

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

КОНТРОЛЬ ВЫВОДОВ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ НА СПОСОБНОСТЬ К ПАЙКЕ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве методических указаний для студентов Самарского университета, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

Составитель *М.Н. Пиганов*

САМАРА
Издательство Самарского университета
2019

УДК 621.396.6(075)
ББК 32.84я7

Составитель ***М.Н. Пиганов***

Рецензент доц. К. Е. В о р о н о в

Контроль выводов электрорадиоизделий на способность к пайке: метод. указания / сост. *М.Н. Пиганов*. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2019. – 20 с.

Методические указания предназначены для магистрантов, обучающихся по направлению 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, при изучении дисциплины «Управление качеством электронных средств (ЭС) специального назначения (СН)».

Разработаны на кафедре конструирования и технологии электронных систем и устройств.

УДК 621.396.6(075)
ББК 32.84я7

Цель занятия – изучение процесса пайки и приобретение навыков разработки методики (схемы) контроля выводов электрорадиоизделий на способность пайке.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Получить у преподавателя задание.
2. Ознакомиться с методами контроля.
3. Выбрать наиболее эффективный метод контроля для заданного типа ЭРИ.
4. Разработать методику (схему) контроля выводов ЭРИ на способность к пайке.

2. МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ И КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ

Если в стандартах и ТУ на изделия и ПИ предусмотрено перед испытанием на способность к пайке проводить ускоренное старение, то должен быть применен один из следующих методов.

Метод 1. Изделия подвергают воздействию водяного пара в течение 1 или 4 ч, при этом конкретное время устанавливают в стандартах и ТУ на изделия.

Для ускоренного старения изделия (рис. 1, стр. 4) подвешивают предпочтительно при вертикальном расположении вывода так, чтобы конец вывода находился на расстоянии 25–30 мм от поверхности дистиллированной воды, кипящей в сосуде из боросиликатного стекла (например, двухлитровом химическом стакане) или нержавеющей стали подходящего объема. Кроме того, вывод должен находиться на расстоянии не менее 10 мм от стенок сосуда. В сосуде должна быть по-

мещена подставка из термостойкого материала (например, текстолита), с отверстиями для подвешивания изделий.

Уровень воды следует поддерживать постоянным, постепенно добавляя в небольших количествах горячую дистиллированную воду таким образом, чтобы бурное кипение воды не прекращалось. Допускается для поддержания уровня воды использовать обратный холодильник.

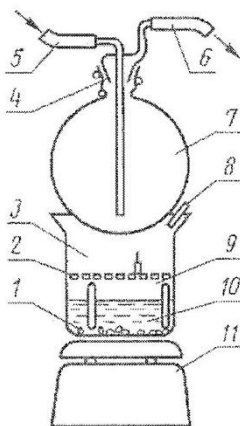


Рис. 1. Схема установки для проведения ускоренного старения:

1 – противотурбулентные камни; 2 – опора для изделий; 3 – место для размещения изделий (высота около 75 мм, диаметр около 125 мм); 4 – зажимное приспособление для поддержки колбы; 5 – пуск охлаждающей воды; 6 – выход охлаждающей воды; 7 – двухлитровая колба из боросиликатного стекла; 8 – неплотно закрытый носик химического стакана; 9 – двухлитровый химический стакан боросиликатного стекла; 10 – деионизованной воды 800 см³; 11 – нагревательная плитка.

Примечание. Образцы не следует помещать под самую нижнюю часть охлаждающей колбы, чтобы на них не попадали капли падающей воды.

Метод 2. Изделия подвергают воздействию повышенной влажности при постоянном режиме в течение 10 суток при температуре $(40 \pm 3) \%$.

Метод 3. Изделия подвергают воздействию в течение 16 ч повышенной температуры 155 °С.

После проведения ускоренного старения изделия выдерживают в нормальных климатических условиях испытаний не менее 2 ч и не более 24 ч.

Примечание. Если температура при ускоренном старении выше максимальной рабочей температуры или температуры хранения, или если предполагается значительное повреждение изделия при 100 °С в водяном паре, допускается проводить ускоренное старение выводов, отделенных от изделия.

