

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ивановский государственный политехнический университет»



Кафедра мехатроники и радиоэлектроники

**ОТЧЕТ**  
**по учебной практике**  
**Ознакомительная практика**

на базе ФГБОУ ВО «Ивановский государственный  
политехнический университет»  
Период практики с 13.01.2023 по 16.06.2023

Студент: Смирнова Юлия Сергеевна

Номер зачётной книжки: 221011 группа: РТ -11,

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Руководитель практики от ИВГПУ:

доцент кафедры МиРЭ \_\_\_\_\_ С.П.Зимин

доцент кафедры МиРЭ \_\_\_\_\_ А.В. Иванов

Защищен «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Оценка \_\_\_\_\_

Иваново 2023

## Оглавление

Дневник 1

Организация производства радиоэлектронной техники 4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ивановский государственный политехнический университет»



Кафедра мехатроники и радиоэлектроники

**Дневник  
по ознакомительной практике**

на базе ИВГПУ  
Период практики с 13.01.2023 по 16.06.2023

Студент: Смирнова Юлия Сергеевна

Номер зачётной книжки: 221011 группа: РТ -11,

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Руководитель практики от ИВГПУ:

доцент кафедры МиРЭ \_\_\_\_\_ С.П.Зимин

доцент кафедры МиРЭ \_\_\_\_\_ А.В. Иванов

Защищен «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Оценка \_\_\_\_\_

Иваново 2023

## ДНЕВНИК

Дата	Указания руководителя практики	Краткое содержание работы студента
1	2	3
13.01.23	Вводный инструктаж по охране труда на рабочем месте в лаборатории кафедры МиРЭ.	Знакомство с техникой безопасности в учебной лаборатории, инструктаж по охране труда
	Изучение методов пайки.	Пайка решетки. Монтаж многопроволочным гибким проводом. Пайка разъемов и переключающих устройств по монтажной схеме.
	Изучение способов проверки радиоэлектронных устройств стрелочными приборами, цифровым мультиметром и осциллографом.	Изучение приборов: Мультиметр Осциллограф Ампервольтметр Генератор
	Монтаж несложных электронных устройств.	Монтаж и исследование звукового генератора
	Изучение условных графических обозначений элементов принципиальных электрических схем. Оформление принципиальной электрической схемы ручным способом и с использованием компьютерных программ.	Разработка принципиальной электрической схемы звукового генератора
16.01. - 10.06.23	Выполнение индивидуального задания по учебной практике.	1 Организация производства радиоэлектронной техники. Техника безопасности при производстве РЭА  2 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕГУЛИРОВЩИК РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ И ПРИБОРОВ (164).  3 ГОСТ Р55693-2013 Печатные платы.
11.06.-	Оформление отчета по	Оформление отчета по

15.06.23	ознакомительной практике	практике
16.06.23	Зачет.	Защита отчета по практике.

# 1. Организация производства радиоэлектронной техники.

Техника безопасности при производстве РЭА.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОТ

Производство электронной аппаратуры и приборов — сложный и многогранный процесс современного производственного комплекса, основанный на строгом соблюдении технологии процесса, химической чистоте используемых материалов, использовании высокоточного и технологичного оборудования высококвалифицированным персоналом.

Процесс производства включает в себя:

- подготовительные операции — обработку материалов, подготовку используемых водных, газовых и энергетических ресурсов;
- входной контроль комплектующих изделий;
- запуск и эксплуатацию оборудования и приспособлений;
- подготовку оснастки, модернизацию оборудования;
- организацию производственного процесса — в цехах, на участках, в отделах;
- разработку новых изделий;
- испытания и контрольные операции по проверке качества произведенной продукции;
- организацию рекламы и мониторинг рынка;
- организацию сбыта произведенной продукции.

Подготовительные операции обеспечиваются соответствующими службами и отделами.

К подготовительным операциям относят:

- обеспечение энергоснабжения;
- обеспечение чистоты и химического состава воды;
- обеспечение мероприятий по поддержанию микроклимата в производственных помещениях;
  - обеспечение качества расходных материалов (смесей, обтирочного протирающего материала, спиртосодержащих жидкостей);
- экологическую безопасность;
- охрану труда и технику безопасности.

При современном состоянии электронной техники ее производство возможно только на высокоорганизованных, хорошо оборудованных предприятиях при широком использовании полностью автоматизированных линий. Типичная структура производства показана на рис. 1.4.

Структура предприятия крупносерийного производства включает в себя службы, цеха и участки. Службы выполняют функции вспомогательного производства, обеспечивая основное производство материалами и инструментами, следят за работоспособностью оборудования, снабжением электроэнергией, разрабатывают конструкторскую и технологическую документацию, контролируют состояние склада комплектующих и готовой продукции. Особое место занимает отдел технического контроля (ОТК) —



Рис. 1.4. Схема организации производства

Его задача обеспечить качество выпускаемой продукции, контролировать правильность технологического процесса. В производственных цехах сосредоточен весь технологический процесс. Цеха могут быть многопрофильные, выпускающие целую номенклатуру продукции, и узкопрофильные для выпуска особо важной продукции. Для лучшей управляемости производством в цехах создаются производственные участки, ориентированные, как правило, на отдельные операции или выпуск изделия одного наименования. Основным звеном участка является рабочее место.

