

Отечественные стенды «СИТ» для испытаний ЭКБ на надежность

П. Пармон¹, А. Панченко², К. Еремченко³

УДК 658.56:621.382 | ВАК 2.2.8

В статье описывается проект по созданию линейки стендов «СИТ» для термоэлектротренировки и испытаний на сохранение работоспособности ЭКБ при воздействии повышенных температур и при собственном перегреве при предельных режимах электрической нагрузки. Данный проект выполняется АО «НИИЭТ» на основе опыта, приобретенного при создании стендов для испытания и термоэлектротренировки собственной продукции предприятия, и направлен на то, чтобы предоставить отечественным предприятиям и испытательным лабораториям доступное по цене и обладающее высокими техническими характеристиками испытательное оборудование российского производства.

С испытательным оборудованием АО «НИИЭТ» можно будет познакомиться на выставке Testing & Control, которая пройдет 25–27 октября 2022 года в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо». На выставке также будет проходить акция: можно будет подать заявку на приобретение установки для испытаний на тепловой удар «АКТУ-001» по специальной цене.

ПРЕДЫСТОРИЯ И ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ

Надежность является одним из ключевых требований к современной электронной аппаратуре различного назначения, включая ряд гражданских направлений. Расширяется спектр сфер, где электронике всё в большей мере отводится роль обеспечения безопасности людей и функционирования критических для жизни общества систем. Во многих таких сферах применения от электронной аппаратуры требуется сохранение работоспособности в достаточно жестких условиях внешних воздействий, в частности в широком диапазоне температур. Примерами могут служить автомобильная электроника, располагаемая в подкапотном пространстве; оборудование базовых станций сотовой связи, устройства мониторинга состояния авто- и железнодорожной инфраструктуры, трубопроводов, ЛЭП и другая аппаратура уличного исполнения, которая может устанавливаться в различных климатических зонах; электронное оборудование, применяемое в буровых установках, и др.

Таким образом, сегодня высока и продолжает расти потребность в испытаниях современной ЭКБ на предмет сохранения работоспособности при воздействии повышенных и пониженных температур. Проведение испытаний на устойчивость к высоким температурам особенно актуально с учетом распространения электронных компонентов, которые при работе сами выделяют значительную мощность в виде тепла, например силовых компонентов, управляющих

электроприводами; элементов источников питания; СВЧ-компонентов, применяемых в схемах преобразования и передачи СВЧ-сигналов и т. п.

Учитывая эту потребность, в 2021 году в АО «НИИЭТ» было принято решение о разработке стендов «СИТ» для термоэлектротренировки и испытаний полупроводниковых приборов, в частности транзисторов, диодов, линейных стабилизаторов и иных изделий в различном корпусном исполнении, на работоспособность в условиях повышенных температур и собственного перегрева при предельной электрической нагрузке.

Данная разработка базируется на значительном опыте организации как в создании мощных полупроводниковых приборов и проведении их испытаний, так и в разработке испытательного оборудования.

Разработка и организация производства мощных кремниевых ВЧ- и СВЧ-транзисторов, в том числе изготовления кристаллов, сборки приборов, а также проведения полного комплекса измерений и испытаний, являются одним из основных направлений деятельности АО «НИИЭТ». Предприятием в общей сложности выполнено более 100 НИР и ОКР по разработке мощных транзисторов диапазонов ВЧ и СВЧ, включая:

- мощные генераторные ВЧ- и СВЧ-транзисторы по биполярной, DMOS- и LDMOS-технологиям;
- импульсные мощные биполярные и LDMOS СВЧ-транзисторы;
- линейные и суперлинейные биполярные и LDMOS ВЧ- и СВЧ-транзисторы;
- мощные GaN СВЧ-транзисторы.

По результатам выполненных работ в производстве освоено свыше 130 типов транзисторов; в настоящее время

¹ АО «НИИЭТ», директор по качеству.

² АО «НИИЭТ», начальник лаборатории испытаний.

³ АО «НИИЭТ», ведущий инженер лаборатории испытаний.

АО «НИИЭТ» выпускает свыше 60 типов транзисторов собственной разработки, производство остальных типов освоено другими предприятиями.

