

Установка для испытаний на тепловой удар «АКТУ-001»

П. Пармон¹, А. Панченко², К. Еремченко³

УДК 621.382 | ВАК 05.27.06

Для достижения высокого качества электронной техники на российской компонентной базе необходимо проведение ряда испытаний ЭКБ. В условиях ограничений, введенных зарубежными странами, у отечественных производителей и испытательных лабораторий возникают сложности с доступом к импортному оборудованию для такого рода испытаний, его поддержке и обслуживанию. Поэтому вопрос создания российских испытательных установок приобретает особую актуальность.

В статье рассматривается проект по созданию автоматической камеры для испытаний полупроводниковых приборов и интегральных микросхем на тепловой удар, выполняемый АО «НИИЭТ». Ожидается, что разрабатываемая установка будет обладать не только конкурентоспособными техническими характеристиками, но и более низкой ценой и общей стоимостью владения, чем зарубежные аналоги. Предприятие уже принимает предварительные заказы на приобретение новой камеры.

В современных условиях качество и надежность выпускаемой продукции являются ключевыми факторами успешности производителей электронной техники, и это касается не только электроники для таких областей, как оборонная, космическая техника, системы управления атомных электростанций и т. п., где роль надежности всегда была очевидна. Электроника сегодня применяется практически повсеместно и всё чаще берет на себя решение задач, от которых зависит безопасность людей и функционирование значимых для нормальной жизни общества систем. Поэтому качество и надежность оказываются критически важными и во многих секторах массового гражданского рынка.

Важнейшую роль в обеспечении качества и надежности играют испытания электронных компонентов – как опытных образцов при создании новой ЭКБ, так и в ходе серийного производства. Таким образом, учитывая рост сложности компонентной базы, разработка и производство новой электронной техники невозможны без опережающего развития метрологического обеспечения и создания испытательного оборудования, соответствующего современным требованиям и доступного для широкого круга отраслевых предприятий и испытательных лабораторий.

ПРЕДЫСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ

АО «НИИЭТ», специализирующееся в первую очередь на разработке и производстве ЭКБ, такой как интегральные схемы и силовые и СВЧ-транзисторы, обладает 40-летним опытом проведения испытаний электронных компонентов. Предприятием разрабатывалось оборудование и оснастка для определенных видов испытаний. Недавно в АО «НИИЭТ» был создан стенд, предназначенный для термоэлектротренировки транзисторов ответственного применения. В конце мая 2021 года данная установка прошла метрологическую экспертизу и аттестацию, а спустя месяц была успешно введена в эксплуатацию на предприятии.

Учитывая положительный опыт работы с новым стендом, было принято решение создать второй экземпляр для увеличения испытательных мощностей, а впоследствии, основываясь на полученном опыте, разработать стенд электротермотренировки ЭКБ, который мог бы применяться и другими предприятиями отрасли для испытаний полупроводниковых приборов. В октябре 2021 года предприятие подало заявку на проведение НИОКР по разработке оборудования в соответствии с постановлением Правительства РФ от 16 декабря 2020 года № 2136, которая была удовлетворена.

В рамках НИОКР планируется разработка линейки оборудования, в состав которой должны войти стенды, позволяющие проводить испытания одновременно 30, 50 и 70 образцов в статических и динамических режимах. Предприятию совместно с партнерами удалось успешно

¹ АО «НИИЭТ», директор по качеству.

² АО «НИИЭТ», начальник лаборатории испытаний.

³ АО «НИИЭТ», ведущий инженер лаборатории испытаний.

решить проблемы с поставкой комплектующих, вызванные ограничениями, введенными западными странами, и в настоящее время ведутся активные работы по созданию первого опытного образца стенда.

Также в 2021 году была удовлетворена заявка АО «НИИЭТ» на проведение НИОКР по разработке автоматической камеры теплового удара «АКТУ-001». Данная установка позволит проводить испытания интегральных схем и полупроводниковых приборов на воздействие резкого изменения температуры окружающей среды, в том числе в соответствии с методом 205-3 по ГОСТ РВ 5962-004.2-2012. Уже сейчас АО «НИИЭТ» принимает предварительные заказы от предприятий на приобретение камеры «АКТУ-001».

На данный момент утверждены все технические решения, завершается оформление заявки на регистрацию патента, и ведется сборка опытного образца (рис. 1).