Отдел техники безопасности является важной вспомогательной службой, предназначенной для контроля за соблюдением требований охраны труда. За выполнением требований промышленной санитарии следят технологические службы.

## ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Мероприятия по охране труда (ОТ) и технике безопасности (ТБ) определяются специальными инструкциями, регламентирующими действия любого участника производственного процесса. Мероприятия по ТБ и ОТ отражаются в технологической и конструкторской документации, а также в инструкциях на рабочем месте. Монтажные и сборочные операции связаны с работами электрифицированным и монтажным инструментом.

К работе с ручным электрифицированным инструментом (паяльное оборудование, измерительная техника) допускаются лица с квалификацией не ниже второй группы, обученные безопасным методам работы с ним. При выполнении пайки на работника могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы:

- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны парами вредных химических веществ;
- повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента и расплавов припоев;
- случайное попадание на оголенные участки тела расплавленных брызг припоев и флюсов;
- опасные напряжения в электрической цепи при выполнении настроечных работ.

Работы с вредными и взрывопожароопасными веществами при использовании припоев, флюсов, паяльных паст, связующих веществ и растворителей должны проводиться при включенных обще - Обменной и местной вытяжной вентиляции.

При выполнении паяльных работ с использованием паяльников, паяльных станций и фенов следует строго следовать инструкциям. Кабель паяльника должен быть защищен от случайного механического повреждения и соприкосновения с горячими деталями. Паяльное оборудование устанавливается в зоне действия местной вытяжной

вентиляции на огнезащитные подставки, исключаяющие его падение. Излишки припоя и флюса с жала паяльника снимают с использованием материалов, указанных в технологической документации (хлопчатобумажные салфетки, асбест и др.).

Пайку малогабаритных изделий в виде штепсельных разъемов, наконечников, клемм и других аналогичных изделий производят, закрепляя их в специальных приспособлениях, указанных в технологической документации (зажимы, струбины и другие приспособления). При пайке печатной платы она крепится на специальном зажимном столике с использованием поворотного устройства.

Во избежание ожогов расплавленным припоем при распайке проводов запрещено извлекать их из распаячного гнезда с применением силы. Флюс на соединяемые места наносят кисточкой, фарфоровой лопаткой или путем распыления с использованием средств индивидуальной защиты дыхательных путей.

Так как при изготовлении печатных плат имеют место операции травления и использование активных химических соединений, радиомонтажник должен знать безопасные правила работы с кислотами и щелочами, а также законы химии о возможных реакциях и воздействиях их продуктов на человеческий организм. При работе с кислото- и щелочесодержащими растворами необходимо в обязательном порядке пользоваться индивидуальными средствами защиты, а также владеть способами нейтрализации химически активных веществ при случайном попадании на кожу или вовнутрь организма.

## ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ НАСТРОЙКЕ И НАЛАДКЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Прежде чем приступить к настройке и регулировке электронной аппаратуры, ее ремонту и диагностике, необходимо изучить:

- инструкции по эксплуатации изделий, технологические инструкции, инструкции по технике безопасности и производственной санитарии, а также приемы оказания первой медицинской помощи;

- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.

Радиомонтажники, выполняющие настройку и наладку электронных изделий, подвергаются опасности случайного касания токопроводящих элементов и должны иметь третью группу допуска к работе с электрическими приборами.

Электрифицированный инструмент допускается запитывать от штатной электросети через переносные понижающие трансформаторы или преобразователи. Запрещается применение добавочных сопротивлений для понижения напряжения. Длина проводов подключаемых измерительных приборов не должна приводить к произвольным отключениям приемников тока при случайных механических воздействиях на них и не должна допускать случайных прикосновений к токоведущим частям.

На отключенном от электрической сети изделии измерительными приборами проверяют отсутствие напряжения в контрольных точках. На некоторых изделиях сохраняется высокий заряд даже после отключения от сети (конденсаторы блока питания, анод кинескопа и др.), поэтому перед началом диагностики эти элементы принудительно разряжают.

Переносные измерительные приборы должны располагаться так, чтобы при чтении их показаний исключалось опасное приближение к частям, находящимся под напряжением.

Настройку изделий с помощью переменных резисторов, построечных конденсаторов и т.п., имеющих ось со шлицем, разрешается производить неизолрованными отвертками только через специальные отверстия в наружных панелях изделия и при условии полного исключения возможности касания любых токоведущих частей. При регулировке в открытых цепях сердечников индуктивных элементов используются изолированные диэлектрические отвертки. Если в процессе проведения работ необходимо провести контрольные замеры в ряде точек схемы, то эту работу разрешается выполнять одним прибором, причем замеры производятся в контрольных точках схемы штекерным концом провода, идущего от измерительного прибора. Штекерный наконечник для схем напряжением до 1 000 В должен иметь длину не менее 70 мм. Изоляция проводов, применяемых при замерах, должна быть рассчитана на трехкратное рабочее напряжение схемы.