К разработке мощных нитрид-галлиевых СВЧ-транзисторов специалисты АО «НИИЭТ» приступили в 2013 году. В период с 2016 по 2017 годы было разработано и освоено в производстве шесть типонаименований GaN-транзисторов категории качества «ОТК» (ПП9136А, ПП9137А, ПП9138А, ПП9138Б, ПП9139А1, ПП9139Б1). Линейка приборов данного вида разработки АО «НИИЭТ» продолжает расширяться. Так, недавно она пополнилась компактным мощным СВЧ-транзистором на основе нитрида галлия для диапазона 6–6,4 ГГц ПП9170Е.

Помимо мощных ВЧ- и СВЧ-транзисторов, АО «НИИЭТ» разрабатывает и выпускает другие полупроводниковые компоненты, требующие испытаний на работоспособность в условиях повышенных температур внешней среды и собственного перегрева, включая микроконтроллеры, ИС источников вторичного питания и силовые транзисторы.

Для проведения термоэлектротренировки транзисторов ответственного применения в рамках собственного производства в АО «НИИЭТ» был создан испытательный стенд, который в конце мая 2021 года прошел метрологическую экспертизу и аттестацию, а спустя месяц был успешно введен в эксплуатацию на предприятии. Затем был создан второй экземпляр стенда с целью увеличения испытательных мощностей, а в октябре 2021 года предприятие подало заявку на проведение НИОКР в соответствии с постановлением Правительства РФ от 16 декабря 2020 года № 2136 по разработке линейки стендов «СИТ», которые могли бы применяться другими предприятиями отрасли. После того, как данная заявка была удовлетворена, предприятие приступило к выполнению проекта.

На данный момент в АО «НИИЭТ» собраны опытные образцы стендов «СИТ С30» (рис. 1), разработана технология задания и контроля температуры испытываемых образцов ЭКБ, организуется производство стендов, которое будет полностью размещено на собственной производственной площадке предприятия.

Свою заинтересованность в приобретении стендов «СИТ» уже подтвердили четыре предприятия отрасли.

СОСТАВ ЛИНЕЙКИ И ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В рамках проекта разрабатывается линейка испытательных стендов, которая включает шесть моделей, отличающихся по режиму электрической нагрузки (статические и динамические) и количеству одновременно проходящих испытания приборов (30, 50 и 70 шт.). Состав данной линейки приведен в табл. 1.

Режимы электрической нагрузки включают задание и контроль напряжений и токов. При этом статический режим характеризуется постоянными значениями напряжения и тока,



Рис. 1. Образцы стендов «СИТ С30»

а в динамическом режиме напряжение и ток подаются в виде импульсов с регулируемой длительностью и скважностью с возможностью модуляции импульса заданной частотой.

Основным преимуществом разрабатываемых стендов является то, что они обеспечивают высокое качество испытаний, которое достигается благодаря контактному методу термостатирования с помощью теплоотводящих пластин с жидкостным теплообменом. Теплоотводящие пластины контактируют с верхней поверхностью корпуса компонента, и излишнее тепло отводится посредством теплоносителя (хладагента), циркулирующего во внутреннем контуре. Поскольку испытаниям могут подвергаться не только компоненты с высокой рассеиваемой мощностью, требующие охлаждения при большой нагрузке, но и приборы, которые

Таблица 1. Состав разрабатываемой линейки стендов испытаний ЭКБ на надежность «СИТ»

Наименование оборудования	Режим электрической нагрузки	Количество одновременно испытываемых изделий ЭКБ, шт.
«СИТ С30»	Статический	30
«СИТ С50»		50
«СИТ С70»		70
«СИТ Д30»	Динамический	30
«СИТ Д50»		50
«СИТ Д70»		70

Таблица 2. Технические характеристики стендов «СИТ»

