

Импортозамещение малогабаритного испытательного оборудования для проведения отбраковки и испытаний ЭКБ

Чеусов С.С., Жаркой М.Ф.

В настоящее время в отечественной радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) для вооружений, военной и специальной техники используется обширная и разнородная номенклатура электронной компонентной базы (ЭКБ), не регулируемая едиными стандартами. В отдельных моделях техники доля иностранного производства доходит до 90 процентов и их большая часть не соответствует требованиям специального применения. Причем из-за существующих экспортных ограничений для разработки и производства РЭА на мировом рынке практически доступной является лишь ЭКБ, не соответствующая требованиям военных стандартов (в лучшем случае может использоваться выборка из ЭКБ промышленного применения) [1].

Ситуация обостряется еще и вследствие того, что не соответствующая техническим требованиям контрафактная ЭКБ, разного рода подделки наполнили не только отечественный, но и международный рынок электронных комплектующих. Это стало глобальной проблемой производителей специальной электроники во всем мире.

Все увеличивающаяся номенклатура используемой ЭКБ столь велика, что электронная промышленность России не в состоянии обеспечить ее импортозамещение до 2020 года. В настоящее время и в ближайшем будущем нереально заменить все импортные электронные компоненты на отечественные так как для их изготовления применяются десятки современных технологий, отсутствующих в нашей стране. Поэтому эта задача может быть реализована в очень ограниченном масштабе, даже при максимальном финансировании [1].

Накопленный за длительное время опыт применения ЭКБ позволяет отметить важную организационно-техническую составляющую, без которой применение ЭКБ становится серьезной проблемой для разработчиков,

изготовителей и потребителей РЭА, а именно - продуманную организацию и обязательное проведение соответствующих входных испытаний.

В частности для обеспечения соответствия требованиям по стойкости ЭКБ к внешним воздействующим факторам, повышения их надежности и долговечности помимо сертификационных испытаний проводятся дополнительные (отбраковочные) испытания поставляемых партий изделий, а также испытания, направленные на выявление контрафактных ЭКБ(идентификация) [2].

При проведении подобных дополнительных испытаний критериями оценки партий ЭКБ служат:

- выход параметров ЭКБ за нормы ТУ в нормальных климатических условиях и при крайних значениях температур;
- выход параметров ЭКБ, не входящих в ТУ, но являющихся критериями для выявления потенциально ненадежных изделий, за требуемые нормы.

Наиболее информативным испытанием (в случае выявления контрафактной продукции при входном контроле) как раз и является выход параметров ЭКБ, за нормы ТУ. Кроме того данный вариант является одним из критериев для выявления потенциально ненадежных изделий.

Перед разработчиками и производителями, соответствующего испытательного оборудования, стоит задача моделирования в лабораторных или заводских условиях совокупности воздействующих факторов и режимов функционирования аппаратуры. Для количественной и качественной оценки воздействия окружающей среды на изделие необходимо поместить его в испытательную камеру и подвергнуть контролируемому воздействию в соответствии с ТУ. Испытаниям должны подвергаться образцы, изготавливаемые на всех стадиях создания РЭА, т.е. при проектировании, разработке, в ходе производства.

Наиболее трудоемким и затратным в испытаниях ЭКБ является

достижение и удержание определенных в ТУ температур (термостатирование).

Существующее на рынке испытательное оборудование промышленного исполнения, позволяет проводить преимущественно однофакторные испытания. Большой диапазон температурных камер например фирм Votsch, Thermo Stream и т.п. по температурным режимам и размерам тестового пространства позволяет использовать их в различных условиях - от небольших лабораторий до крупных промышленных предприятий [3]. Однако, стоимость подобных камер, например, установки ATS-710-M в РФ составляет порядка 4 млн. руб.

В рамках проблемы импортозамещения испытательного оборудования была поставлена задача сконструировать и изготовить испытательный стенд термостатирования с программным управлением, разработать методику испытаний, применимую к данному оборудованию и соответствующую государственным стандартам [4,5,6].