Метод 402-1

Испытания проводят в паяльной ванне, имеющей такой объем, чтобы при погружении выводов в расплавленный припой температура его изменялась в пределах установленных допусков. Рекомендуемая глубина ванны – не менее 40 мм и объем – не менее 300 см³.

Для испытания применяют припой марки ПОС61 по ГОСТ 21930, если другой припой не указан в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Применяемый флюс должен состоять из 25 % по массе канифоли (ГОСТ 19113) и 75 % по массе изопропилового (ГОСТ 9805) или этилового спирта (ГОСТ 18300).

Если указано в стандартах и ТУ на изделия и ПИ, то может быть применен активированный флюс, полученный добавлением к указанному выше флюсу диэтиламина гидрохлорида по нормативно-технической документации в количестве 0,5 % содержания канифоли (в пересчете на свободный хлор).

Испытания проводят с учетом требований.

Предварительную подготовку выводов не проводят, если это не указано в стандартах и ТУ на изделия и ПИ. При необходимости выводы обезжиривают путем погружения в нейтральный органический растворитель при комнатной температуре.

Проводят визуальный осмотр изделий в соответствии с требованиями стандартов и ТУ на изделия и ПИ. Осмотр проводят

невооруженным глазом. При необходимости определения характера дефектов применяют лупу с увеличением до $10^{\times}$. Рекомендуется применять лупу с увеличением $2,5^{\times} - 4^{\times}$. Выводы изделия опускают во флюс, затем вынимают и выдерживают для удаления избытка флюса в вертикальном положении в течение 30–60 с.

Выводы изделий погружают в ванну с расплавленным припоем в направлении их продольной оси. Температуру припоя в ванне устанавливают $(235 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Скорость погружения (извлечения) выводов $(25 \pm 2,5) \text{ мм/с}^{-1}$, время выдержки – $(2 \pm 0,5) \text{ с}$. Для элементов, имеющих большую теплоемкость, в стандартах и ТУ на изделия и ПИ может быть установлено время выдержки $(5 \pm 0,5) \text{ с}$. Поверхность расплавленного припоя в ванне должна быть чистой и блестящей, для чего перед каждым погружением выводов изделий ее очищают лопаткой из материала с низкой теплопроводностью (например, дерево, фторопласт).

Для защиты испытываемых изделий от прямоугольного теплоизлучения ванны между расплавленным припоем и корпусом изделия помещают экран с отверстиями для свободного прохождения погружаемых в ванну выводов. Материал, толщина теплового экрана и способ экранирования изделий должны быть указаны в стандартах и ТУ на изделия и ПИ. Если другие условия погружения не указаны в стандартах и ТУ на изделия и ПИ, то выводы погружают свободным концом в припой так, чтобы расстояние между корпусом изделия и поверхностью припоя для ленточных и проволочных выводов больше 12 мм составляло 6 мм, а для ленточных – 3 мм или до половины лепестка, если его длина меньше 6 мм.

Точка погружения вывода должна быть на расстоянии не менее 10 мм от стенок ванны.

Для других выводов глубину погружения указывают в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

После извлечения выводов из ванны с расплавленным припоем их выдерживают в нормальных условиях климатических условий испытаний в течение времени, указанного в стандартах и ТУ на изделия и ПИ. Остатки флюса на выводах удаляют прополаскиванием их

в изопропиловом или этиловом спирте или обтиранием мягкой тканью, смоченной спиртом.

Изделия считают выдержавшими испытания, если при визуальном осмотре установлено, что испытываемая поверхность выводов покрыта гладким блестящим слоем припоя. Допускается незначительное количество отдельных дефектов в виде пор, зон, не подвергшихся смачиванию, или зон, где произошло десмачивание. Эти дефекты не должны концентрироваться на одном участке поверхности вывода.

Метод 402-2

Испытание проводят паяльником.

Стержень паяльника должен быть изготовлен из меди и иметь железное покрытие или выполнен из эрозионстойкого медного сплава. Форма заточки стержня – односторонний клин.

