

# СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Производители модулей солнечных батарей в настоящее время предоставляют гарантию безотказной работы на свою продукцию до 25 лет. Свидетельство на соответствие модуля международным стандартам IEC (International electronic committee) 61215 и IEC 61646 выдается в случае прохождения изделием испытаний в соответствии с несколькими методиками, разработанными для моделирования потери производительности из-за старения модуля. Термоциклирование, сочетание влажности, высокой и низкой температур, а также испытания при ультрафиолетовом излучении являются обязательным требованием международных стандартов и соответственно вызывают необходимость их обязательной реализации в климатических камерах. В этом материале Вашему вниманию предлагается представитель такого оборудования от крупнейшего производителя климатических камер Espec Corporation.

Павел Масич,  
Александр Попроцкий,  
info@ostec-smt.ru

Качество солнечного модуля, обеспечиваемое по стандартам IEC 61215/61646, т.е. его долговременное функционирование, в результате проведенных испытаний должно быть спрогнозировано с высокой вероятностью. Большинство крупных производителей модулей имеют в своих испытательных лабораториях оборудование, сертифицированное в соответствии со стандартом IEC. Соответственно многие традиционные компании выпускающие модули, проводят исследования сами, что позволяет обеспечить низкие затраты и, насколько это возможно, сократить время, требуемое для получения свидетельства IEC.

Эти методики испытаний связаны как с тепловым воздействием (термоциклирование, сочетание высокой/низкой температуры и влажности), так и с воздействием ультрафиолетового излучения при постоянной температуре. Производители модулей, наряду с исследовательскими и контролирующими организациями, используют климатические камеры для выполнения испытаний и моделирования условий старения модуля при достаточно жестких внешних воздействующих факторах (см. стр. 6, рис. 2).

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ КАМЕРЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Имеется несколько аспектов, которые необходимо учитывать при подборе «правильной» климатической камеры для испытания модулей солнечных батарей – габариты модулей, их вес, количество испытываемых образцов. Кроме того, необходимо наличие пространства в камере, в котором предполагается циркуляция воздуха между нагревателями, холодильниками и солнечными панелями. В результате, как правило, только одна пятая рабочего объема камеры может быть заполнена солнечными панелями. Обычно поставщики климатических камер в качестве дополнительной опции предлагают

заказные стойки для модулей с целью увеличения числа образцов, которые могут быть испытаны одновременно.

Достаточно часто оборудование изготавливается компаниями на заказ, что объясняет широкий диапазон цен климатических камер. Цена изменяется в зависимости от того, способно ли оборудование проводить испытания лишь при одновременном воздействии высокой температуры и влажности или также возможно проводить испытания на термоциклирование и одновременное воздействие низкой температуры и влажности. Когда дело доходит до термоциклирования и испытаний, проводимых при пониженной температуре в сочетании с влажностью, возникает необходимость использования каскадной системы охлаждения и внешнего увлажнителя. Это обстоятельство может даже удвоить цену по сравнению с климатическими камерами, разработанными для выполнения испытаний одновременного воздействия повышенной температуры и влажности.

Кроме того, некоторые изготовители комплектуют климатические камеры лампами ультрафиолетового излучения, которые используются и для испытаний на воздействие излучения, и для испытаний при высокой температуре и влажности. В любом случае, для проведения испытаний на термоциклирование и воздействие низкой температуры одновременно с влажностью необходима отдельная камера, так как камеры с ультрафиолетовыми лампами не могут функционировать при температурах ниже 0°C.

Но даже при условии отсутствия лампы ультрафиолетового излучения внутри камеры, одной еди-

всех видов испытаний: лишь испытание образца на воздействие повышенной температуры и влажности требует 1000 часов, что соответствует непрерывной работе оборудования в течение 42 дней подряд. Именно поэтому изготовители модулей обычно при-

обретают больше одной камеры: по крайней мере, одну для испытания на воздействие влажности и высокой температуры и одну для проведения испытаний на термоциклирование и воздействие низкой температуры и влажности. В тоже время заказ климатических камер с ультрафиолетовым излучением является скорее исключением, поскольку этот вид испытаний является второстепенным при проверке качества солнечных панелей.

