

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

8.3. Солнечные электростанции и системы теплоснабжения

8.3.1. Фотоэлектрические преобразователи и энергоустановки на их основе

8.3.1.2. Многопереходные (каскадные) фотопреобразователи

Дальнейшее повышение эффективности ФЭП и энергоустановок на их основе связано с разработкой и применением многопереходных (каскадных) СЭ. Такие элементы обладают расширенным диапазоном спектральной чувствительности по сравнению с однопереходными.

Это направление в последние годы получило особенно интенсивное развитие. С 1996 г. двухкаскадные ФЭП на основе InGaP/GaAs производятся в промышленном масштабе. Они были успешно использованы в космосе. С 1999 г. начался промышленное изготовление трехкаскадных ФЭП на основе InGaP/GaAs/Ge.

Решающим обстоятельством для экономически оправданного использования многопереходных СЭ является то, что они могут весьма эффективно работать при интенсивностях световых потоков значительно превышающих (в сотни и тысячи раз) естественный солнечный поток, что выгодно отличает их от кремниевых ФЭП.

В настоящее время разработаны многокаскадные элементы с высокой эффективностью, что делает весьма привлекательным их применение, как в космических энергетических системах, так и в наземных концентраторных энергоустановках. Процесс изготовления этих структур сложен, недешев и требует применения высокотехнологичного оборудования. В Европе и США для этой цели используются установки газофазной эпитаксии из паров металлоорганических соединений, которые позволяют воспроизводимо создавать многопереходные и многослойные гетероструктуры с предельно тонкими

слоями и стабильными параметрами [13].

Получены как лабораторные образцы, так и серийно выпускаемые ФЭП с высокой эффективностью (до 38 %) для световых потоков эквивалентных потокам от источников излучения мощностью кратной сотни солнц. В табл. 8.5 приведены данные по теоретическим и наиболее значимым достигнутым в последнее время значениям эффективности каскадных СЭ (КСЭ).

Каскадные СЭ позволяют создать высокоэффективные экономические фотоэлектрические энергоустановки, работающие при концентрированном солнечном излучении. Эффективность работы таких элементов в большей степени зависит от согласованности рабочих параметров отдельных элементов КСЭ, которая сохраняется только для заданных условий эксплуатации, поэтому при выборе типа КСЭ для концентраторных установок необходимо выбирать СЭ, оптимизированный для работы в требуемом диапазоне концентраций солнечного излучения, чтобы достигнуть наиболее высокой выработки электроэнергии.

В России в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе были изготовлены однопереходные AlGaAs/GaAs СЭ с КПД около 27,6 % при концентрации излучения 140 солнц, 26,2 % при концентрации 1000 солнц и механически состыкованные КСЭ на основе AlGaAs/GaAs — InP/InGaAs — (или GaSb) с КПД 32...33 % при стократной концентрации солнечного излучения.

Таблица 8.5. Основные характеристики каскадных СЭ

Производитель	Структура СЭ	Кратность концентрации солнечного излучения	КПД, %	Источник информации
Fraunhofer Institute for Solar Energy (IES)	GaAs	70	26,8	[14]
IES	GaInP/GaInAs	281	32,0	[14]
IES	GaInP/GaInAs/Ge	500	35,3	[14]
Sharp Corp.	GaInP/GaInAs/Ge	500	38,9	[15]
NREL	GaInP/GaAs/GaInAs	10	37,9	[16]
Boeing-Spectrolab	GaInP/GaInAs/Ge	175	37,3	[17]