

УДК 621.382.019.3

DOI:10.36845/2073-8250-2020-257-2-70-76

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И КОНСТРУКЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОТБРАКОВОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ СВЧ МОДУЛЕЙ

А.Ю. Кирьянов

АО «НПП «Пульсар», 105187, Москва, Окружной проезд, д. 27

Требуемые показатели надёжности СВЧ модулей невозможно обеспечить без проведения технологических испытаний. Наличие испытательных стендов является необходимым условием для успешного ввода в эксплуатацию сложных технических объектов, имеющих большое количество критичных параметров. Для решения поставленной задачи рассматривается обоснование методики испытаний и конструкции стенда для проведения отбраковочных испытаний твердотельных СВЧ модулей.

Ключевые слова: надёжность, методика испытаний, испытательный стенд

Сведения об авторах: Кирьянов Александр Юрьевич, kirjanov_aj@pulsarnpp.ru

DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY AND THE DESIGN OF THE TEST FACILITY FOR SCREENING TESTS OF SOLID-STATE MICROWAVE MODULES

A.Yu. Kiryanov

S&PE Pulsar JSC, 105187, Moscow, Okruzhnoy proezd, 27

The required reliability of microwave modules cannot be achieved without prescreening tests. Test facilities serve as a prerequisite for the successful commissioning of complex technical devices with a large number of critical parameters. To attain this goal, I consider the test methodology and the test facility design for conducting screening tests of solid-state microwave modules.

Keywords: reliability, test methodology, test facility

Data of author: Alexander Yurievich Kiryanov, kirjanov_aj@pulsarnpp.ru

Введение

Одной из основных задач при разработке и производстве СВЧ модулей является обеспечение требуемых показателей надёжности. Достижение требуемых показателей надёжности невозможно без проведения масштабных функциональных и метрологических проверок. Один из основных этапов технологического процесса изготовления модулей – технологические отбраковочные испытания модулей. Наличие испытательных стендов является необходимым условием для успешного ввода в эксплуатацию сложных технических объектов, имеющих большое количество критичных параметров.

Объект испытаний

Для разработки методики испытаний и конструкции испытательного стенда рассмотрим твердотельный СВЧ модуль на примере импульсного усилителя мощности УМИ-2750-800М. Общий вид твердотельного СВЧ модуля представлен на рис. 1.

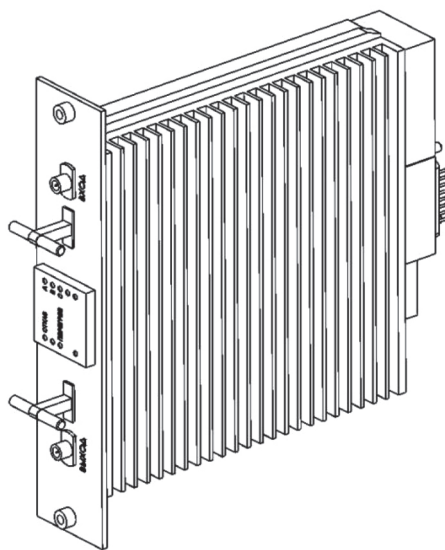


Рис. 1

Твердотельный СВЧ модуль

Воспользуемся некоторыми данными из технических условий [1], используемых в разработке методики и конструкции испытательного стенда для проведения отбраковочных испытаний модуля:

1. Требования к конструкции:
 - общий вид, габаритные, установочные и соединительные размеры модуля должны соответствовать габаритному чертежу;
 - масса модуля должна быть не более 14 кг;
 - охлаждение воздушное при температуре охлаждающего воздуха не более +50°C, температура на корпусе модуля не более +60°C.
2. Требования к электрическим параметрам и режимам эксплуатации:
 - напряжение питания – трёхфазная сеть 380 В ± 10 %, 50 Гц ± 5 %;
 - мощность потребления по цепи 380 В – не более 500 Вт;
 - напряжение питания схемы управления +27 В ± 10 %;
 - ток потребления по цепи 27 В – не более 0.25 А;
 - уровень входной мощности 2...4 Вт;
 - суммарная длительность радиоимпульсов – не более 300 мкс;
 - минимальная скважность – не менее 9 ед.;
 - выходная импульсная мощность – не менее 800 Вт.