Регулировочные и монтажные работы на электроустановках подразделяют на две группы.

1. Работа без снятия напряжения. В этом случае надо принять меры безопасности от прямого воздействия электрического тока и придерживаться следующих правил:

- подключать прибор или установку с открытыми токоведущими частями к сети только через разделительный лабораторный автотрансформатор (ЛАТР);
- напряжение питания подавать постепенно и работать на минимально допустимом напряжении;
- пользоваться измерительным инструментом с хорошо изолированными ручками и соответствующей длины;
- пользоваться индивидуальными дополнительными средствами защиты — резиновые коврики, обувь, изолирующие ручки инструментов;
- не приступать к работе с мокрыми руками и в больном состоянии;
- перед началом работы снимать с рук и других частей тела металлические предметы (броши, цепи, часы и т.д.);
- подключение наконечников измерительных приборов проводить при отключенном оборудовании;
- в первую очередь к измеряемой части схем подключать корпусной провод прибора, а затем — сигнальный;
- убедиться, что длина проводов позволяет проводить измерения без опасного натяжения и неожиданного отключения от места контакта.

2. Работы со снятием напряжения. В этом случае необходимо исключить любую возможность случайного подключения к сети питания, для чего перед началом работ извлекают все предохранители. При отсутствии в схеме предохранителей предотвращение включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено закрытием кнопок управления, установкой между контактами коммутационного аппарата изолирующих прокладок и закорачивающих устройств на токоведущие цепи. Отключенное положение определяется проверкой отсутствия напряжения на входных зажимах оборудования указателем напряжения, при этом не допускается пользоваться

контрольными лампами.

2.  
**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ  
 СТАНДАРТ  
 РЕГУЛИРОВЩИК  
 РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ  
 АППАРАТУРЫ И  
 ПРИБОРОВ (164).**

Обобщенная трудовая функция «Настройка НЧ радиоэлектронного средства, имеющего самостоятельное применение или входящего в состав радиоэлектронного комплекса (или радиоэлектронной системы) (далее - аппаратура сложного функционального назначения)»

I. О  
 б  
 щ  
 и  
 е  
  
 с  
 в  
 е  
 д  
 е  
 н  
 и  
 я

Регулировка и настройка радиоэлектронной аппаратуры и приборов точного машиностроения	40.03 0
---	------------

(наименование вида профессиональной деятельности) Код  
Д

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Обеспечение качества радиоэлектронной аппаратуры и приборов

Группа занятий:

7421		-	-
------	--	---	---

(код ОКЗ <1>

(наименование)

(код ОК

(наименование)

) 3)  
Отнесение к видам экономической деятельности:

26.11	Производство элементов электронной аппаратуры
26.12	Производство электронных печатных плат
26.20	Производство компьютеров и периферийного оборудования
26.30	Производство коммуникационного оборудования
26.40	Производство бытовой электроники
26.51.2	Производство радиолокационной, радионавигационной аппаратуры и радиоаппаратуры дистанционного управления
26.60	Производство облучающего и электротерапевтического оборудования, применяемого в медицинских целях
27.90	Производство прочего электрического оборудования
33.13	Ремонт электронного и оптического оборудования
71.20	Технические испытания, исследования, анализ и сертификация
95.11	Ремонт компьютеров и периферийного компьютерного оборудования
95.12	Ремонт коммуникационного оборудования

(код ОКВЭД<2>)

(наименование вида экономической деятельности)

О  
П  
И  
С  
А  
Н  
И  
Е  
  
Т  
Р  
У  
Д  
О  
В  
Ы

Х  
Ф  
У  
Н  
К  
Ц  
И  
Й  
,  
В  
Х  
О  
Д  
Я  
Щ  
И  
Х

**в профессиональный стандарт**

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
А	Настройка низкочастотного(НЧ) радиоэлектронного средства, входящего в состав радиоэлектронного устройства (далее - аппаратура простого функционального назначения)	3	Подготовка к регулировке простых радиоэлектронных ячеек и функциональных узлов приборов	А/01.3	3
			Регулировка и проверка работоспособности простых радиоэлектронных ячеек и функциональных узлов приборов	А/02.3	3

В	<p>Настройка НЧ радиоэлектронного средства, имеющего самостоятельное применение или входящего в состав радиоэлектронного комплекса(или радиоэлектронной системы) (далее-аппаратура сложногофункционального назначения)</p>	3	Подготовка к регулировке простых приборов, радиоэлектронных блоков и шкафов	В/ 01.3	3
			Регулировка и проверка работоспособности простых приборов, радиоэлектронных блоков и шкафов	В/ 02.3	3
С	<p>Настройка высокочастотной (ВЧ)и сверхвысокочастотной (СВЧ) аппаратуры простого функционального назначения</p>	4	Подготовка к регулировке сложных радиоэлектронных ячеек и функциональных узлов приборов	С/ 01.4	4
			Регулировка и проверка работоспособности сложных радиоэлектронных ячеек и функциональных узлов приборов	С/ 02.4	4
D	<p>Настройка ВЧ-и СВЧ-аппаратуры сложного функционального назначения</p>	4	Подготовка к регулировке сложных приборов, радиоэлектронных блоков и шкафов	D/ 01.4	4
			Регулировка и проверка работоспособности сложных приборов, радиоэлектронных блоков и шкафов	D/ 02.4	4

