

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЕЧИ ESPEC TABAI — ЛУЧШИЙ ВЫБОР ДЛЯ СУШКИ И ТЕРМООБРАБОТКИ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Павел Масич
Евгений Кашин
info@ostec-smt.ru

Традиционные технологии предполагают при использовании или изготовлении электронных компонентов применение операций обработки при повышенной температуре. К этим технологическим операциям относятся: отверждение заливочных компаундов, влагозащитных составов, клеевых и герметизирующих соединений из полимерных материалов, сушку пропитанных индуктивных элементов, термообработку металлических деталей и некоторые другие. Для реализации таких технологий используется оборудование, обеспечивающее нагрев до необходимой температуры. Японская компания Espec (Tabai) выпускает несколько серий промышленных печей, входящих в большое семейство оборудования для термообработки: печи с максимальной температурой от +200⁰C до +700⁰C; печи во взрывобезопасном исполнении;

печи с вращающейся стойкой для образцов; печи с термообработкой в среде инертного газа; вакуумные печи; печи для работы в помещениях с классом чистоты 100; печи больших объемов до 3500 л и другие (Рис. 1).

В настоящее время производители электроники обязаны уделять повышенное внимание обеспечению сохранности электронных компонентов, используемых в технологиях поверхностного монтажа, особенно в условиях перехода к бессвинцовым технологиям. Эти электронные компоненты необходимо хранить в герметично запаянных упаковках или в шкафах сухого хранения при заданных уровнях влажности и комнатной температуре. Кроме того, шкафы сухого хранения одновременно с хранением обеспечивают



Рис. 1. Модельный ряд промышленных печей

Таблица 1. Инструментарий «М» и «Стандарт»

Режим работы	«М» — программируемые воздействия	«Стандартный» — поддержание постоянных температур
Диапазон значений дисплея	Температура: от 0 до +210/310°C Время: От 0 до 99 часов 59 минут От 100 до 999 часов (мин. — 1 час)	Температура: от 0 до +210/310°C Время: От 0 до 99 часов 59 минут От 100 до 999 часов (мин. — 1 час)
Цена деления	Температура: 1°C Время: 1 мин.	Температура: 1°C Время: 1 мин.
Точность показаний дисплея	Температура: ±(2°C + мин. значение дисплея)	Температура: ±(2°C + мин. значение дисплея)
Программирование	3 программы по 18 шагов	1 программа на 2 шага
	<ul style="list-style-type: none"> • Линейное изменение температур • Ступенчатое задание температур • Автоматический пуск — возможен при задании нулевой температуры первого шага (при отключенной печи) • Автоматический останов — возможен при задании на последнем шаге команды «ВЫКЛ» • Отключение камеры — камеру можно отключить во время работы. • Завершение работы — по окончании испытания камера может входить в режим: «HOLD» — запоминание последнего значения температуры «CONST» — работа при постоянной температуре «END» — отключение • Повторение до 999 шагов 	
Управление и обмен информацией	<ul style="list-style-type: none"> • E-BUS интерфейс (опционально — RS-232C) 	
Дополнительные функции	<ul style="list-style-type: none"> • Отслеживание входного перегорания • Оповещение при достижении верхнего и нижнего пределов температур • Аварийный звуковой сигнал • Автомат защиты по перегреву • Сообщения о неполадках • Указание количества неполадок • Самодиагностика • Режим переключения на рабочий режим после устранения неполадки • Защита от перебоев электропитания 	

*При температуре окружающей среды +23°C

сушку компонентов до требуемых значений влажности. Преимуществом этого оборудования является то, что оно обеспечивает сохранение технических и технологических (способность к пайке) показателей компонентов.

Однако в условиях реального производства, когда поставка компонентов проходит неритмично, нередко возникают ситуации, когда подготовку и, соответственно, выполнение заказа необходимо осуществить в крайне ограниченные сроки. При этом наиболее эффективным является оборудование, позволяющее проводить сушку и, таким образом, восстанавливать качество компонентов, чувствительных к влажности. Электронные компоненты рекомендуется сушить

при повышенной температуре (до 125°C) в течение определенного времени, зависящего от типа компонента. Использование этой операции кроме сушки обеспечивает термостабилизацию компонентов, хотя выдержка при повышенной температуре приводит к дополнительному окислению паяемых поверхностей.

Для выполнения технологической операции сушки предназначены две серии промышленных печей (Рис. 1) PV(H) и PH(H).