Методика испытаний

При выборе режима и условий технологического прогона СВЧ модулей устанавливают следующие основные параметры [2]:

- $t_{и}$ – длительность импульсов СВЧ мощности;
- Q – скважность импульсов СВЧ мощности;
- $P_{и}$ – мощность, рассеиваемая в течение импульса;
- $T_{окр}$ – температура окружающей среды (воздуха) на входе системы принудительного охлаждения;
- напряжение питания модуля $U_{п}$, а также время периодического включения $t_{вкл}$ и выключения $t_{выкл}$ модуля в процессе прогона.

Очевидно, что режимы отбраковочных испытаний необходимо выбирать максимально жёсткими, чтобы выявить все скрытые дефектные модули:

- значения $P_{и}$, Q , $t_{и}$, $T_{окр}$ устанавливают равными максимально допустимым значениям по ТУ;
- напряжение питания выбирают, на 10...20 % превышающее значение, установленное в ТУ;
- время работы модуля во включённом состоянии заведомо должно превышать время достижения теплового равновесия в структуре активных элементов СВЧ режима (как правило, составляет несколько часов);
- время нахождения модуля в выключенном состоянии должно быть не менее времени охлаждения активных тепловыделяющих элементов до температуры окру-

жающей среды (как правило, составляет около 10 минут).

Для проведения отбраковочных испытаний принимаем следующие значения основных параметров:

- напряжение питания – трёхфазная сеть ($380 В \pm 10 \%$; $50 Гц \pm 5 \%$);
- напряжение питания схемы управления $27 В \pm 10 \%$;
- период повторения импульсов $T_{и} = 2.7 мс$;
- длительность импульсов $\tau_{и} = 300 мкс$;
- входная импульсная мощность $P_{вх.и} = 4 Вт$;
- температура корпуса модуля $+60^{\circ}C$;
- время нахождения модуля во включённом состоянии 45 мин;
- время нахождения модуля в выключенном состоянии 15 мин;
- продолжительность испытаний модуля 72 часа в соответствии с [3].

Конструкция испытательного стенда

В соответствии с методикой испытательный стенд состоит из следующих блоков: блок задания температуры (БЗТ), блок контроля и управления (БКУ), блок нагрузок (БН), блок приборный (БПр), блок генератора (БГ), блок питания (БП).

Структурная схема испытательного стенда показана на рис. 2.

Блок задания температуры предназначен для контроля и регулирования температуры корпуса СВЧ модуля.

Блок контроля и управления служит для обеспечения управления питающим напря-

жением 540 В и служебным напряжением 27 В, измерения потребляемого тока модулями, входной и выходной мощности СВЧ сигнала модулей, управления режимами работы модулей, контроля заданных пара-

метров и отображения их в реальном режиме времени на ЖК дисплее.

Блок нагрузок служит для обеспечения рассеяния выходной СВЧ мощности на нагрузке. Для охлаждения нагрузок исполь-