### 3. ГОСТ Р55693-2013

#### Печатные платы.

Классификация жестких печатных плат

Печатные платы в зависимости от требований заказчика и вида радиоэлектронной аппаратуры, для которой они предназначены, классифицируются по одному из трех классов в соответствии с ГОСТ Р 55490.

2 в зависимости от конструктивных особенностей печатные платы подразделяются на следующие типы:

Тип 1 — односторонняя печатная плата;

Тип 2 — двусторонняя печатная плата;

Тип 3 — многослойная печатная плата без глухих и/или внутренних переходных отверстий;

Тип 4 — многослойная печатная плата с глухими и/или внутренними переходными отверстиями;

Тип 5 — многослойная печатная плата с металлическим сердечником без глухих и/или внутренних переходных отверстий;

Тип 6 — многослойная печатная плата с металлическим сердечником с глухими и/или внутренними переходными отверстиями.

Отклонения от требований, предъявляемых настоящим стандартом к определенному классу печатной платы, должны быть согласованы между производителем и потребителем.

Класс и тип печатных плат должны быть указаны в документации на поставку.

Документация

на поставку должна также определять метод термического тестирования плат в соответствии с 5.9.1 настоящего стандарта.

В зависимости от типа печатной платы в соответствии с таблицей 1 определяется технология

чекский сумматор, код которого должен быть указан в документации на поставку.

При отсутствии в документации на поставку ссылки на конкретный технологический сумматор следует руководствоваться требованиями по умолчанию, представленными в таблице 2.

Таблица 1 — Технологические сумматоры

Технологический код	Технология
HDI	Конструкция содержит слои с высокой плотностью монтажа
VP	Защита переходных отверстий
WBP	Контактные площадки для соединения сваркой

АМС	Активный металлический сердечник
НАМС	Неактивный металлический сердечник
НФ	Наружная теплоотводящая рама
Технологический код	Технология
ЕР	Встроенные пассивные элементы
VIP-C	Контактная площадка с переходным отверстием, заполненным проводящим материалом
V1P-N	Контактная площадка с переходным отверстием, заполненным непроводящим материалом

Таблица 2 — Требования по умолчанию

Категория	выбор стандарта
Класс функционирования	Класс 2
Материал	Стеклоэпоксидный ламинат
Финишное покрытие	Финишное покрытие X по таблице 3
Минимальная толщина фольги	17,0 мкм для всех внутренних и внешних слоев, кроме Типа 1. который должен изыматься с 35.0 мкм
Тип медной фольги	Электроосажденная
Допуск на диаметр отверстия: Металлизированное отверстие под установку компонентов Переходное отверстие Неметаллизированное отверстие	(1) 100 мкм (+) 80 мкм. (-) нет требований {могут быть полностью или частично вставлены} (±) 60 мкм
Категория	Выбор стандарта
Допуск на ширину проводника	Требования класса 2 по 5.7.4 настоящего стандарта
Допустимое расстояние между проводниками	Требования класса 2 по 5.7.5 настоящего стандарта
Толщина диэлектрика	90 мкм минимум
Боковое расстояние от металлического сердечника до металлизированного отверстия	100 мкм минимум по 5.9.4.17 настоящего стандарта
Маркировка	Контрастный цвет, непроводящий по 5.4.4 настоящего стандарта

Паяльная маска	Не используется, если не указана в документации на поставку
Используемая паяльная маска	Класс Т по ГОСТ Р 54849
Покрытие под пайку	Sn63/Pb37
Тест на паяемость	По ГОСТ 23752.1. испытание 14 А
Тест на термоудар	По ГОСТ 23752.1. испытание 19 С
Напряжение при тесте на сопротивление изоляции	По ГОСТ 23752.1, испытание 6 А
Квалификация не указана	По ГОСТ Р 55490

### Материал основания печатной платы

Материал основания печатной платы и ламинаты для изготовления и склеивания слоев много слойной печатной платы, обозначенные числами или буквами, указываются в спецификации, входящей в состав документации на поставку.

### Процессы металлизации

Процесс осаждения меди, который применяется для обеспечения электропроводности в отверстии, обозначается номером следующим образом:

гальваническое осаждение меди только из кислого электролита;

гальваническое осаждение меди только из пирофосфатного электролита;

гальваническое осаждение меди из кислого и/или пирофосфатного электролитов;

химическое осаждение меди (аддитивный процесс);

гальваническое осаждение никеля в качестве подслоя с последующим гальваническим осаждением меди из кислого и/или пирофосфатного электролитов.