Разрабатываемый испытательный стенд предполагалось использовать для испытания ЭКБ размером не более 30x30x20(мм) включительно, в условиях специализированного отдела предприятия и учебной лаборатории технического университета. Стенд должен выполнять указанный режим работ программным методом, задаваемым с помощью оператора, иметь интерфейс сопряжения с компьютером типа IBM PC - виртуальный USB/UART протокол. Программное обеспечение компилируется в среде Matlab.

Необходимые граничные характеристики стенда:

- Температура..... +60/-50 C⁰
- Время перехода от верхней до нижней температурных границ... 15сек.
- Температурная девиация.....+-2 C⁰
- Время непрерывной работы..... 12час.

Основной частью испытательного стенда является холодильная установка. При этом, по условию ТЗ, основной принцип действия установки

должен заключаться в переходе от отрицательной к положительной температуре (либо обратно), при сохранении режима термостабилизации - то есть обеспечивать неинерционность системы.

При анализе вариантов холодильных систем, перспективных для вышеуказанных задач, является термоэлектрический холодильник, подходящий по параметрам изменения температуры, тока потребления, массы и условий эксплуатации.

При выборе функциональной схемы термоэлектрического холодильника была создана структурная схема испытательного стенда (рис.1).

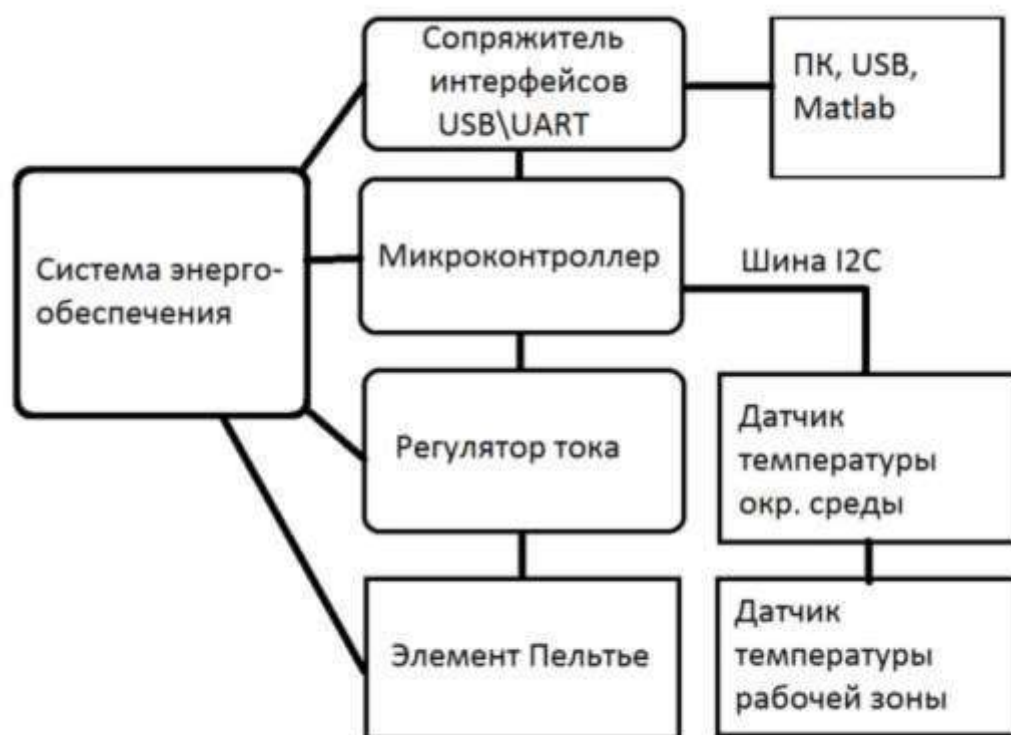


Рис.1. Структурная схема испытательного стенда термостатирования.

Для реализации регулятора тока была выбрана схема управления на основе широтно импульсной модуляции (ШИМ) сигналов. Для использования в схеме предлагается реализовать оконечный каскад на 3-х МДП-транзисторах, и промежуточный с использованием высокоскоростных МДП-логических ключей. В качестве транзисторов рационально использовать

транзисторы IRF540N, в качестве промежуточных логических ключей ИС - SN75372P.