Печи серии PV(H) имеют вертикальную компоновку (Рис. 3), печи серии PH(H) — привычную горизонтальную (Рис. 5). Существует две модификации печей по максимальным температурам: до +200°C и до +300°C.

Для оптимизации затрат на приобретение оборудования реализована гибкая система возможных дополнительных устройств печей, в том числе выбор между простым «стандартным» инструментарием управления печью, позволяющим реализовать постоянную температуру (Рис. 2), и современным, «М» — инструментарием, дающим возможность создавать и запоминать 18-фазные программы термообработки. Подробное описание инструментариев приведено в Таблице 1.

Вертикальная компоновка (Рис. 3) существенно уменьшает занимаемую печью площадь. Все системы



Рис. 2. «Стандартный» инструментарий

Рис. 3. Промышленные печи серий PV(H) – вертикальная компоновка





Рис. 4. Рабочая зона камеры РН(Н)

и устройства оборудования размещены в верхней части, уменьшая необходимую для размещения площадь на 20-60% по сравнению с горизонтальной компоновкой. Такое решение позволяет увеличить производительность производственной линии и сэкономить место в помещении.

общим весом до 200 кг. Для удобства загрузки-выгрузки полки легко выдвигаются на салазках.

Автоматическая система управления и оригинальная конструкция обеспечивают высокую степень точности рабочих параметров печей. Точность распределения и поддержания температур, скорости нагрева, время выхода на заданную температуру гарантировано обеспечиваются в соответствии со значениями, заявленными в технических характеристиках (Таблицы 2, 3).

При работе с большими значениями температур используется тройная защита: программная, аппаратная и с помощью плавкого предохранителя.

Большой выбор возможных опций позволяет выбрать печь под конкретные производственные условия: подключение к сети, удаленное управление, усиленные полки, технологические отверстия, окно наблюдения, стойка размещения нескольких печей друг над другом и многое другое.

Цельная внутренняя поверхность двери, отсутствие сварных швов и сопряжений исключают утечки тепла.

Полки и низ печей усилены. В результате в рабочую зону (Рис. 4) можно поместить образцы

Таблица 2. Технические характеристики печей серии РВ(Н)

Модель	PV-211	PV-221	PV-231	PV-331	PVH-211	PVH-221	PVH-231	PVH-331	
Система	Принудительная циркуляция воздуха / естественная конвекция								
Питание	~220 В, 50 Гц, 1 фаза								
Энергопотребление	4,0	4,8	5,8	6,8	4,0	5,8	6,2	8,8	
Технические характеристики*	Диапазон температур	От $T_{окр}+20$ до $+200^{\circ}\text{C}$				От $T_{окр}+20$ до $+300^{\circ}\text{C}$			
	Точность поддержания температур	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ при $+100^{\circ}\text{C}$, $+200^{\circ}\text{C}$							
	Точность распределения температур	$\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ при $+100^{\circ}\text{C}$, $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ при $+200^{\circ}\text{C}$				$\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ при $+100^{\circ}\text{C}$, $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ при $+200^{\circ}\text{C}$, $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$ при $+300^{\circ}\text{C}$			
	Скорость нагрева	От $T_{окр}$ до $+200^{\circ}\text{C}$ Не более 40 мин				От $T_{окр}$ до $+300^{\circ}\text{C}$ Не более 60 мин			
Диапазон температур окружающей среды	От 0 до $+40^{\circ}\text{C}$								
Конструкция	Материал корпуса	Холоднокатаная листовая сталь с антикоррозионным покрытием							
	Материал камеры	Листовая нержавеющая сталь							
	Изоляция	Стекловолокно							
	Нагреватель	Нагреватель закрытого типа							
	Вентилятор	Стальной вентилятор с антикоррозионным покрытием							
	Естественная / принудительная циркуляция	Ручное переключение							
Дополнительные устр-ва	Силовой кабель (2 м), разъемы подключения питания образцов								
Внутренние размеры Ш x В x Г, мм	600 x 600 x 600	600 x 900 x 600	600 x 1200 x 600	800 x 1200 x 800	600 x 600 x 600	600 x 900 x 600	600 x 1200 x 600	800 x 1200 x 800	
Внешние размеры Ш x В x Г, мм **	770 x 1200 x 925	770 x 1500 x 925	770 x 1800 x 925	1030 x 1800 x 1145	770 x 1200 x 925	770 x 1500 x 925	770 x 1800 x 925	1030 x 1800 x 1145	
Рабочий объем, л	216	324	432	768	216	324	432	768	
Вес, кг	165	190	210	325	165	190	210	325	

* Измерения проводились без загрузки образцов при принудительной циркуляции

** Без учета выступов

В статье представлены технические возможности и характерные особенности промышленных печей серии PV(H) и PH(H).