### Финишные покрытия

Финишное покрытие может быть выбрано из перечисленных ниже или в виде комбинации нескольких покрытий и зависит от процессов сборки и конечного использования. Если необходимо, то толщину указывают в документации на поставку. В документации могут быть показаны покрытия, не требующие контроля толщины (например, оловянно-свинцовое покрытие или покрытие припоем). Коды финишных покрытий следующие:

S Покрытие припоем

T Электроосажденный сплав олово-свинец, оплавленный X Любой из двух типов S или T

TLU Электроосажденный сплав олово-свинец, иеоллапенный Y Покрытие бессвинцовым припоем

G Гальваническое покрытие золотом для концевых разъемов печатной платы

GS Гальваническое покрытие золотом для площадок, подвергающихся пайке

GWB-1 Гальваническое покрытие золотом для площадок, предназначенных для ультразвуковой сварки

GW6-2 Гальваническое покрытие золотом для площадок, предназначенных для термокомпрессионной сварки

N Никель для концевых разъемов печатной платы

NB Никель как барьер для медно-оловянной диффузии OSP Органическое защитное покрытие

HT OSP Органическое защитное покрытие для высоких температур ENIG  
Химический никель/иммерсионное золото

ENEPIG Химический никель/химический палладий/иммерсионное золото DIG  
Прямое иммерсионное золото

NBEG Никель в качестве барьера/химическое золото IAg Иммерсионное серебро

ISn Иммерсионное олово

C Непокрытая медь

SMOBC Паяльная маска по непокрытой меди

SM Паяльная маска по расплавленному металлу

SM-LPI Жидкая фоточувствительная паяльная маска по расплавленному металлу

SM-DF Пленочная паяльная маска по расплавленному металлу

SM-TM Термически отверждаемая паяльная маска по расплавленному металлу

Y Другое

Технические требования

Общие технические требования

Основные параметры конструкции печатных плат должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 53429.

Печатные платы должны соответствовать требованиям настоящего стандарта в зависимости

от конкретного класса, заданного в документации на поставку, или превышать их.

Печатные платы, поставляемые заказчику, должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 55490.

Технические требования к материалам, применяемым для изготовления жестких печатных плат

Фольгированный базовый материал, прокладочную стеклоткань следует выбирать по ГОСТ 26246.1—ГОСТ 26246.14 или по соответствующим техническим условиям на материал. Материалы типа политетрафторэтилена, фоточувствительные диэлектрики, материалы для встроенных компонентов следует выбирать по техническим условиям на конкретный вид материала.

Документация на поставку должна устанавливать характеристики, относящиеся к диэлектрическим свойствам, проводимости, сопротивлению изоляции. Объем спецификации, тип металлического покрытия и толщина покрытия должны

соответствовать документации на поставку. Если необходимы особые требования, например требования по воспламеняемости для базовых материалов и прокладочной стеклоткани, то необходимо указать эти требования в документации на поставку.

Материалы, используемые для крепления внешних радиаторов или элементов жесткости, или в качестве изолирующего слоя печатной платы, следует указывать в документации на поставку.

В документации на поставку могут быть указаны также другие диэлектрические матери

лы. Использование импортных материалов должно быть оформлено в соответствии с установленными правилами.

Если это необходимо для функционирования печатной платы, на эталонном чертеже следу

ет указывать тип, качество, толщину фольги.

Материалы внутренних и наружных металлических пластин или сердечников следует указы вать на эталонном чертеже и выбирать из перечня, приведенного ниже:

алюминий:

сталь:

•медь:

медь-инвар-медь;

. медь-молибден-медь:

другое (указать в спецификации).

Технические требования к базовой металлизации и проводящим покрытиям

Толщина гальванического, финишного покрытий и электроосажденных покрытий особого типа должна соответствовать требованиям таблицы 3.

Таблица 3 — Требования к гальваническим покрытиям

Код по* крытия	виз финишную покрытия	Толщина	Код маркировки*)
S	Припой на незащищенной меди	Область применения и обеспечение паяемости <sup>2)</sup>	Б0
ы	Бесвиццовый припой на незащищенной меди	Область применения и обеспечение паяемости <sup>2)*</sup>	Б1