Для системы охлаждения был выбран термоэлектрический модуль «Пельтье». Из-за активного переноса тепла и нагрева функциональной области необходимо было решить вопрос о его охлаждении. Рассматривались три варианта решения данной задачи: с воздушным, масляным и водяным охлаждением.

При воздушном охлаждении для стабильной работы, согласно предварительным расчетам нужно было использовать обдуваемый медный радиатор. Масляное охлаждение удовлетворяло условиям теплопереноса, однако вызывало бы затруднения при обслуживании прибора. В силу вязкости масла размер блока охлаждения должен был быть значительных размеров, чтобы обеспечить достаточную текучесть и теплообмен. Водяное охлаждение являлось оптимальным решением данной задачи, т.к. вода обладает наилучшим коэффициентом теплопередачи. Возможно было реализовать без изменений конструкции, как проточную систему водяного охлаждения, так и замкнутую с контуром рециркуляции.

Конструкция водоблока охлаждения модуля пельтье имеет эффективную площадь теплопередачи 37 см^2 . На рис 2. изображена модель сборки модуля охлаждения.



Рис. 2. Модель сборки модуля охлаждения.

Корпус разрабатываемого испытательного стенда выбран серийного производства марки ВС-39 и доработан, при решении инженерной задачи, согласно условиям ТЗ и результатов разработки печатного узла системы

управления процессом и системы охлаждения.

Программное обеспечение позволяет управлять прибором по заданным управляющим алгоритмам. Достигнуть заданных показателей позволяет как архитектура прибора, так и программное обеспечение [7, 8, 9, 10]. В качестве интерфейса было принято решение сделать графический интерфейс в системе MATLAB GUI (рис.3).

