

ТЕХНОЛОГИИ

Измерение электрических характеристик при внешнем воздействии.

Есть ли смысл в метрологии?

Текст: Антон Шейхо



В статье рассмотрены основные методы измерений электрических характеристик ЭКБ под воздействием тепла и холода. Оценены преимущества и недостатки испытаний в климатических камерах и с помощью систем с нагнетанием воздуха, а также предложен новый метод воспроизведения температуры на базе новых установок.



1
Климатическая камера и «термострим»

В настоящее время измерение электрических характеристик ЭКБ под воздействием температуры проводится в климатических камерах или системах с нагнетанием воздуха (temperature forcing systems), также называемых «термостримами» (рис 1). Если рассматривать в общем, то оба способа основаны на принципе передачи температуры от воздушной среды к испытываемому объекту. Основные отличия заключаются в скорости создания заданной температуры и конструктивных особенностях подключения ЭКБ к измерительной системе. Каждый из стандартных способов воспроизведения температуры обладает своими недостатками. Рассмотрим каждый из способов.

Проведение измерений в климатических камерах является наиболее распространенным способом измерения электрических характеристик под воздействием внешних факторов. На рис 2 представлено типовое решение, когда внутренний объем климатической камеры разделен на зоны для загрузки кассет с ЭКБ, которые при помощи соединительных жгутов подключаются к внешней стойке с измерительными приборами. Наличие внутренних дефлекторов воздушного потока позволяет получить хороший градиент температуры в зонах кассет при полной загрузке. За счет установки кассет с большим количеством испытываемой ЭКБ можно получить высокую производительность и, таким образом, снизить стоимость испытаний. Однако если на проверяемую ЭКБ необходимо воздействовать большим током или измерять динамические характеристики, то за счет паразитных связей это становится трудно реализуемым.

Причина паразитных связей связана с подключением измерительных систем при помощи соединительных жгутов через боковые вводы климатических камер. Из-за их существенной длины влияние емкости и индуктивности провода становится значительным и невозможным к компенсации.



2
Типовое решение испытаний в кассете

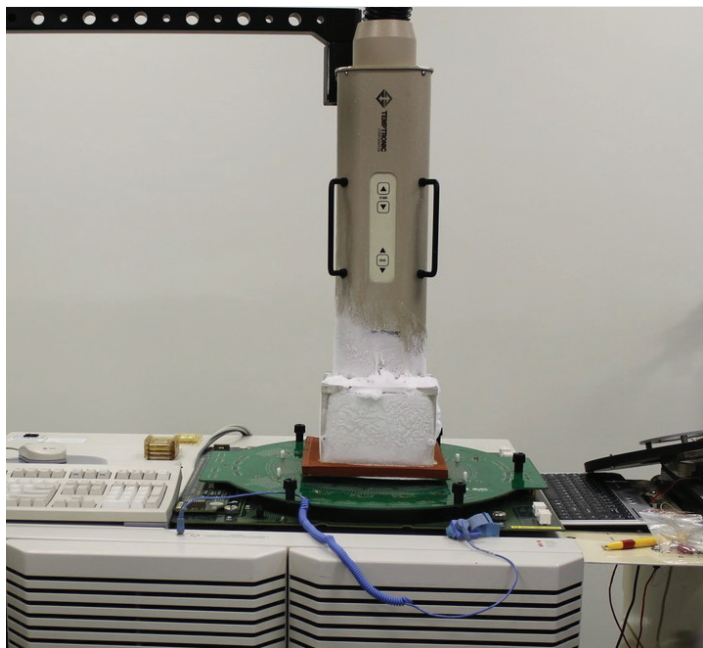
Снизить влияние паразитных связей можно с помощью ряда технических решений, таких как:

- отказ от боковых вводов в камерах в пользу заднего отсека с объединительной платой;
- создание специализированных измерительных приборов, которые устанавливаются в кроссплату.

Все это помогает существенно продвинуться в снижении паразитных связей, однако повышает стоимость самой камеры, измерительной системы и негативно влияет на стоимость испытания.