Типы паяльников и их характеристика указаны в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика паяльника	Норма типа для	
	I	II
Диаметр стержня, мм	8	3
Длина выступающей части, мм	32	12
Длина заточенного рабочего конца, мм	10	5

Конкретный тип паяльника устанавливают в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Для испытания применяют трубчатый припой марки ПОС61 по ГОСТ 21931 с сердечником из канифоли по ГОСТ 19113. Припой представляет собой трубку с сердечником из флюса. Для паяльника I типа используют трубку припоя диаметром 1,2 или 1,5 мм, для паяльника II типа – трубку припоя диаметром 0,8 или 1,0 мм.

При отсутствии трубчатых припоев допускается применять другой припой.

Испытания проводят с учетом требований.

Подготовка изделий к испытанию.

Припой, оставшийся на стержне паяльника от предыдущего испытания, должен быть удален.

Визуальный осмотр.

Паяльник с припоем должен соприкасаться с выводом в горизонтальной плоскости сверху по отношению к выводу, если другое условие соприкосновения, обусловленное формой выводов, не установлено в стандартах и ТУ на изделия и ПИ. Температура паяльника (температура стержня в начале испытания) должна быть (350 ± 10) °С. Время выдержки 2–3 с, если другое время не оговорено в стандартах и ТУ на изделия и ПИ. В момент выдержки паяльник должен быть неподвижен. Между последовательными приложениями паяльника к различным выводам одного и того же изделия следует соблюдать интервал 5–10 с. Вывод должен быть облужен на расстоянии не менее 6 мм от корпуса изделия или до половины длины паяемого лепестка в случае лепесткового вывода, если другие условия не указаны в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Необходимость применения теплоотвода, его размеры, материал и место соприкосновения стержня паяльника с выводом устанавливаются в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Если при проведении испытания для вывода изделия требуется опора, то она должна быть выполнена из теплоизоляционного материала.

Остатки флюса удаляют изопропиловым или этиловым спиртом, как указано.

Изделия считают выдержавшими испытания, если при визуальном осмотре установлено, что поверхность вывода в зоне соприкосновения со стержнем паяльника покрыта гладким, блестящим слоем припоя. Допускаются изъяны (поры, пустоты), не сконцентрированные на одном месте.

Метод 402-3

Сущность метода состоит в том, что капля припоя, расположенная на неподвижной горизонтальной поверхности, делится испытываемым

выводом пополам, обслуживая его в течение определенного промежутка времени.

Для проведения испытаний используют капельную установку.

Припой должен соответствовать требованиям. Припой используют в виде отдельных кусочков. Номинальная масса кусочков припоя в зависимости от диаметра вывода изделий указана в табл. 2.

Таблица 2

Номинальный диаметр вывода, мм	Номинальная масса припоя, мг	Номинальный диаметр вывода, мм	Номинальная масса припоя, мг
1,20–0,75	200	0,54–0,25	75
0,74–0,55	125	Менее 0,25	50

Допускается подвергать испытанию выводы, отделенные от изделия, если это необходимо или удобно для проведения испытания.

Вывод отпускают во флюс или флюс наносят на вывод кистью. Небольшое количество флюса наносят также на расплавленную каплю припоя, чтобы очистить ее и снять окисную пленку, а также чтобы добиться полного смачивания железного стержня капельной установки.

На железный стержень, нагретый до температуры $(235 \pm 2)^\circ\text{C}$, наносят кусочек припоя. Перед установкой нового кусочка припоя припой, оставшийся на железном стержне от предыдущего испытания, должен быть удален.

Испытуемый вывод погружают в каплю припоя, чтобы он коснулся железного стержня. Время пайки с момента, когда вывод, разделив каплю пополам, касается железного стержня, и до момента, когда припой, обтекая вывод, покрывает его, является временем выдержки.

Выводы выдерживают в нормальных климатических условиях испытаний в течение времени, установленного в стандартах и ТУ на изделия и ПИ. Остатки флюса удаляют изопропиловым или этиловым спиртом, как указано.