ПРЕИМУЩЕСТВА КАМЕРЫ ТЕПЛООВОГО УДАРА «АКТУ-001»

Отличительной особенностью разрабатываемой установки является применение в качестве охлаждающей жидкости спирта или жидкого азота. С одной стороны, жидкий азот позволяет проводить испытания при температуре $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, что делает данную установку уникальной: большинство представленных на рынке камер могут обеспечивать температуру лишь до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. С другой стороны, если такие низкие температуры не требуются, для охлаждения может применяться спирт, что выгодно отличает это оборудование от зарубежных аналогов. Поскольку спирт дешевле специализированных жидкостей, которые используются в импортном оборудовании, стоимость владения новой установкой будет существенно ниже.

Кроме того, разрабатываемая камера, согласно проведенным технико-экономическим расчетам, будет обладать примерно на 14% меньшей ценой, чем представленное на российском рынке оборудование соответствующего назначения, и при этом превосходить аналогичное оборудование по техническим и эксплуатационным параметрам.

Возможность применения различных охлаждающих жидкостей в камере холода в сочетании с другими техническими решениями определяет еще одно преимущество разрабатываемой установки – ее универсальность. Она позволит проводить испытания интегральных микросхем и полупроводниковых приборов с широким спектром применения.

В текущей ситуации важным фактором является импортонезависимость проекта. Комплектующие, используемые в разрабатываемой камере, обладают широкой доступностью и имеют многочисленные аналоги. Страны происхождения комплектующих – Россия, а также частично Беларусь и Китай. При разработке установки



Рис. 1. Опытный образец установки «АКТУ-001» в процессе сборки

применяется российская САПР. Производство камеры «АКТУ-001» организуется полностью на мощностях АО «НИИЭТ» в г. Воронеж.

Исследование российского рынка подобного оборудования показало, что отечественных аналогов камеры «АКТУ-001» в настоящее время не существует. По данным, приведенным в отчете Discovery Research Group «Анализ рынка климатических камер для проведения испытаний в России», опубликованном в августе 2019 года, в Россию в 2018 году было импортировано 808 климатических камер, при этом наибольший объем импорта пришелся на камеры тепла и холода, который составил 38,5% в натуральном выражении. Больше всего климатических камер было импортировано из Японии. Учитывая, что камера «АКТУ-001» благодаря своей универсальности будет способна перекрыть большую часть спектра задач испытаний на тепловой удар в области разработки и производства ЭКБ различного назначения, она сможет заместить зарубежное оборудование, доступность которого на отечественном рынке ограничена или отсутствует.

Преимущества камеры «АКТУ-001» нашли подтверждение со стороны рынка: два крупных отечественных предприятия отрасли уже выразили желание приобрести данную установку.