Другим способом устранения паразитных связей является применение систем с нагнетанием воздуха (рис 3). В данных системах осушенный воздух охлаждается/нагревается во внутренних элементах установки и под большим напором выдувается на проверяемую ЭКБ. Подвести выходное сопло можно непосредственно на нагрузочную плату измерительной системы, что практически полностью исключает паразитные связи. Однако данный метод также имеет ряд недостатков:

- Скорость потока может достигать нескольких десятков метров в секунду, что позволяет получить высокую охлаждающую мощность потока. С другой стороны, это требует применения теплоизоляционных материалов для исключения «промерзания» нагрузочной платы и элементов измерительной системы. Тем не менее, все равно останутся щели, через которые измерительный тракт будет «промерзать».
- Воздух, попадающий в систему, очищается фильтрами. Однако если качество фильтрации



3

Типовое решение применения систем нагнетания воздуха

недостаточное, то движение частиц при большой скорости может приводить к образованию электростатических разрядов на тестируемом элементе.

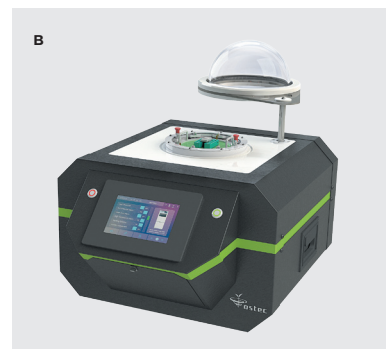
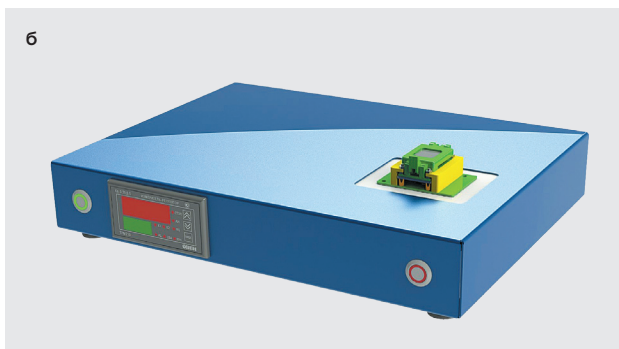
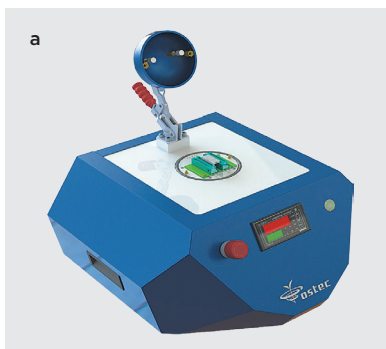
Общими недостатками рассмотренных выше способов является воздействие температуры через воздушную среду. Помимо самой ЭКБ, на нагрузочной плате имеются компоненты, и, соответственно, они тоже изменяют свои электрические характеристики под влиянием температуры.

К сожалению, производители измерительных приборов не всегда знают, как потребитель будет использовать прибор. Когда проводятся предварительные испытания измерительного прибора и анализируется погрешность – по факту создается программа испытания средства измерения в целях утверждения типа, описываются диапазоны и погрешности, выбранные разработчиком. Далее эти результаты попадают в описание типа и методику поверки прибора и фиксируются

там на пять лет. Таким образом, если перед потребителем в будущем встает задача чуть изменить диапазон, или появляются новые эталоны, позволяющие лучше оценить погрешность, то разработчику СИ ничего не остается, как начать процедуру заново. Процесс утверждения регламентирован Федеральным законом № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», практически не может занимать менее шести месяцев и требует существенных затрат на проведение утверждения, что в конечном итоге влияет на стоимость СИ. Другая серьезная проблема заключается в том, что измерительные системы в основном нормированы на выходе собственных соединителей, что в совокупности с паразитными связями оснастки (в случае испытаний в камере температура влияет и на соединительные жгуты) и температурным воздействием на вспомогательные компоненты на нагрузочной плате негативно влияет на точность и достоверность измерений.

Для повышения достоверности измерений нашим предприятием было принято решение разработать вакуумную термоэлектрическую платформу (ВТП), которая представляет собой комплекс мероприятий, позволяющих устранить противоречия как в самом испытании, так и в метрологии. В настоящий момент завершается этап разработки серии установок (рис 4), предназначенных для создания температурного воздействия, в которых применяется иной метод воспроизведения температуры. Далее будут разрабатываться специализированные средства измерений и эталоны.