Изделия считают выдержавшими испытание, если время обтекания вывода припоем не превышает 2,5 с, если другое время не указано в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Метод 402-4

Испытание проводят в паяльной ванне.

Припой должен соответствовать требованиям.

Флюс должен соответствовать требованиям.

Испытание проводят с учетом требований.

Подготовка изделий к испытанию.

Проводят визуальный осмотр изделий в соответствии с требованиями стандартов и ТУ на изделия и ПИ. Осмотр проводят невооруженным глазом или с помощью лупы с увеличением $4 - 10^4$.

Испытуемые выводы опускают во флюс в соответствии с требованиями, а затем погружают в ванну с расплавленным припоем в направлении продольной оси изделия. Температуру припоя в ванне устанавливают $(260 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Точка погружения выводов должна быть на расстоянии не менее 10 мм от стенок ванны. Скорость погружения (извлечения) выводов – (5 ± 2) мм/с, время выдержки в припое – $(5,0 \pm 0,5)$ с. После извлечения из ванны с расплавленным припоем выводы выдерживают в вертикальном положении до затвердения припоя. Остатки флюса на выводах удаляют прополаскиванием их в изопропиловом или этиловом спирте.

Поверхность выводов должна быть покрыта гладким, блестящим слоем припоя. Допускается незначительное количество отдельных дефектов в виде пор, зон, не подвергшихся смачиванию, или зон, где произошло десмачивание. Эти дефекты не должны концентрироваться на одном участке поверхности вывода.

Операцию повторяют.

Необходимо, чтобы суммарное время выдержки выводов в припое составляло 10 с. Это время разделяют на два периода по 5 с каждый.

Проводят визуальный осмотр и измерение параметров, если это указано в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Оценка результатов.

Метод 402-5

Сущность метода заключается в погружении изделия в ванну с расплавленным припоем и регистрацией результирующей силы, действующей на изделие, как функции от времени. Полученную кривую сравнивают с кривой, зарегистрированной при испытании идеально смоченного изделия того же типа и размеров.

Испытательная установка должна обеспечивать испытательный режим с отклонениями, не превышающими установленные в настоящем стандарте. Блок-схема приведена на рис. 2 (стр. 12).

Испытание проводят с учетом требования.

Подготовка изделий к испытанию – в соответствии с ТУ.

После закрепления изделия в держателе часть его поверхности, указанную в стандартах и ТУ на изделия и ПИ, погружают во флюс, затем вынимают и выдерживают в вертикальном положении, при этом в течение 1–5 с избыток флюса стекает на чистую фильтрованную бумагу.

Температуру расплавленного припоя в ванне устанавливают $(235 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

Изделие выдерживают над ванной с расплавленным припоем в вертикальном положении так, чтобы его нижний край находился над ванной на расстоянии (20 ± 5) мм в течение (30 ± 15) с для испарения большей части растворителя из флюса. Поверхность расплавленного припоя в ванне должна быть чистой, блестящей, для чего перед каждым погружением изделий ее очищают лопаткой из материала с низкой теплопроводностью (например, из дерева, фторопласта).

Изделие погружают в ванну с припоем со скоростью (20 ± 5) мм/с и выдерживают на глубине и в течение времени, указанного в стандартах и ТУ на изделия и ПИ. Изделие извлекают из ванны с припоем с той же скоростью. Когда изделие находится в погруженном состоянии неподвижно, регистрирует результирующую силу, действующую на изделие, как функцию от времени.

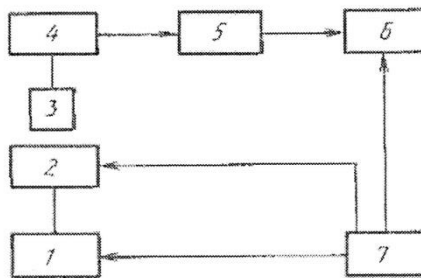


Рис. 2. Блок-схема:

- 1 – устройство для подъема ванны; 2 – паяльная ванна; 3 – образец;
 4 – устройство балансировки и преобразования сигнала;
 5 – формирователь сигнала; 6 – самописец; 7 – пульт управления

Для получения эталона силы смачивания, с которым необходимо сравнивать результаты испытания, выбирают изделия из числа испытуемых и предварительно обслуживают с применением активированного флюса.