Применение печей компании Espec (Tabai) позволяет пользователю:

- повысить качество и надежность изделий за счет обеспечения технических параметров комплектующих;
- сократить общий объем затрат на ремонт изготавливаемых изделий;
- повысить престиж предприятия, как производителя высококачественной продукции.



Рис. 5. Промышленные печи серии PH(H) - горизонтальная компоновка

Компактный размер и высокая точность поддержания температуры делают печи компании Espec (Tabai) лучшим выбором для предприятий-производителей электронных изделий.

Таблица 3. Технические спецификации печей серии PH(H)PV(H)

Модель	PH-101	PH-201	PH-301	PH-401	PHH-101	PHH-201	PHH-301	PHH-401	
Система	Принудительная циркуляция воздуха / естественная конвекция								
Питание	~220 В, 50 Гц, 1 фаза								
Энергопотребление	2,0	2,7	5,0	6,5	2,7	3,8	6,5	9,5	
Технические характеристики*	Диапазон температур	От T _{окр} +20 до +200°C				От T _{окр} +20 до +300°C			
	Точность поддержания температур	±0,1°C при +100°C ±0,2°C при +200°C		±0,2°C при +100°C ±0,4°C при +200°C		±0,1°C при +100°C ±0,1°C при +200°C ±0,2°C при +300°C		±0,2°C при +100°C ±0,4°C при +200°C ±0,6°C при +300°C	
	Точность распределения температур	±0,5°C при +100°C ±1,5°C при +200°C		±1,0°C при +100°C ±2,0°C при +200°C		±0,5°C при +100°C ±1,5°C при +200°C ±2,5°C при +300°C		±1,0°C при +100°C ±2,0°C при +200°C ±3,0°C при +300°C	
	Скорость нагрева	От T _{окр} до +200°C Не более 40 мин		От T _{окр} до +200°C Не более 60 мин		От T _{окр} до +300°C Не более 60 мин		От T _{окр} до +300°C Не более 70 мин	
Диапазон температур окружающей среды	От 0 до +40°C								
Конструкция	Материал корпуса	Холоднокатаная листовая сталь с антикоррозионным покрытием							
	Материал камеры	Листовая нержавеющая сталь							
	Изоляция	Стекловолокно							
	Нагреватель	Нагреватель закрытого типа							
	Вентилятор	Стальной вентилятор с антикоррозионным покрытием							
	Естественная / принудительная циркуляция	Ручное переключение							
Дополнительные устр-ва	Силовой кабель (2 м), разъемы подключения питания образцов								
Внутренние размеры Ш x В x Г, мм	450 x	600 x	800 x	1000 x	450 x	600 x	800 x	1000 x	
	450 x	600 x	800 x	1000 x	450 x	600 x	800 x	1000 x	
	450	600	800	1000	450	600	800	1000	
Внешние размеры Ш x В x Г, мм **	1040 x	1190 x	1500 x	1730 x	1040 x	1190 x	1500 x	1730 x	
	820 x	970 x	1210 x	1480 x	820 x	970 x	1210 x	1480 x	
	635	785	1065	1275	635	785	1065	1275	
Рабочий объем, л	91	216	512	1000	91	216	512	1000	
Вес, кг	95	130	240	430	95	130	240	430	

* Измерения проводились без загрузки образцов при принудительной циркуляции

** Без учета выступов

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ КОМПОНЕНТОВ: ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЕ. КАМЕРА ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ TSE-11-A