Характеристика		Значение		
		«СИТ С30», «СИТ Д30»	«СИТ С50», «СИТ Д50»	«СИТ С70», «СИТ Д70»
Габариты стойки ¹ , Ш×В×Г, мм		600×2100×1000		
Масса в сборе ¹ , кг		500		
Напряжение питания, В		220		
Частота сети питания, Гц		50		
Максимальная потребляемая мощность ¹ , кВт		10	20	30
Питание испытываемых изделий	Рабочий диапазон напряжений, В	5 ... 60		
	Нестабильность напряжения при изменении тока от 0 до 12,5 А, не более	±2%		
	Нестабильность напряжения при изменении напряжения сети на ±10%, не более	±2%		
	Амплитуда пульсаций напряжения, не более	±2%		
	Погрешность измерения напряжения источниками питания, не более	±2%		
	Погрешность измерения тока источниками питания, не более	±2%		
	Порог срабатывания защиты от перегрузки по току при превышении заданного значения защиты, не более	5%		
Статический режим электрической нагрузки ²	Количество независимых управляющих источников, шт.	30	50	70
	Диапазон регулировки напряжения, В	-15 ... 0		
	Максимальный выходной ток, не менее, мА	500		
Динамический режим электрической нагрузки ³	Длительность импульса, мкс	1 ... 500		
	Амплитуда импульса, В	-15 ... 0		
	Коэффициент заполнения	1 ... 99%		
	Тип модуляции	Частотная		
Термостатирование	Тип охлаждения	Жидкостное		
	Тип нагрева	Непосредственный		
	Хладагент	Пропиленгликоль или аналог		
	Диапазон воспроизводимой температуры теплоотводящих пластин, °С	35 ... 95		
	Шаг задания температуры, °С	1		
	Время достижения предельного значения воспроизводимой температуры и установления теплового режима, не более, мин	90		
	Отклонение воспроизводимой температуры теплоотводящих пластин от заданного значения, не более, °С	±3		
	Превышение температуры относительно заданного значения, при котором происходит срабатывание тепловой защиты, °С	5		
	Отводимая тепловая мощность при температуре теплоотводящих пластин 95 °С, не менее, Вт	100		
	Блок загрузки	Количество контактных устройств для изделий, шт.	30	50
Максимальный ток контактов, А		15		
Ресурс механизмов прижима контактных устройств, не менее, циклов открытия / закрытия		10 ⁴		

¹ Справочно. ² Только для стендов «СИТ Схх». ³ Только для стендов «СИТ Дхх».

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТ РОССИЙСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ПРОВЕРЕННОГО ВРЕМЕНЕМ

ОТБРАКОВОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ИСПЫТАНИЯ НА НАДЕЖНОСТЬ И ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕПЛОвого УДАРА

Стенд испытаний ЭКБ на
надежность

Автоматическая камера
теплового удара



• УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ • ЭКОНОМИЧНОСТЬ •
• РОССИЙСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО •

 Testing & Control

25–27 ОКТЯБРЯ 2022
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,
ПАВИЛЬОН 1, ЗАЛ 3

ВЫСТАВОЧНЫЙ СТЕНД F113



АО «НИИЭТ»
Тел.: +7 (473) 280-23-12
www.niiet.ru, niiet@niiet.ru

 **НИИЭТ**
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

при работе выделяют сравнительно малую мощность и которые необходимо дополнительно нагревать для обеспечения теплового режима испытаний, в стендах предусматривается использование нагревателей теплоносителя. При этом нагрев испытываемого прибора осуществляется с помощью тех же теплоотводящих пластин.

Еще одно преимущество заключается в том, что, в отличие от стандартных стендов для термоэлектротренировки ЭКБ, стенды «СИТ» обеспечивают контроль температуры каждого изделия в отдельности.

Кроме того, разрабатываемые стенды обладают высокой универсальностью: они предусматривают возможность проведения испытаний изделий в различных корпусах за счет применения сменной оснастки. Оборудование позволит проводить испытания не только дискретных силовых компонентов, но и сборок, модулей и микросхем, таких как, например, усилители.

Также немаловажным фактором является стоимость оборудования. Ожидается, что у разрабатываемых стендов она будет существенно ниже, чем у импортных аналогов, представленных на рынке. Основанием для такого предположения является, в частности, то, что первый стенд, разработанный для собственных нужд, обошелся предприятию более чем в два раза дешевле, чем если бы такое оборудование было приобретено у зарубежного производителя, а при увеличении объемов производства себестоимость с большой вероятностью удастся снизить дополнительно.