Обслуживание следует повторять на выбранном изделии до тех пор, пока не будет достигнута максимальная сила смачивания. Полученная максимальная сила является эталонной силой смачивания для испытуемых изделий.

Для исследования способности к пайке материалов изделия с низкой степенью смачивания эталонную силу смачивания сравнивают с расчетной силой смачивания.

Расчетную силу смачивания (F) в миллиньютонх получают по формуле

$$F = 0,08V - 0,4p,$$

где p – периметр погружения части изделия, мм;

V – объем погружения части изделия, мм³.

Примечание. Формула действительна только в том случае, если поперечное сечение изделия постоянно по всей длине части изделия, погруженной в припой. Коэффициент 0,4 мН/мм применим только для условий данного метода испытания. Значение коэффициента зависит от припоя, флюса и температуры, установленных в данном методе.

Критериями оценки результатов испытаний являются следующие параметры:

- максимальное значение интервала ($t_A - t_0$); характеризующее начало смачивания;
- максимальное значение силы в процентах эталонной силы смачивания после указанного интервала времени, характеризующее пространство смачивания;
- минимальное значение отношения силы в точке B к силе в точке B , характеризующее стабильность смачивания.

Состав параметров и их значения устанавливают в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Выбор критериев оценки результатов испытания – по приложению 28.

Изделия считают выдержавшими испытание, если значения параметров соответствуют значениям, установленным в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Контроль чип- электрорадиоизделий

Испытание проводят с целью определения паяемости, растворения металлизации и теплостойкости при пайке изделий для поверхностного монтажа.

Испытание применимо только для изделий, которые устойчивы к кратковременному погружению в расплавленный припой.

Проверку паяемости (смачивание, десмачивания), растворения металлизации, теплостойкости при пайке проводят на отдельных выборках.

Конкретный вид (виды) проверок устанавливают в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Испытание проводят в паяльной ванне, объем и размеры которой установлены.

Припой должен соответствовать требованиям.

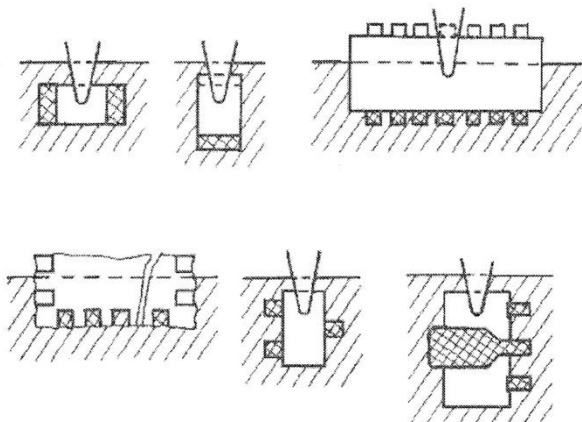


Рис 3. Варианты крепления изделий

Флюс должен соответствовать указанному. Испытание проводят с учетом требований. Предварительная подготовка выводов. Если в стандартах и ТУ на изделия предусмотрено ускоренное старение, то применяют один из методов.

Визуальный осмотр.

Изделия крепят маленькими стальными зажимами согласно рис. 3.

При этом зажимы не должны касаться испытываемых площадей. Во время смачивания флюсом и во время погружения в припой изделия должны оставаться в зажимах.

Изделия полностью погружают во флюс и медленно вынимают.

Капли лишнего убирают с помощью фильтровальной бумаги.

Изделия погружают в ванну с расплавленным припоем.

Если перед погружением в ванну с припоем предусмотрен предварительный нагрев изделий, то в стандартах и ТУ на изделия и ПИ указывают значение температуры нагрева. Продолжительность и температура

туру выдержки в припой устанавливают в соответствии с табл. 3, если другие значения не установлены в стандартах и ТУ на изделия и ПИ.