Павел Масич
Евгений Кашин
info@ostec-smt.ru

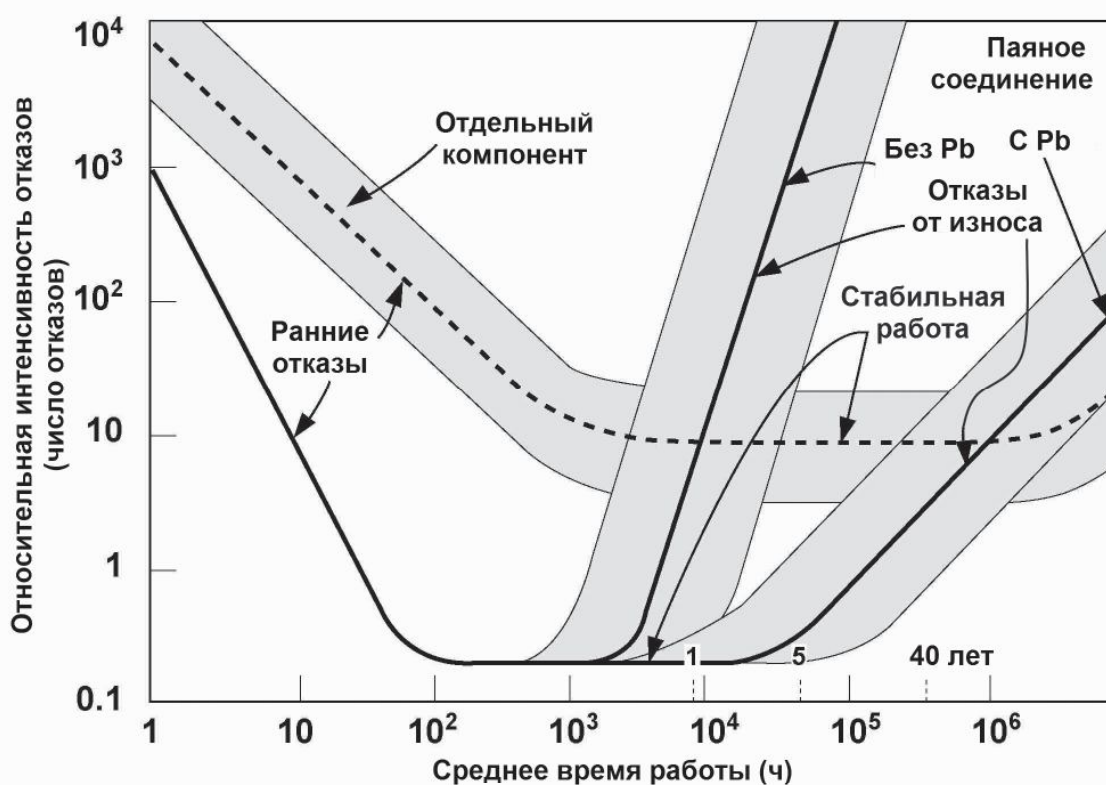
ВВЕДЕНИЕ

Специалистам, производящим современные электронные изделия, хорошо известно об ужесточении условий эксплуатации электроники. В результате проведения типовых испытаний по проверке изделий на воздействие температуры и влажности уже недостаточно. В то же время использование различных методик, включающих предельные требования, является эффективным способом выявления дефектов, как на входном контроле компонентов, так и при проведении различных видов испытаний готовых изделий. Исходя из этого, метод испытаний изделий циклическим изменением температуры на различных уровнях (модулей, блоков и систем) вызывает все больший интерес у производителей электронной техники.

Электронный модуль в большинстве случаев в начальный период своей работы выходит из строя из-за дефектов компонентов, а в процессе дальнейшего функционирования — из-за отказов в паяном соединении. Надежность компонентов в основном определяется временем стабильной работы, тогда как надежность паяного соединения определяется наличием отказов в результате продолжительной работы. Опыт эксплуатации и ремонта электронных узлов показывает, что соединения являются той частью изделия, с которой связано 90% всех отказов электронных узлов. То есть для современной электроники самым слабым звеном являются паяные соединения, получаемые в результате поверхностного монтажа и последующего оплавления.

Испытания на термоциклирование направлены на выявление дефектов паяных соединений и предска-

Рис. 1. Кривая отказов



зание среднего времени работы изделия в реальных условиях. На рисунке (Рис. 1) представлены кривые, иллюстрирующие относительное количество отказов в зависимости от времени наработки изделия (материалы стандарта IPC – SM – 785).

Возможность использования термоциклирования, как наиболее эффективного метода выявления дефектов приводит к повышению требований к оборудованию для термоциклирования. Для удовлетворения потребности в новом типе испытаний компания Espec (Tabai) разработала модельный ряд оборудования, представителем которого является компактная камера термоциклирования TSE-11-A.

ВНЕШНИЙ ВИД И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

На рис. 2 представлен внешний вид камеры, а в таблице 1 — основные технические характеристики.