T	Электроосажденный сплав олово-свинец (оплавленный)— минимум	Область применения и обеспечение паяемости <sup>2)</sup>	Б3
X	Один из двух типов: S или T	Как указано кодом	Как указано кодом
TLU	Электроосажденный сплав олово-свинец (не- оплавленный) — минимум	8 мкм	Б3
G	Золото для концевых разъемов печатных плат и для областей, не подвергающихся пайке	Классы 1 и 2 0,8 мкм: Класс 3 1.25 мкм	Б4
GS	Золотое электролитическое покрытие для областей, подвергающихся пайке. — максимум <sup>3)</sup>	0.45 мкм	Б4
GWB-1	Золотое электролитическое покрытие для областей, предназначенных для ультразвуковой сварки. — минимум	0.05 мкм	Б4
GWB-1	Электролитический никель как подслой под золото для областей, предназначенных для ультразвуковой сварки. — минимум	3 мкм	Б4
GWB-2	Электролитическое золото для областей, предназначенных для термокомпрессионной сварки. — минимум	Классы 1 и 2 — 0.3 мкм: класс 3 — 0,8 мкм	Б4
GWB-2	Электролитический никель как подслой под золото для областей, предназначенных для термокомпрессионной сварки. — минимум	3.0 мкм	Б4
N	Никель-электролитическое покрытие для концевых разъемов печатных плат — минимум	Класс 1— 2 мкм: Классы 2 и 3 — 2.5 мкм	N/A
NB	Никель-электролитическое покрытие в качестве барьерного слоя <sup>4)</sup> — минимум	1.3 мкм	N/A
OSP	Органическое защитное покрытие	Обеспечение	Б6

		паяемости7*	
HT OSP	Высокотемпературное органическое защитное покрытие	Обеспечение паяемости7*	Б6
ENIG	Химический никель — минимум	3.0 мкм	Б4
	Иммерсионное золото	0.05 мкм5'	Б4
OIG	Прямое иммерсионное золото (паяемая поверхность)	Обеспечение паяемости5'	Б4
Iag	Иммерсионное серебро	Обеспечение паяемости	Б2
Isp	Иммерсионное олово	Обеспечение паяемостиб'	Б3

Код по» крытия	Вид финишного покрытия	Толщине	Код маркировки1'
с	Незащищенная медь	По договоренности между производителем и потре бителем	N/A
ENEPI G	Химический никель — минимум	3.0 мкм	Б4
	Химический палладий — минимум	0.05 мкм	N/A
ENEPI G	Иммерсионное золото — минимум	Область применения и обеспечение паяемости7'	Б4

1'Коды маркировки соответствуют кодам финишных покрытий.

2> Процессы выравнивания покрытия или припоя с использованием горячего воздуха представляют трудности при контроле, а форма контактных площадок оказывает дополнительное влияние на эти процессы, практически невозможно установить минимальную толщину данного покрытия.

Интерметаллическая фаза золота и олова формируется при нормальных условиях пайки, когда процент золота в паяном соединении достигает уровня 3 % — 4 %.

4> Никелевое покрытие, используемое под свинцово-оловянным или покрытием припоем для сред с высокой температурой. действует как барьер для предотвращения образования медно-оловянных соединений.

Толщина иммерсионного золота свыше 0.125 мкм может указывать на повышенный риск нарушения целостности нижнего слоя покрытия из-за чрезмерной коррозии.

См. 5.3.17 настоящего стандарта.

7>См. 5.6.1 настоящего стандарта.

Технические требования к полимерным и непроводящим покрытиям

Если покрытие паяльной маской указано как финишное покрытие, то оно должно удовлетворять требованиям ГОСТ Р 54849.

Состав теплоносителей и флюсов, используемых для нанесения покрытия припоем, должен

обеспечивать очистку и оплавление гальванического покрытия олово-свинец и незащищенной меди, чтобы получить ровное, плотно прилегающее покрытие.

Теплоноситель должен действовать как пере датчик тепла и распределительная среда, чтобы предотвратить повреждение незащищенного базового основания печатной платы.

Применение теплоносителя должно быть согласовано с потребителем.

Маркировочные краски должны быть несмываемыми и соответствовать документации на поставку. Они применяются на печатной плате или на этикетке печатной платы. Если используют проволочные маркировочные краски, то с маркировкой необходимо обращаться как с проводящим элементом печатной платы.

Изоляционный материал, используемый для заполнения отверстий металлических сердечников печатных плат, должен быть согласован между производителем и потребителем.

Толщина и материалы для изготовления теплоотводящих панелей (радиаторов) должны быть такими, как указано в документации на поставку. Отклонения от этого требования должны быть согласованы между производителем и потребителем.

Материалы, используемые для защиты переходных отверстий, должны быть согласованы между производителем и потребителем.

Материалами для встроенных пассивных элементов называют материалы, используемые в процессе получения функциональных компонентов, таких как конденсатор, резистор и/или индуктивность, которые могут быть использованы вместе с основными материалами для производства печатных плат. Они включают в себя диэлектрические материалы, резистивные металлические фольги, электроосажденные резисторы, проводящие пасты, защитные материалы и т. д. Материалы для встроенных пассивных элементов должны применяться по согласованию между производителем и потребителем.

Технические требования к внешнему виду печатных плат

Внешний вид готовых печатных плат должен соответствовать требованиям настоящего стандарта.

Готовые печатные платы должны быть одинаковыми по качеству без внешних признаков загряз-

нения. инородных примесей, масла, отпечатков пальцев, размазывания олово/свинца или припоя на поверхность диэлектрика, остатков флюса и других загрязнителей, которые влияют на срок службы, качество сборки и удобство в обслуживании.