Единственный недостаток камер большого размера заключается в том, что требуется достаточное количество времени для повышения/понижения температуры по сравнению с камерами меньших размеров. При достаточных габаритах камер неудивительно, что их значения энергопотребления и потребления воды значительно выше, чем для обычных камер.

Корпорация ESPEC из Японии, главным представителем которой на территории России является ЗАО Предприятие Остек, поставляет климатические

камеры для изготовления солнечных батарей стала активно сотрудничать с компанией лишь в течение нескольких лет, уже продано 25 климатических камер для испытаний солнечных модулей.

Камера EWSH282-4CW (рис. 1) производства ESPEC (TABAI) с рабочим объемом 8 м<sup>3</sup> сконструирована для максимальной нагрузки на пол 1500 кг. Это означает, что одновременно можно испытать 18 модулей солнечных батарей размером до 1600x2100 мм. Оборудование позволяет обеспечить максимальные скорости охлаждения и нагрева до 7°С/мин. Эта впечатляющая скорость, которая несравнимо больше, чем у любой аналогичной камеры, достигается благодаря использованию проводниковых хромоникелевых нагревателей и каскадного охлаждения. Очевидным является то, что постоянно обеспечить эту скорость при функционировании камеры невозможно, но даже средняя скорость 3°С/мин является очень высокой для камер большого размера.



Рис. 1 Камера большого размера EWSH282-4CW производства ESPEC (TABAI) достигает максимальную скорость нагрева и охлаждения в 7°С/мин при максимальной нагрузке в 1 500 кг

<b>Климатическая камера</b>	
Компания изготовитель	ESPEC (TABAI), Япония
Модель	EWSH282-4CW
Год выпуска	2007
<b>Основные технические характеристики</b>	
Габариты рабочей зоны (ДxШxВ)	1800x1800x2400 мм
Максимальная нагрузка (на пол)	1500 кг
Стеллажи для модулей	в качестве дополнительной опции
<b>Температурные показатели</b>	
Диапазон температуры	-65...150 °С
Максимальная скорость охлаждения	7.0 °С/мин
Средняя скорость охлаждения	3.0 °С/мин
Максимальная скорость нагрева	7.0 °С/мин
Средняя скорость нагрева	3.0 °С/мин
Отклонение температуры во времени от установленного значения	± 1 °С
Равномерность распределения температуры по объему	±2 °С
Максимальная холодопроизводительность*1	6 кВт
Хладагент	R-404A/R-508B
<b>Климатические испытания</b>	
Диапазон температуры	10...85 °С
Отклонение температуры во времени от установленного значения	± 1 °С
Равномерность распределения температуры по объему	± 2 °С
Диапазон точки росы	-
Диапазон влажности	10-95%
Отклонение влажности во времени	± 5%
Равномерность влажности по объему	± 5%
Максимальная холодопроизводительность*1	1.5 кВт
Автоматическое устройство размораживания	нет
Хладагент	R-404A/R-508B
<b>Регулирующие устройства</b>	
Средство измерения температуры	термопара
Средство измерения влажности	мокрая/сухая термопара. Возможность комплектации полупроводниковым измерителем
Регулирование проводимости воды	нет
<b>Основные эксплуатационные показатели</b>	
Напряжение питания	3 ф, 400-460 В, 50-60 Гц
Максимальная потребляемая мощность	92 кВт
Требуемая минимальная проводимость	0.02 – 1 мкСм/мм*1
Наличие системы подготовки воды	нет*2
Максимальное потребление воды	3 700 л/ч
Средний расход воды	2 500 л/ч
Максимальный уровень шума	69 дБ
Средний уровень шума	67 дБ
<b>Габариты</b>	
Внешние габариты (Д x Ш x В)	2300x4000x2800 мм
Масса	3500 кг
<b>Система управления и программное обеспечение</b>	
Оснащение персональным компьютером	сенсорный PLS экран системы управления
Программное обеспечение, система управления данными	есть
Совместимость с операционной системой Windows	есть
Совместимость с приложениями Access, Excel	есть
Гарантия	12 месяцев
Примечания	*1 данные приведены для температуры окружающей среды +25°С, напряжения питания 400 В, без загрузки образцами, без дополнительного оборудования и тепловой компенсации, при температуре охлаждающей воды +28°С
	*1 для системы увлажнения *2

## ПРОВЕДЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТАМИ IEC 61215/61646

Квалификация режимов испытаний модулей солнечных батарей определяется международным стандартом IEC 61215 для кристаллических кремниевых ячеистых модулей и стандартом IEC 61646 для тонкопленочных модулей. Эти стандарты включают несколько видов испытаний по определению эффекта старения модуля солнечных батарей при его функционировании. Виды воздействий подразделяются на излучение, механические, электрические и тепловые испытания.