Таблица 1. Технические характеристики камеры

Принцип работы	2-зонная система с вертикальным перемещением образца
Объем испытательной зоны	10.9 л
Размеры испытательной зоны	Ш320 x В148 x Г230 мм
Габариты	Ш680 x В1625 x Г1050 мм
Площадь основания	0.71 м ²
Зона высокой температуры	от +60 до +200°C
Зона низкой температуры	от -65 до 0°C
Скорость изменения температуры на образце	15°C/мин. или быстрее
Время выхода на заданный режим	В течение 5 минут
Выдержка при высокой температуре	+150°C в течении 30 минут
Выдержка при низкой температуре	-65°C в течении 30 минут
Образцы	8кг (по 2 кг на 4 полки)
Компрессор	Воздушное охлаждение
Хладагент	<ul style="list-style-type: none"> 1-й каскад: R508A 2-й каскад: R404A
Панель управления	Цветной ЖК-дисплей, управляется прикосновением
Питание	380 В, 3ф, 50 Гц
Макс. ток	17 А
Комплектация	<ul style="list-style-type: none"> Колеса (высота настраивается) Сетевой разъем
Опции	<ul style="list-style-type: none"> Модуль записи информации Устройство доп. охлаждения (жидкий азот или CO₂)

Рис. 2. Камера термоциклирования TSE-11-A



ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАМЕРЫ

Вследствие трудности реализации высокой скорости термоциклирования воздушным потоком в этом оборудовании применена двухзонная схема работы (+150°C и -65°C). Кроме того, в камере термоциклирования TSE-11-A обеспечено минимальное время выхода на режим каждой рабочей зоны (в течение 3 минут). Скорость изменения температуры на образце составляет 15°C/мин. Эти технические решения обеспечивают высокую производительность проводимых испытаний.

В камере термоциклирования TSE-11-A достигнута высокая точность контроля температуры, что позволяет обеспечить повторяемость параметров испытания от цикла к циклу (Рис. 3). Точность поддержания температуры обеспечивается термopарами, встроенными в 10 микросхем (16-pin DIP), которые помещаются в каждом углу и в центре обоих уровней двухуровневой полки (Рис. 4).

Рабочая зона камеры имеет объем 10,9 литра, что позволяет работать с большинством существующих печатных узлов (Рис. 5). Вес испытываемых образцов до 2 кг распределенного груза на полку (например, 2 кг микросхем).

Технологическое отверстие, находящееся на боковой стенке камеры, дает возможность подключения питания к испытываемому образцу и контроля его электрических характеристик.

Конструкция камеры предусматривает элементы безопасности, которые включают механизмы фиксации рабочей корзины и блокирования открытой двери.

Например, когда рабочая корзина находится в высокотемпературной части камеры (вверху), специальный механизм привода прочно фиксирует ее в этом положении, предохраняя от самопроизвольного опускания. В случае открытия дверцы камеры, рабочая корзина автоматически останавливается. Также, двери автоматически блокируются, когда рабочая корзина в движении. Эти технические решения обеспечивают