Печатные платы не должны содержать дефекты, недопустимые в соответствии с настоящим стандартом. Не должно быть никаких признаков разделения или отслоения металлизированных покрытий от поверхности проводящего образца или проводника от базового материала, если это не разрешено. На поверхности печатной платы не должно быть никаких отколовшихся гальванических покрытий.

Трещины по краям печатной платы, по краям пазов и неметаллизированных отверстий являются допустимыми, если их размер не превышает 50 % расстояния от края до ближайшего проводника или 2.5 мм. в зависимости от того, что меньше. Расстояние между распространением ореола и ближайшим проводником должно быть не меньше минимального расстояния между проводниками или

100 мкм. в зависимости от того, что меньше, если не указано иное. Края должны быть ровными, без металлических заусенцев. Неметаллические заусенцы допустимы, если они плотные и не влияют на монтаж изделия и его функционирование.

Дефекты основания печатной платы включают в себя как внешние, так и внутренние харак теристики. наблюдаемые визуально на поверхности:

точечная пятнистость;

микротрещины;

расслаивание и вздутие.

инородные включения;

обнажение стеклоткани;

разрушенные волокна;

царапины, вмятины, следы от инструмента;

пустоты в поверхности;

«розовое кольцо».

Точечная пятнистость является приемлемой для печатных плат классов 1. 2. 3.

Область точечной пятнистости в слоистых основаниях печатной платы, превышающая 50 % расстояния между отдельными проводниками, является производственным признаком, указывающим на изменения в материале, работе оборудования, качестве изделия или процесса, и не является дефектом.

Примечание — Точечная пятнистость — состояние слоистого диэлектрика, которое не увеличивается при термической нагрузке и не признано катализатором роста анднопроводящих волокон (CAF).

Микротрещины допустимы для всех классов печатных плат при условии, что они не сокращают расстояния между проводниками ниже минимального значения и не увеличиваются в результате термического тестирования, которое воспроизводит будущий процесс сборки. Для классов 2 и 3 длина микротрещин не должна превышать 50 % расстояния между смежными проводниками.

Расслаивание — состояние слоистого диэлектрика, которое может ухудшаться при термической нагрузке и может служить катализатором для роста анодно-проводящих волокон.

Расслаивание и вздутие допустимы для всех классов печатных плат в случае, если область, затронутая этим дефектом, составляет не более 1 % площади печатной платы с обеих сторон и не снижает расстояния между проводниками ниже минимально допустимого. Не должно быть увеличения дефекта в результате термического тестирования, которое воспроизводит будущий процесс сборки. Для классов 2 и 3 вздутия или расслаивания не должны превышать 25 % расстояния между соседними проводниками.

Полупрозрачные частицы, попавшие в состав основания печатной платы, являются допустимыми. Другие частицы могут быть приемлемы лишь в том случае, если частица не уменьшает расстояние между смежными проводниками ниже минимально допустимого.

Обнажение стеклоткани на печатной плате является недопустимым для класса 3.

Обнажение стеклоткани допустимо для классов 1 и 2, если этот дефект не уменьшает расстояние между проводниками меньше минимально допустимого (за исключением

области с обнаженной стеклотканью).

Обнаженные или разрушенные волокна являются допустимыми для всех классов при условии, что этот дефект не приводит к перемычкам между проводниками и не уменьшает расстояние между проводниками меньше минимально допустимого.

Царапины, вмятины и следы от инструмента допустимы при условии, что они не приводят к перемычкам между проводниками и не обнажают или не разрушают волокна больше, чем указано в

5.5.3.6. а также не уменьшают диэлектрический зазор ниже минимального значения.

Пустоты в поверхности допустимы при условии, если они не превышают 0.8 мм на самом длинном из размеров, не соединяют проводники перемычкой и не превышают 5 % всей площади печатной платы с одной ее стороны.

Нет данных о том, что а розовое кольцо» влияет на функциональность изделия. Наличие

«розового кольца» может указывать на изменения в процессе или конструкции устройства, но не является причиной для отбраковки печатной платы. Основное внимание необходимо уделить качеству соединения слоев.

Если в документации на поставку не указано иное, то максимальный изгиб и скручивание печатной платы должны составлять 0,75 % для печатных плат, использующих компоненты поверхностного монтажа, и 1.5 % для всех прочих печатных плат. Изгиб, скручивание или любое их сочетание должны определяться физическим измерением по пункту 5.3.9 ГОСТ Р 55744.

Пустоты в электроосажденных покрытиях отверстий не должны превышать значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 — Пустоты в покрытии отверстий

Материал»»	Класс 1	Класс 2	Класс 3
МвДБ1'	Допустимы три пустоты на каждое отверстие, но не более чем в 10 % отверстий	Допустима одна пустота на каждое отверстие, но не более чем в 5 % отверстий	Недопустимы
Финишное покрытие2*	Допустимы пять пустот на каждое отверстие, но не более чем в 15 % отверстий	Допустимы три пустоты на каждое отверстие, но не более чем в 5 % отверстий	Допустима одна пустота на каждое отверстие, но не более чем в 5 % отверстий

Пустоты в покрытии медью для печатных плат класса 2 не должны превышать 5 % длины отверстия, для печатных плат класса 1 — 10 % длины отверстия. Кольцевые пустоты не должны превышать 90° окружности.