Тепловые испытания для кремниевых пластинчатых, и для тонкопленочных модулей включают три типа испытаний: испытания при повышенной температуре в сочетании с влажностью, термоциклирование и испытания при пониженной температуре в сочетании с влажностью. Для этих трех видов тепловых испытаний требуется климатическая камера. Но перед проведением испытаний на термоциклирование и воздействие низкой температуры в сочетании с влажностью необходимо предварительное воздействие на модули ультрафиолетовым излучением при  $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  с длинами волн, находящимися в диапазоне от 288 до 385 нм при отклонении интенсивности излучения не более 15%.

Испытания при повышенной температуре в сочетании с влажностью проводятся при  $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  и при относительной влажности  $85\% \pm 5\%$ , длительность испытаний при этом составляет 1000 часов. Максимальные скорости нагрева/охлаждения достигают  $1,67^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ . При помощи этих испытаний определяется устойчивость модулей солнечных батарей к длительному воздействию влаги.

Термоциклирование позволяет установить способность солнечных батарей выдерживать нагрузки, вызванные периодическим изменением температуры от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , при таких же скоростях охлаждения/нагрева, как и при испытании при повышенной температуре в сочетании с влажностью. Такое испытание для дальнейшей сертификации изделий должно быть выполнено дважды: первый этап - 50 циклов после предварительного воздействия ультрафиолетовым облучением и перед испытанием при пониженной температуре в сочетании с влажностью; второй этап - воздействие 200 циклов изменения температуры. Минимальное время проведения данного испытания 10 минут, а максимальное время цикла составляет приблизительно 6 часов.

Испытания при пониженной температуре в сочетании с влажностью проводят в течение более длительного времени, чем испытания на термоциклирование. Условиями являются 10 циклов при предельных значениях температуры от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности 85%. В соответствии со стандартами IEC, допускаются максимальная скорость нагрева  $1,67^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  и частично максимальная скорость охлаждения  $3,3^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ . Отклонение тем-

пературы при испытаниях модулей не должна превышать  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность цикла составляет приблизительно 4 часа.

В соответствии со стандартами IEC 61215/61646 после каждого испытания на модулях не должны наблюдаться визуальные изменения, такие как трещины в ячейках или расслоение конструкционной массы. Последнее, но не менее важное требование заключается в том, что снижение производительности при функционировании модулей солнечных батарей не должно превышать 5%.

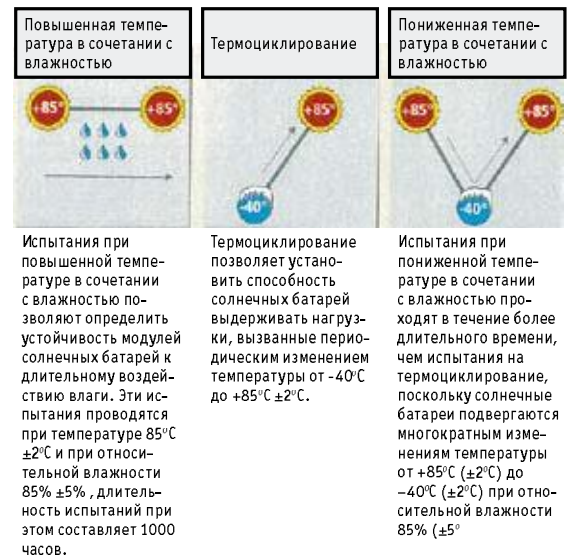


Рис. 2 Типовые варианты испытаний модулей солнечных батарей

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенная в этом материале информация является одной из первых по оборудованию для испытаний солнечных батарей. Японские производители климатических камер уделяют пристальное внимание разработке оборудования для новых видов промышленной продукции. Выдающиеся характеристики

в этом материале климатической камеры делают предпочтительным использование для испытаний солнечных батарей оборудования ESPEC (TABAI). ■