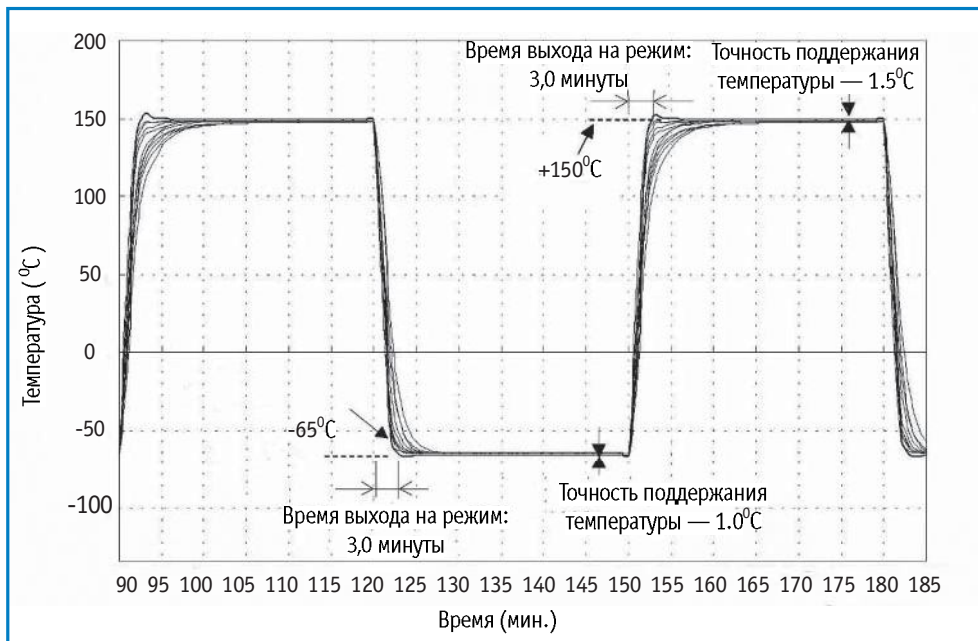


Рис. 3. Пример термоциклирования с постоянным контролируемым

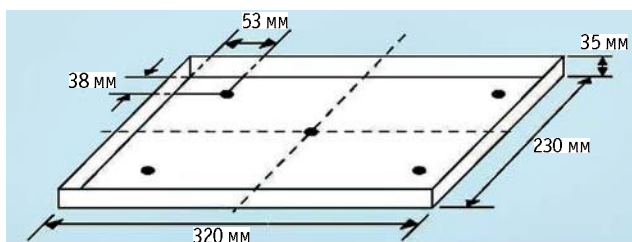


Рис. 4. Общий вид полки для образцов

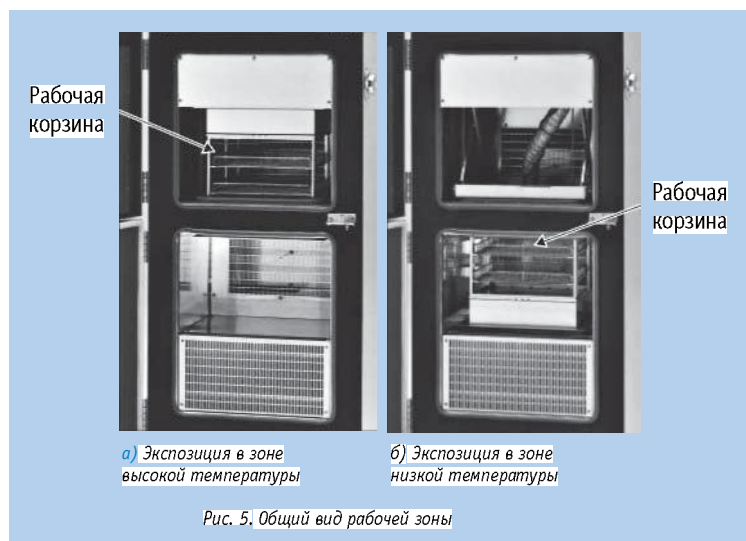


Рис. 5. Общий вид рабочей зоны

двойную систему безопасности испытываемых изделий и обслуживающего персонала.

Управление камерой осуществляется с цветного сенсорного ЖК-экрана. Оператор может устанавливать и контролировать любые параметры испытаний через ЖК-панель (программы, температуры, скорость движения рабочей зоны, графики изменения температуры и т.д.).

Таким образом, технические параметры камеры термоциклирования TSE-11-A позволяют проводить испытания в соответствии с требованиями многих международных и национальных стандартов: MIL-STD-883E (американский военный стандарт, испытания микросхем), JIS (японские промышленные стандарты), JASO (японские автомобильные стандарты), D001 (общие правила методов испытаний для автомобильной электроники, ED2531A (методы испытаний для ЖК-дисплеев) и др.

В частности, методика проведения термоциклирования в соответствии со стандартом MIL-STD-883E предусматривает

выдержку при высокой температуре (+150°C) и при низкой температуре (-65°C) до 30 мин., методы испытаний японской автомобильной электроники JASO, D001 предполагают даже более жесткие воздействия, в т.ч. проведение термоциклирования до температуры +180°C. Такой подход является гарантией обеспечения качества любой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлены особенности камеры термоциклирования TSE-11-A и ее технические возможности. Компактный размер, воздушное охлаждение и высокая скорость изменения температуры делают эту камеру лучшим выбором для проведения испытаний термоциклированием. В условиях современного производства использование современных методик испытаний и японского оборудования, разработанного в соответствии с техническими требованиями стандартов производителей японских автомобилей – лучших в мире — является гарантией качества любых изделий.

Применение камер термоциклирования Espes (Tabai) обеспечивает:

- повышение уровня качества и надежности выпускаемых изделий за счет стимулирования и выявления скрытых дефектов на ранней стадии;
- снижение трудоемкости и проведение испытаний в процессе производства;
- повышение престижа предприятия, как производителя высококачественной продукции.

Компания Espes (Tabai) обращает пристальное внимание на разработку новых камер, и мы представляем и будем представлять новые модели оборудования, предназначенные для испытания образцов термоциклированием.