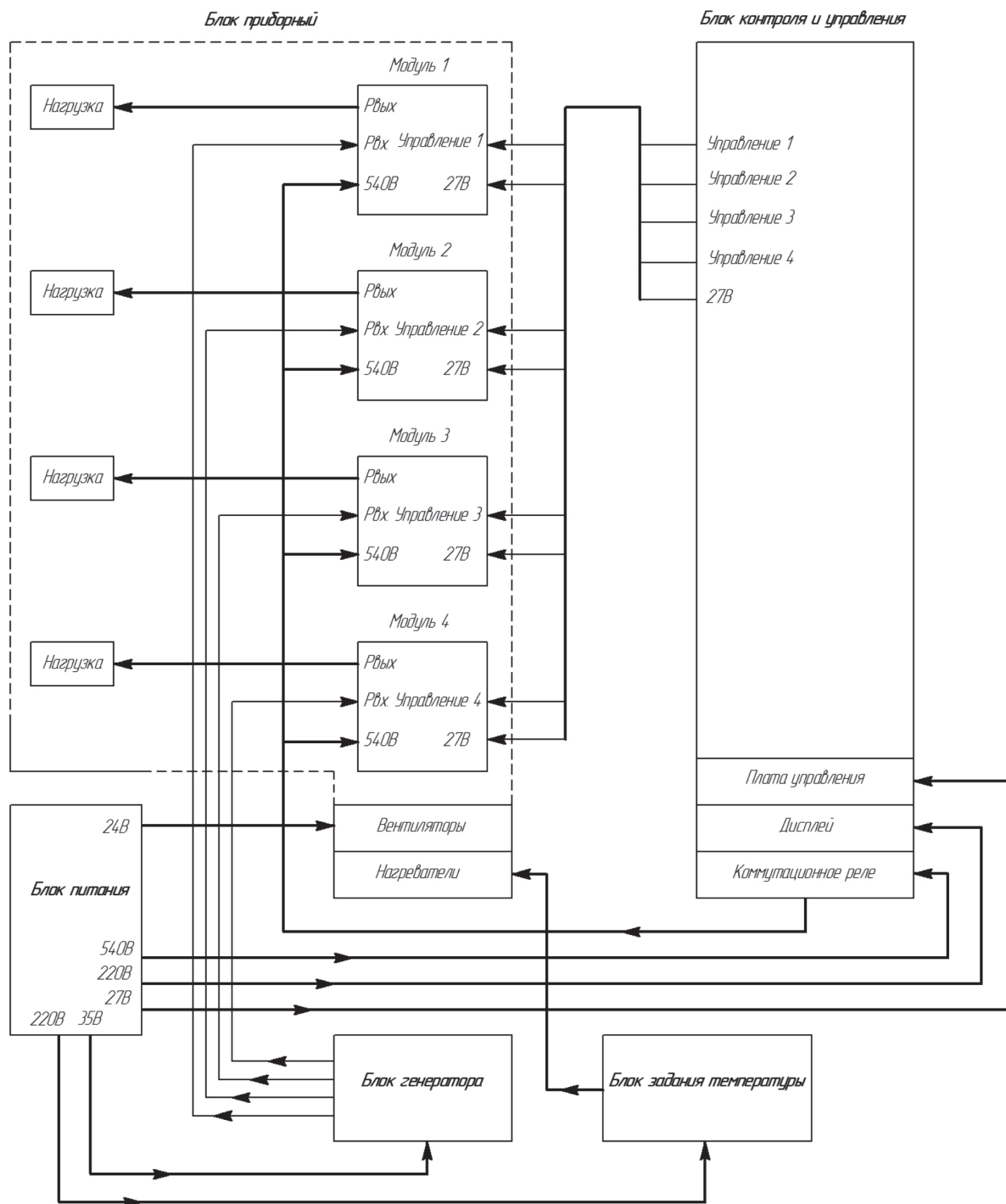


Рис. 2
Структурная схема испытательного стенда

зуется электровентилятор, находящийся в составе приборного блока.

Блок приборный предназначен для стабилизации температуры корпуса каждого СВЧ модуля.

Стабилизация температуры корпуса каждого СВЧ модуля осуществляется в отдельном контуре принудительного конвективного теплообмена (далее контур), в который устанавливаются испытуемые приборы. В контуре располагаются: сам модуль, который вследствие самостоятельного разогрева нагревает воздух в контуре, вентилятор, предназначенный для создания принудительного потока воздуха, управляемый нагреватель, служащий для поддержания заданной температуры воз-

духа, и термопары для измерения температуры воздушного потока воздуха. На рис. 3 показана конструкция контура конвективного теплообмена.