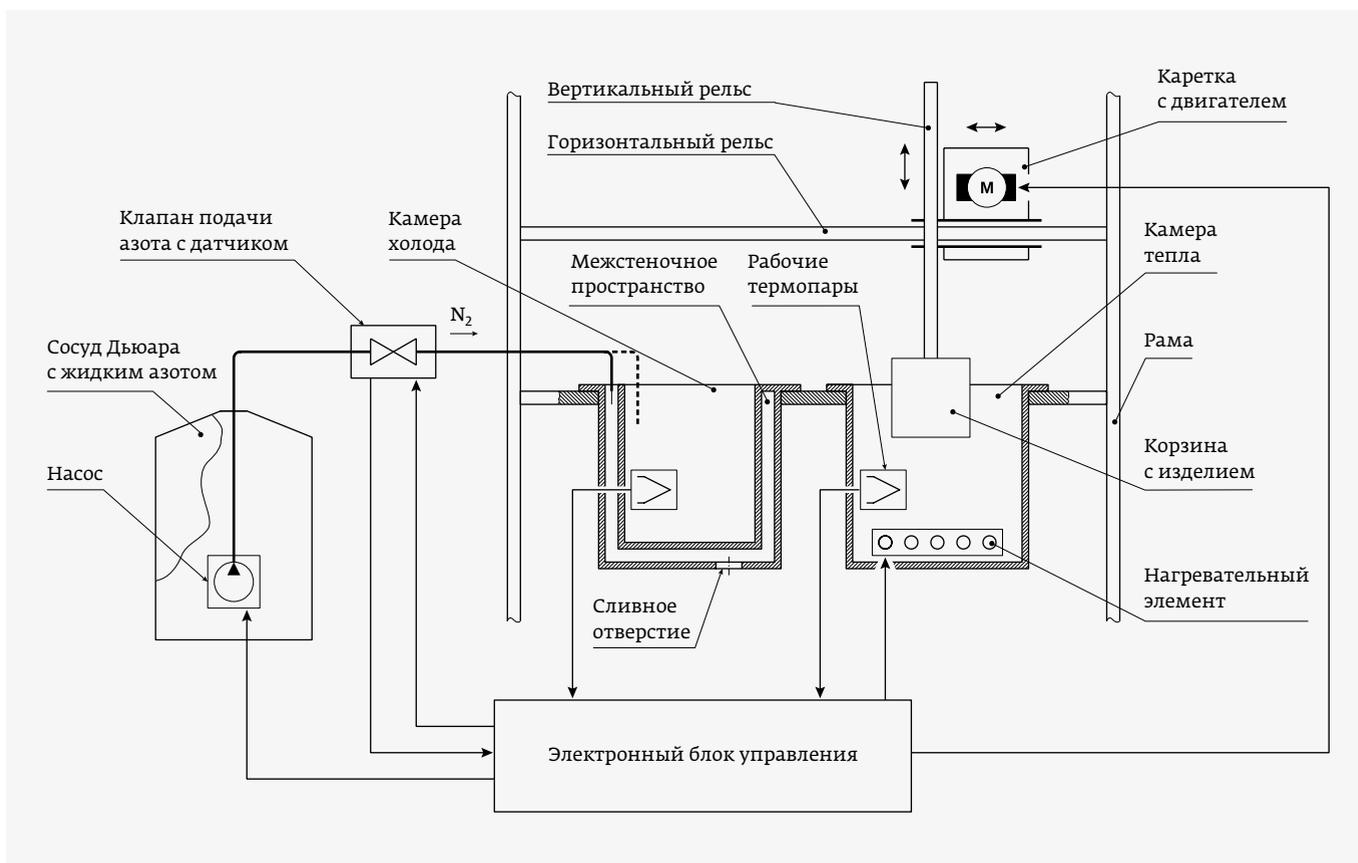


Рис. 2. Схема установки «АКТУ-001»

СОСТАВ И ПРИНЦИП РАБОТЫ КАМЕРЫ «АКТУ-001»

Схема и 3D-модель установки «АКТУ-001» приведены на рис. 2 и 3 соответственно. В основе ее конструкции – камеры тепла и холода, представляющие собой термоизолированные рабочие объемы, выполненные из нержавеющей стали и заполненные жидкостной средой с заданной температурой.

В камере тепла в качестве жидкости-теплоносителя используется глицерин. Поддержание заданной температуры жидкости осуществляется *нагревательным элементом*, управляемым *электронным блоком управления (ЭБУ)*.

Камера холода имеет двойные стенки, а жидкостной средой в ней является спирт (при испытаниях в диапазоне температур от 0 до –60 °С) или азот (при испытаниях при температуре –196 °С). При использовании спирта охлаждение осуществляется также с помощью жидкого азота, однако он подается не непосредственно в камеру холода, а в межстеночное пространство. Его подачей управляет ЭБУ с помощью *насоса*, расположенного в сосуде Дьюара, и *клапана подачи азота*, исключаяюшего перелив. Таким образом поддерживается необходимая температура теплоносителя в камере.

В режиме испытаний при температуре –196 °С подача азота регулируется резистивным датчиком уровня.

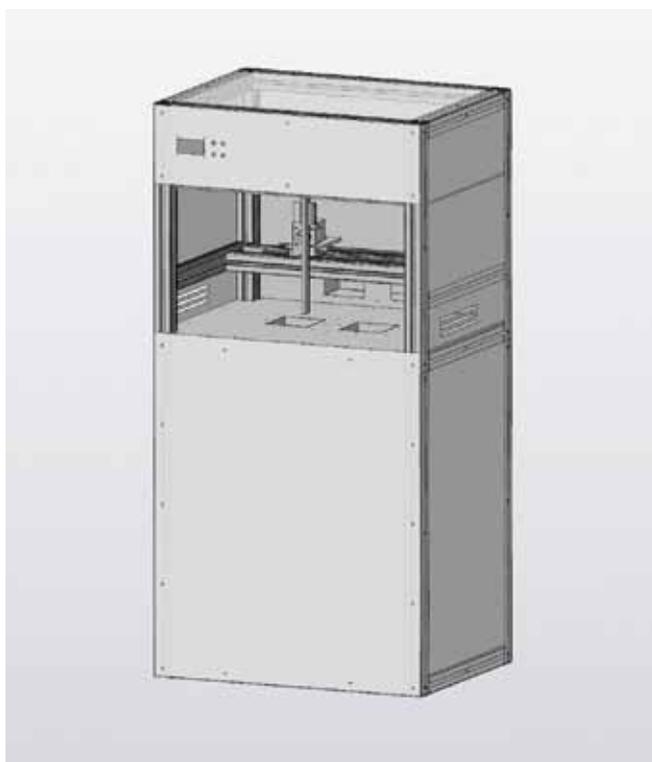


Рис. 3. 3D-модель установки «АКТУ-001»

