняются две коллекторных полосы), то это приводит к уменьшению полезной поверхности ФП и к повышению сложности и трудоёмкости процесса изготовления модуля или станции. В случае применения кремниевых ФП с чередующимися типами проводимости исходного кремния последовательная коммутация облегчается, так как соединяются шинами фронтальный контакт предыдущего ФП с фронтальным контактом последующего, а тыловый контакт этого ФП с тыловым контактом третьего (рис.1.) Из рис.1 видно, что при такой методике распайки изгибов коммутационной шины не происходит. Такая конструкция облегчает технологию распайки ФП и дает возможность в дальнейшем автоматизировать эту операцию, уменьшает поломки ФП во время герметизации и в конечном итоге уменьшает трудозатраты на изготовление ФЭМ и увеличивает их надежность. Однако в случае использования исходного кремния с различными типами проводимости для изготовления ФП приходится решать задачу согласования сопротивлений коммутируемых последовательно ФП. Очевидно, что для изготовления ФП необходимо в качестве базовых подбирать материалы с максимально близким удельным сопротивлением. Наиболее успешно эту задачу можно решить методами жидкофазной эпитаксии (ЖФЭ), поскольку в этом случае базой ФП служит тонкая пленка, тип проводимости которой и удельное сопротивление можно заранее определить условиями роста пленки. При отборе ФП из исходного материала разных типов проводимости для изготовления ФЭМ или ФЭС основными критериями являются равенство токов короткого замыкания и токов оптимальной нагрузки ВАХ ФП. Нами были собраны несколько ФЭМ на основе ФП, изготовленных на базе эпитаксиальных $n-n^+$ - структур (толщина эпитаксиального слоя не более 45мкм и удельное сопротивление - 10 Ом \times см), и пластинах p - кремния марки КДБ-10. При изготовлении ФП на основе материала КДБ-10. Измерения показали, что напряжение холостого хода ФП на основе n^+-n - типичных структур почти всегда больше, чем у ФП на базе КДБ-10, а ток короткого замыкания, наоборот, меньше. Это связано, по-видимому, как с меньшим объёмом поглощения фотонов, так и с хорошими электрическими параметрами изотипного барьера ФП на основе n^+-n - структур.

При сборке ФЭМ элементы отбирались по точке оптимальной мощности, независимо от значения тока короткого замыкания. Изготовленные ФЭМ различной мощности (поскольку в данном

эксперименте также, как и в [8], использовались ФП двух типоразмеров) были по своим параметрам не хуже ФЭМ, описанных в [8].

Преимуществом же вышеописанных модулей был выигрыш в плотности упаковки панелей ФЭМ порядка 10% , что является немаловажным фактором как в производстве маломощных станций, так и в производстве панелей для СВК.

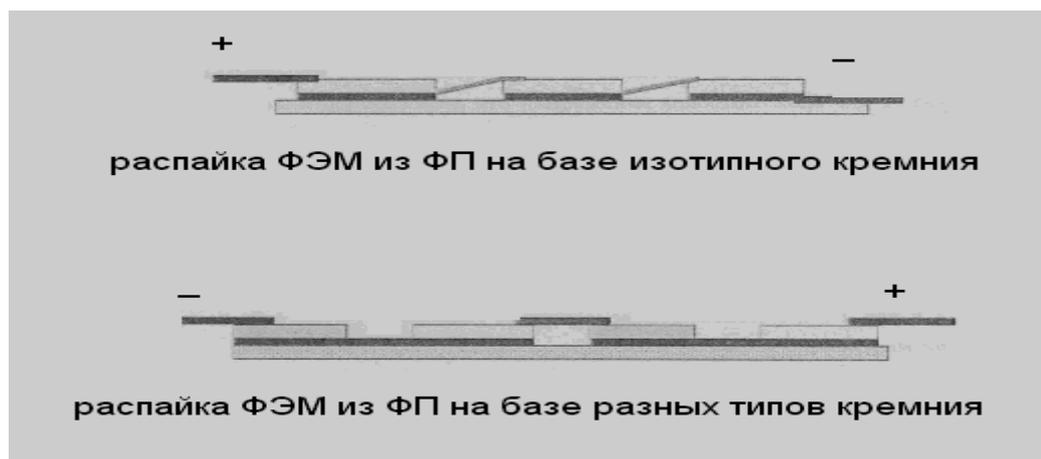


рис.1. Старый метод распайки и новый предложенный метод распайки

Литература

1. Лидоренко Н.С., Рябиков С.В., Стребков Д.С. Преобразование солнечной энергии.– М.: Наука, 1985.
2. Способ изготовления солнечных батарей. США, пат.№7331442, кл. 156-66. НОШ 1/18.
3. Фотоэлектрический модуль. Япония, пат. № 60-189272, HOLL31/4.
4. Бюргановская Г.В., Варгин В.В., Действие излучений на неорганические стекла. – М.: Атомиздат, 1968.
5. Евдокимов В.М. Гелиотехника, № 6, 1972. С. 82-83.
6. Муминов Р.А., Турсунов М.Н. Гелиотехника № 4,1996. С. 73-75.
7. Али Ф., Дадамухамедов С. и др. Гелиотехника, №3,1998.
8. Аль-Оран Б.Ф., Дадамухамедов С. и др. Гелиотехника, №3,1994. – 15 с.