Таблица 3

	Продолжительность выдержки, с				
	3 ± 0,3	2 ± 0,2	5 ± 0,5	10 ± 1	30 ± 1
	при температуре припоя, °С				
	215 ± 3	235 ± 3	260 ± 5	260 ± 5	260 ± 5
Смачивание Десмачивание Теплостойкость при пайке Стойкость к растворению металлизации	+	+	+	+	+ 1

Смачивание. Смачивание оценивают визуально при достаточном освещении с помощью лупы или бинокулярного микроскопа с увеличением 10–25⁴ и использованием фотографий.

Металлизированные контактные площадки на безвыводных изделиях. Смачиваемая площадь должна быть покрыта гладким, блестящим слоем припоя; допускается лишь незначительное количество дефектов в виде пор, зон, не подвергавшихся смачиванию, или зон, где произошло десмачивание. Эти дефекты не должны быть сконцентрированы в одном месте.

В областях *а* смачиваемая площадь должна быть покрыта гладким, блестящим слоем припоя (рис. 4, стр. 16). Допускается лишь незначительное количество дефектов в виде пор, зон, не подвергшихся смачиванию, или зон, где произошло десмачивание. Эти дефекты не должны быть сконцентрированы в одном месте.

После испытания погружением смачиваемая поверхность области *б* должна оказаться смоченной припоем в виде свежего слоя припоя на всей площади, при этом получение однородного покрытия не требуется.

Для областей в критерии не задаются.

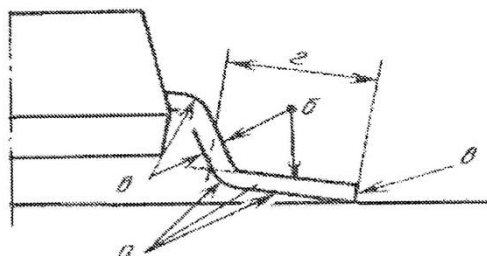


Рис. 4. Изделия с выводами:

a – области образующие спай: нижняя часть ножки вывода, включая выпуклую часть нижнего изгиба; боковые грани ножки вывода; *б* – верхняя часть вывода; *в* – непокрытые грани в конце вывода и нижняя часть вывода выше нижнего изгиба

Десмачивание

Критерии оценки десмачивания аналогичны критериям. Десмачивание оценивают визуально. Проверку проводят при достаточном освещении с помощью лупы или бинокулярного микроскопа с увеличением 10 – 25⁴.

Теплостойкость при пайке

После испытания на теплостойкость при пайке проводят визуальный осмотр и измерение параметров изделий согласно требованиям стандартов и ТУ на изделия и ПИ.

Стойкость к растворению металлизации

Критерии оценки:

1. Площадь отдельных участков, на которой произошло растворение металлизации, не должна превышать 5 %, а по сумме участков – 10 % общей площади вывода.

2. В местах выхода металлизации за пределы грани на соседние поверхности, отсутствие металлизации на гранях не должно превышать 10 % общей длины грани.

Соединение между выводом и функциональной частью образца не рассматривается.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие требования предъявляются к припою?
2. Какие требования предъявляются к флюсу?
3. Назовите методы контроля ЭРИ на способность к пайке?
4. Как производится подготовка ЭРИ к контролю?
5. Каковы режимы пайки ?
6. Как производится осмотр ЭРИ?
7. В чем особенность контроля ЭРИ, предназначенных для поверхностного монтажа?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Пиганов, М.Н.* Индивидуальное прогнозирование показателей качества элементов микросборок.— Самара: СГАУ, 1999. – 160 с.
2. *ГОСТ 20.57.406-81.* Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники. Методы испытаний.

Методические материалы

**КОНТРОЛЬ ВЫВОДОВ
ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ
НА СПОСОБНОСТЬ К ПАЙКЕ**

Методические указания

Составитель ***Пиганов Михаил Николаевич***

Редактор *А.С. Никитина*

Верстка: *А.С. Никитина*

Подписано в печать 26.07.2019 г. Формат 60х84 1/16.

Бумага офсетная. Печ. л. 1,25.

Тираж 25 экз. Заказ . Арт. – 67(Р4М)/2019.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

Издательство Самарского университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.