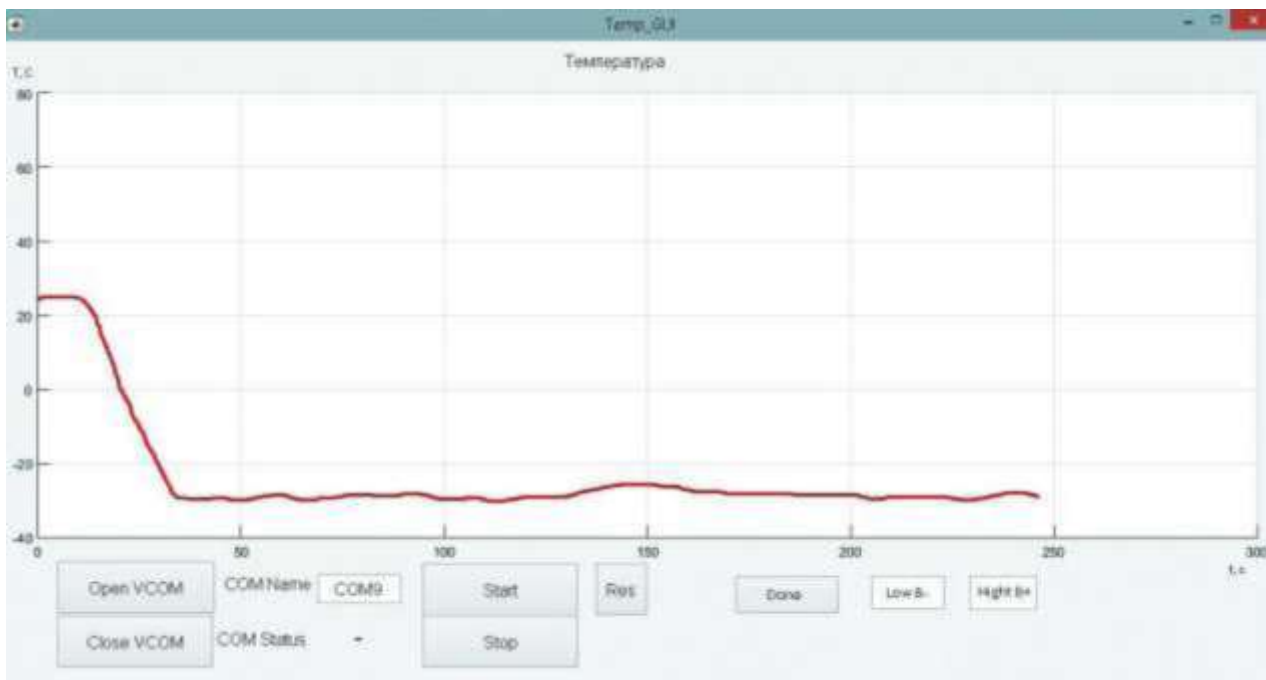


Рис. 3. Интерфейс в системе MATLAB.

Разработанный прототип изделия «Стенд термоиспытаний программируемый МК-2» показан на рис. 4, имеет эргономический и компактный корпус и краткую эксплуатационную памятку. В результате проведенных испытаний «Стенд термоиспытаний программируемый МК-2» имеет следующие характеристики:

- Температура
..... +65/-53 C⁰
- Время перехода от к. верхней до к. нижней Т границы 10сек.
- Температурная девиация +-1.5 C⁰

В результате проведенных испытаний было выявлено, что «Стенд

термоиспытаний программируемый МК-2» удовлетворяет предъявленным на этапе разработки требованиям.

Методика испытаний к разработанному стенду термоиспытаний программируемому МК-2 является специфичной для проведения исследовательских задач, однако общая для проведения испытаний. В предлагаемом стандарте [11], описаны методики испытаний, которые позволяют проводить соответствующие термоиспытания ЭКБ.

В результате был разработан и создан прототип изделия «Стенд термоиспытаний программируемый МК-2» и написано программное обеспечение для проведения работ с использованием современных систем автоматизированного проектирования.

Данная работа нацелена на реализацию государственной политики импортозамещения в приборостроительной отрасли и отрасли высоких технологий. Кроме того, предлагаемый стенд возможно использовать в учебных процессах учреждений высшего профессионального образования, в отсутствии серийно выпускаемого импортного испытательного оборудования.



*Рис. 4. Стенд термоиспытаний программируемый МК-2.
Литература.*

1. В. Немудров, В. Мочкин, О неотложных мерах в микроэлектронике России,

Электроника- Наука - Технология - Бизнес, №5 (00119) 2012 г.

2. . Р.А. ПОПО, А.А. ФЕДОТКИН, Ускоренные испытания микросхем как метод прогнозирования их надежности, Материалы Международной научно-технической конференции, Москва, 3 - 7 декабря 2012 г.

3. В.Герасимов, Качество и надежность - основные принципы работы испытательной лаборатории ЗАО "ТЕСТПРИБОР", Электроника - Наука - Технология - Бизнес, №6 (00112) 2011 г.

4. ГОСТ 28199-89 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание А: Холод».

5. ГОСТ 28200-89 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание В: Сухое тепло».

6. ГОСТ 28219-89 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Руководство по испытаниям на смену температуры».

7. Программное обеспечение измерительных процессов. Метод. указания к лаб. работам /АПИ НГТУ; сост.: В.Л. Волков. - Арзамас: ОО «Ассоциация ученых», 2009. - 63 с

8. Стивен Прата. Язык программирования C++ (C++11). Лекции и упражнения = C++ Primer Plus, 6th Edition (Developer's Library). — 6-е изд. — М.: Вильямс, 2012. — 1248 с. — ISBN 978-5-8459-1778-2.

9. Герберт Шилдт. Полный справочник по C++ = C++: The Complete Reference. — 4-е изд. — М.: Вильямс, 2011. — С. 800. — ISBN 978-5-84590489-8.

10. Дьяконов В. П. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров. — Москва.: «ДМК-Пресс», 2011. — С. 976. — ISBN 978-5-94074-492-4.

11. ГОСТ 28209-89 (МЭК 68-2-14-84) «ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ. ИСПЫТАНИЕ N: СМЕНА ТЕМПЕРАТУРЫ»