Рассмотрим принцип работы установок на примере модуля тепла/холода старшей модели – ВТП-α (рис 5). Испытываемый компонент устанавливается в контактирующее устройство (далее КУ), находящееся на нагрузочной плате. Нагрузочная плата фиксируется в рабочей зоне установки при помощи специального крепления, позволяющего не использовать винты и другие крепежные элементы. Соединение нагрузочной платы с измерительной системой осуществляется при помощи подпружиненных тестовых пробников, провода которых выходят на заднюю стенку установки. КУ имеет отверстие под нижней крышкой корпуса компонента, через которое осуществляется контакт ЭКБ с теплопере-



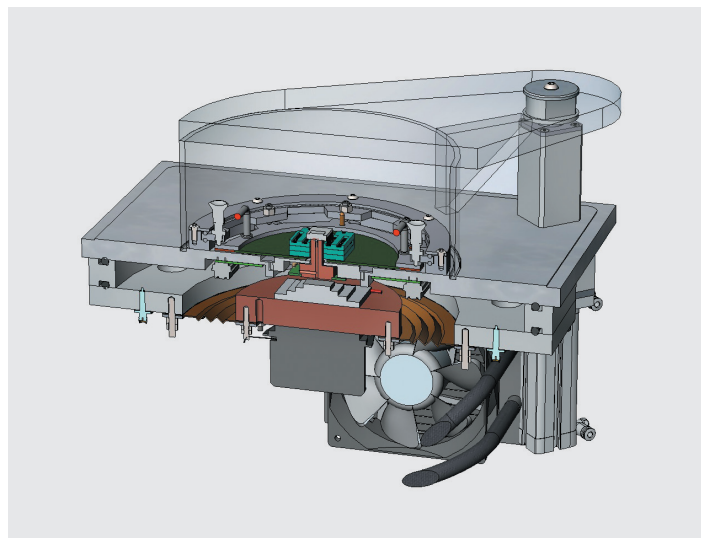
4

Внешний вид установки ВТП-α (а), ВТП-β (б), ВТП-γ (в)

датчиком. Теплопередатчик контактирует с элементом Пельтье, через который осуществляется охлаждение или нагрев компонента через нижнюю крышку корпуса. При испытаниях температурой свыше +85 °С при помощи внутренней мембраны элемент Пельтье отключается от теплопередатчика, и нагрев осуществляется встроенным в теплопередатчик нагревательным элементом. При испытаниях в диапазоне отрицательных температур внутри рабочей зоны откачивается воздух, что позволяет предотвратить выпадения инея на контактах измеряемого компонента. Уровень разряжения, как и температура, задается пользователем.

Разработанный метод позволяет создавать температурное воздействие на электронный компонент в широком диапазоне температур: от -65 до 180 °С и обладает рядом ключевых преимуществ по сравнению со стандартными способами:

- не используются дополнительные хладагенты – охлаждение обеспечивается многокаскадным элементом Пельтье;
- нет необходимости в укладке теплоизолирующих материалов для исключения влияния воздушного потока на нагрузочную плату – проблема обледенения внутренней стороны нагрузочной платы при использовании систем типа «термострим»;
- передача температуры происходит в сам компонент через нижнюю крышку компонента или через выводы, что снижает влияние температуры на вспомогательные компоненты, установленные на нагрузочной плате;
- при измерениях в диапазоне отрицательных температур производится откачка воздуха из внутреннего объема рабочей зоны, что позволяет избежать выпадения инея на контактах компонента, а также дает возможность исследовать



5 Внешний вид модуля тепла/холода ВТП-α

электрические характеристики ЭКБ, в том числе при пониженном давлении;

- в термопередатчик встроен датчик температуры, что позволяет контролировать температуру компонента и поддерживать точность установки температуры лучше, чем ±0,1 °С;
- теплопередатчики являются быстросъемными и могут быть изготовлены в разном размере для обеспечения эффективного теплового контакта с ЭКБ.

Разработанная серия установок (T1) дает возможность с высокой точностью поддерживать температуру испытываемого объекта, комбинировать испытания при пониженной (повышенной) температуре с пониженным давлением, чтобы решать задачи испытания ЭКБ на новом уровне. □

T1

Основные характеристики установок ВТП

НАИМЕНОВАНИЕ	НАЗНАЧЕНИЕ	ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН, °С	СОЗДАНИЕ ВАКУУМА	КОЛИЧЕСТВО ВЫВОДОВ	ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ РАЗЪЕМЫ SMA
ВТП-α	Для ИМС средней степени интеграции	От -65 до +180	Да	144	8
ВТП-β	Дискретные компоненты и малые ИМС	От -65 до +85	Да	38	Нет
ВТП-γ	Пассивные компоненты	От -20 до +85	Нет	4	4*

* Тип выходного контакта определяется во время заказа