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 •



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

 **НИИЭТ**
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Таблица 1. Требования к техническим характеристикам камеры «АКТУ-001»

Наименование параметра	Значение
Диапазон воспроизводимой температуры в ванне тепла ¹ , °С	30...200
Диапазон воспроизводимой температуры в ванне холода ¹ , °С	-60...0, -196
Габариты рабочего объема ванны холода ² , Ш×В×Г, мм	120×120×120
Габариты рабочего объема ванны тепла ² , Ш×В×Г, мм	120×120×146
Габариты камеры ² , Ш×В×Г, мм	1 200×1 800×750
Масса камеры, не более, кг	60
Максимальный вес испытуемых изделий, не более, г	650
Напряжение питания, В	230 ± 10%
Частота сети питания, Гц	50 ± 0,2
Количество фаз сети питания	1
Потребляемая мощность, не более, кВт	2,5
Время достижения максимальной (минимальной) температуры ^{1,3} , не более, мин	30
Время перехода корзины с испытуемыми образцами между ваннами, не более, с	10

¹ Параметры приведены при температуре в помещении 23 °С и при отсутствии в установке испытуемых изделий.

² Справочно.

³ Время нагрева (охлаждения), необходимое для достижения температуры в точке, где установлен датчик температуры камеры. Время нагрева (охлаждения) определяется по показаниям измерительной системы температуры камеры.

Для контроля температур в камерах установлены рабочие термодпары Т-типа.

Для создания теплового удара испытуемое изделие перемещается из одной камеры в другую. Для перемещения изделия между камерами служит горизонтальный рельс с расположенной на нем кареткой. Каретка приводится в движение шаговым двигателем. Когда каретка находится над нужной камерой, изделие в корзине опускается на вертикальном рельсе также с помощью электропривода. Перемещение корзины с изделием выполняется автоматически под управлением ЭБУ.

Помимо приведенных выше функций, ЭБУ обеспечивает защиту от нештатных ситуаций при выходе из строя термодпар или какого-либо клапана. На передней панели ЭБУ располагается жидкокристаллический дисплей, предназначенный для отображения вводимых параметров и контроля за режимами испытания.

Также в состав установки входят вентиляционный короб для отвода паров рабочих жидкостей в процессе испытаний и защитный кожух из прозрачного органического стекла, обеспечивающий защиту оператора от возможных брызг рабочих жидкостей.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ

Требования к техническим характеристикам автоматической камеры для проведения испытаний на воздействии теплового удара «АКТУ-001» приведены в табл. 1.

Технические характеристики разрабатываемой камеры позволят использовать ее для проведения испытаний ЭКБ по методу 205-3 согласно ГОСТ РВ 5962-004.2-2012, а также для испытаний на воздействие теплового удара полупроводниковых приборов и других электронных компонентов, предназначенных для гражданского сектора экономики, в том числе для применения в системах управления воздушным движением, медицинской, сельскохозяйственной, железнодорожной технике, автоэлектронике, аппаратуре для атомной промышленности, в информационных и телекоммуникационных системах и пр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа над проектом автоматической камеры для проведения испытаний на воздействие теплового удара «АКТУ-001» ведется в графике, и уже сейчас можно подать предварительную заявку на приобретение данной установки. Хотя описанная в статье разработка обладает экспортным потенциалом, АО «НИИЭТ» в первую очередь делает ставку на отечественный рынок. Это позволит обеспечить российские испытательные лаборатории и предприятия высококачественным и доступным по цене оборудованием для испытаний ЭКБ на тепловой удар, что окажет значимое содействие повышению качества и конкурентоспособности отечественной электронной аппаратуры. ●



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2022



2-8 октября

Роза Хутор



7 дней

1000+ участников

12 научно-технических секций

Деловая программа

Демонстрационная зона



+7(495) 641-57-17

www.microelectronica.pro

Email: info@microelectronica.pro