Блок генератора содержит в своём составе генератор СВЧ и делитель мощности. СВЧ сигнал с делителя мощности поступает на СВЧ вход испытуемого модуля. На лицевой панели блока расположены разъёмы для подключения СВЧ кабелей.

Блок питания предназначен для осуществления работы блоков стенда и испытуемых модулей. На лицевой панели блока питания расположены переключатель с вольтметром для контроля вторичных источников питания и индикаторы состояния фаз сети питания стенда.

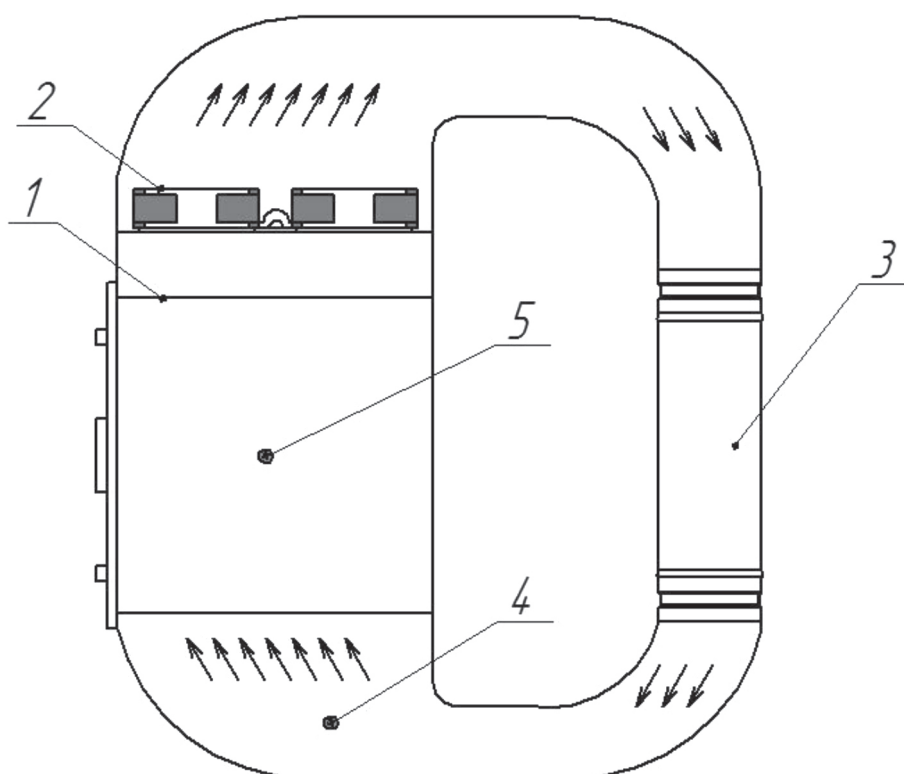


Рис. 3

Конструкция контура конвективного теплообмена: 1 – СВЧ модуль;
2 – вентилятор; 3 – нагреватель; 4, 5 – датчики температуры

Внешний вид испытательного стенда представлен на рис. 4.

Динамический режим обеспечивает следующий режим работы модулей: 45 ми-

нут работы модуля с подачей высокого напряжения 380 В и входного СВЧ сигнала и 15 минут режима ожидания без подачи высокого напряжения и входного СВЧ сигнала. Подключение модулей к стенду производится посредством высокочастотных кабелей, снабжённых разъёмами.

Контролируемые значения электрических величин модулей отображаются на ЖК дисплее промышленного компьютера, который также обрабатывает и фиксирует измеренные данные.

Заключение

В статье рассмотрены общие принципы разработки методики и конструкции испытательного стенда для отбраковочных испытаний твердотельных СВЧ модулей.

Одна из особенностей испытательного стенда состоит в том, что тепловое воздействие на модули осуществляется в отдельных, не зависимых друг от друга камерах, что исключает взаимное влияние модулей друг на друга в период испытаний, позволяет задавать и поддерживать с высокой точностью тепловой режим испытаний, регистрировать более достоверные показания температуры для каждого модуля.