В сравнении с наиболее близким отечественным аналогом расчетная стоимость стенда «СИТ С30» также оказывается ниже, а аналогов стендов других моделей «СИТ», как показало исследование рынка, в России не выпускается.

УСТРОЙСТВО И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕНДОВ «СИТ»

Стенды включают в себя следующие основные составные части:

1. *Стойка* для размещения оборудования стенда вместимостью 42U со съемными боковыми стенками и дверью, расположенной с задней стороны. Стойка снабжается системой принудительной вытяжной вентиляции для организации отвода тепла от источников питания.
2. *Блок загрузки*, предназначенный для установки испытываемых изделий ЭКБ, их подключения к цепям питания и обеспечения теплового режима. Контактные устройства блока загрузки формируют надежный тепловой и электрический контакт испытываемых изделий с теплоотводящей пластиной и цепями источников питания соответственно. При этом обеспечивается защита изделий в контактных устройствах от электростатического разряда. Также блок загрузки оснащается подвижным кожухом для защиты от несанкционированного доступа к испытываемым изделиям с возможностью опломбирования.

3. *Блок термостатирования*, обеспечивающий поддержание заданной температуры теплоотводящих пластин блока загрузки с использованием жидкостного теплообмена. Блок оснащается устройствами защиты, блокировки и сигнализации, запрещающими работу стенда при отсутствии внешнего охлаждения, отсутствии циркуляции теплоносителя (хладагента) внутреннего контура, нагреве теплоносителя (хладагента) выше 105 °С, снижении уровня теплоносителя (хладагента) в резервуаре ниже допустимого предела, превышении допустимого рабочего тока электродвигателя циркуляционного насоса, выходе параметров электрической сети за допустимые пределы, превышении давления во внутреннем контуре.
4. *Контроллеры температуры*, выполняющие управление температурой теплоотводящих пластин блока загрузки.
5. *Блок управляющих источников питания* (для статических стендов «СИТ Схх») или *блок программируемого генератора* (для динамических стендов «СИТ Дхх»), предназначенные для задания параметров электрической нагрузки.
6. *Блок силовых источников питания*, формирующих напряжения питания испытываемых изделий ЭКБ.

Стенды оборудуются колесами для перемещения и регулируемыми по высоте опорными ножками. Основные органы управления и индикаторы режимов располагаются на передней стороне стендов. Также стенды снабжаются аварийной светозвуковой сигнализацией.

Технические характеристики разрабатываемых стендов «СИТ» приведены в табл. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа над проектом испытательных стендов «СИТ» ведется в графике. АО «НИИЭТ» начало принимать предварительные заявки на приобретение данного оборудования.

Опытные образцы стендов «СИТ С30» уже показали возможность достижения высокого качества испытаний с помощью подходов, на которых основано разрабатываемое оборудование, а сравнительно невысокая стоимость изделий позволит отечественным испытательным лабораториям, потребителям и производителям ЭКБ укомплектовать свои испытательные площадки качественными стендами российского производства и расширить свои возможности в области испытаний и термоэлектротренировки электронных компонентов.

Познакомиться с испытательным оборудованием АО «НИИЭТ», а также поучаствовать в акции по заказу установки для испытаний на тепловой удар «АКТУ-001» по специальной цене можно будет на стенде предприятия на выставке Testing & Control, которая состоится 25–27 октября 2022 года в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо». ●

Testing&Control

25–27 октября 2022
Москва, Крокус Экспо

19-я Международная выставка
испытательного и контрольно-
измерительного оборудования



testing-control.ru



Измерительное
и метрологическое
оборудование



Оборудование
для лабораторного
контроля



Испытательное
оборудование



Оборудование
для неразрушающего
контроля и технической
диагностики



Производственный
контроль и машинное
зрение



Системы диагностики
и мониторинга

Забронируйте стенд
testing-control.ru



Организатор

MVK

Международная
Выставочная
Компания

+7 (495) 252 11 07
control@mvk.ru