С учётом повышающихся требований к испытательному оборудованию разработан испытательный стенд, соответствующий современным требованиям проектирования испытательных систем, с возможностью автоматического управления, контроля и регистрации параметров испытуемых изделий.

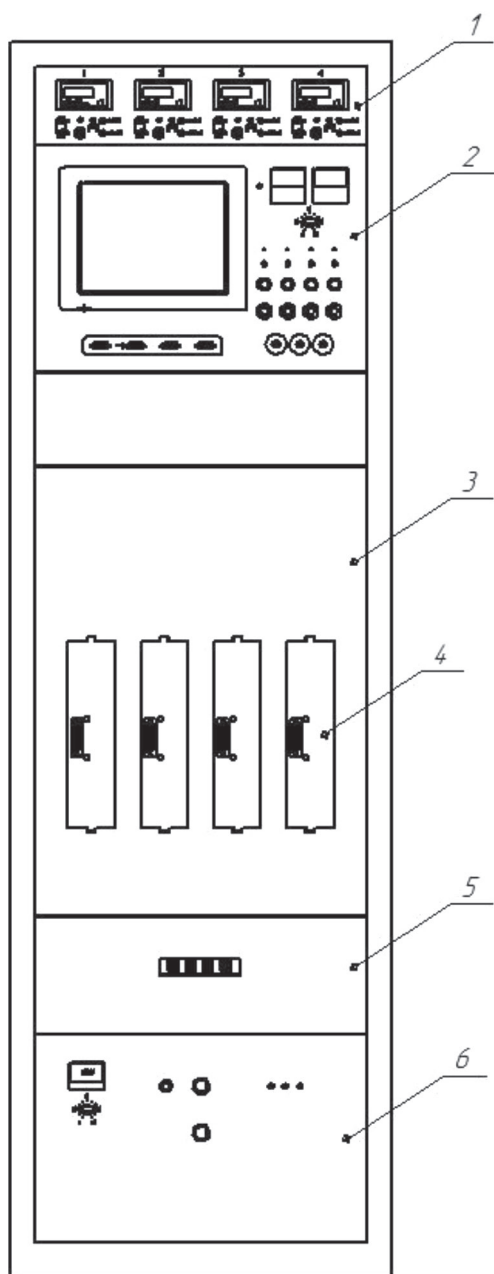


Рис. 4

Внешний вид испытательного стенда:
1 – блок задания температуры; 2 – блок контроля и управления; 3 – блок приборный;
4 – отсек для размещения СВЧ модуля;
5 – блок генератора; 6 – блок питания

Литература

1. Модуль СВЧ. Усилитель мощности импульсный УМИ-2750-800М. Технические условия. БКВП.434816.153 ТУ.
2. Гришаков, М.Н. Отбраковочные испытания твердотельных СВЧ модулей / М.Н. Гришаков, В.Ф. Синкевич, П.В. Таран // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. – 2009. – Вып. 2 (223). – С. 78-82.
3. РД В 319.02.24-99. Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Оценка метрологического обеспечения. – Мытищи, 1999. – 136 с.

References

1. Modul SVCH. Usilitel' moshchnosti impul'snyy UMI-2750-800M. Tekhnicheskiye usloviya. [Microwave module. Pulsed power amplifier UMI-2750-800M. Specifications. БКВП.434816.153 ТУ.
2. Grishakov M. N., Sinkevich V. F., Taran P. V. Otkrovoychnyye ispytaniya tverdotel'nykh SVCH moduly [Screening tests of solid-state microwave modules]. *Electronic Engineering. Series 2. Semiconductor Devices*, 2009, iss. 2(223), pp. 78-82.
3. РД В 319.02.24-99. Kompleksnaya sistema kontrolya kachestva. Apparatura, pribory, ustroystva i oborudovaniye voyennogo naznacheniya. Otsenka metrologicheskogo obespecheniya [Integrated quality control system. Instruments, devices, and equipment for military applications. Assessment of metrological service], Mytishchi, 1999, 136 p.