Пустоты в финишном покрытии для печатных плат классов 2 и 3 не должны

превышать 5 % длины отверстия, для печатных плат класса 1 —10 % длины отверстия. Кольцевые пустоты не должны превышать 90° окружности для классов 1. 2. 3.

При визуальном контроле на поставляемых печатных платах не должно быть отслоившихся контактных площадок.

Адгезия гальванических покрытий определяется в соответствии с пунктом 5.3.6 ГОСТ Р 55744 с использованием липкой ленты, наносимой и удаляемой с приложением ручной силы перпендикулярно образцу платы. Не должно быть никаких признаков того, что какая-либо часть защитного электролитического покрытия или фольги удалена с образца платы, на что показывают частицы покрытия или фольги образца, находящиеся на ленте. Если нависающий металл (в результате разрастания) отламывается и прилипает к ленте, это является признаком разрастания, но не дефекта адгезии гальванических покрытий.

Ширина полосок открытой гальванической меди между припоем и покрытием золотом на концевом печатном контакте должна отвечать требованиям таблицы 8.

Таблицав — Ширина полосок открытой гальванической меди на границе с покрытием золотом

Класс	Максимальный открытый медный зазор, мм	Максимальное перекрытие золотой. МЫ
1	2.5	2.5
2	1.25	1.25
3	0.8	0.8

Каждая отдельная плата, каждая квалификационная плата и каждый комплект тестовых плат для проверки качества (в отличие от каждого отдельного тест-купона) должны маркироваться в соответствии с документацией на поставку с указанием кода, даты и идентификатора производителя (логотип и др.).

Маркировку следует выполнять по той же технологии, что используется при изготовлении проводящего рисунка, или путем использования краски, обладающей противогрибковым действием, лазерной маркировки или маркировки вибрирующим стилусом по металлической области, предназначенной для маркировок, или на постоянной прикрепленной этикетке. Проводящие маркировочные элементы, травленая медь или проводящие краски должны считаться электрическими элементами схемы и не должны уменьшать расстояние между проводниками. Вся маркировка должна быть совместима с материалами и компонентами, выдерживать

все тестовые испытания и не должна влиять на работу печатной платы. Маркировка не должна покрывать области, предназначенные для пайки. В дополнение к маркировке разрешается использование штрихкода.

#### Технические требования к паяемости печатных плат

Печатные платы, которые нуждаются в пайке при последующей операции сборки, требуют проведения теста на паяемость. Печатные платы, которые не нуждаются в пайке, не требуют теста на паяемость. и это должно быть указано на эталонном чертеже, как в случае использования компонентов, монтируемых методом запрессовки. Печатные платы, предназначенные только для поверхностного монтажа, не требуют теста на паяемость сквозных металлизированных отверстий. Если требуется документация на поставку, ускоренное кондиционирование для определения срока службы покрытия должно соответствовать ГОСТ 23752.1, испытание 18. Категория срока службы должна определяться эталонным чертежом, однако, если она не указана, принимают категорию 2. Если требуется, то тест-купоны или готовые печатные платы, которые нужно протестировать, следует испытывать и оценивать относительно паяемости поверхности и сквозных металлизированных отверстий по пункту 5.4.2 ГОСТ Р 55744.

Когда требуется тест на паяемость, следует обратить внимание на толщину печатной платы и меди. По мере их увеличения пропорционально будет увеличиваться время для надлежащего смачивания сторон сквозных металлизированных отверстий и поверхности контактных площадок.

Для оловянных, оплавленных свинцово-оловянных покрытий или покрытий припоем допустимо десмачивание на проводниках, слоях заземления и питания, на контактных площадках для паяемых соединений в указанной ниже степени:

- проводники и слои — разрешено для всех классов;

\* области соединения припоем — для класса 1 не более 15 %, для классов 2 и 3 — не более 5 %.

Для оловянных, оплавленных свинцово-оловянных покрытий или покрытий припоем недопустимо несмачивание на любых проводящих поверхностях, где будет требоваться соединение пайкой.

Финишное покрытие должно соответствовать требованиям по паяемости.

#### Технические требования к размерам

##### Требования к размерам печатной платы

Контроль размеров следует проводить согласно требованиям настоящего стандарта, если производитель и потребитель не договорятся иначе.

Все размеры печатной платы, такие как (но не только они) наружные размеры платы, толщина, размеры вырезов, лазов, канавок, отверстий, перфорированных выемок и концевых контактов печатной платы с соединительным ключом, должны соответствовать указаниям в документации на поставку. Однако в случае если предельно допустимые значения размеров не указаны в документации на поставку, следует применять значения, подходящие для серии печатных плат аналогичной конструкции. Размеры печатных плат с основными или двусторонними допусками,

как определено в документации на поставку, должны проходить контроль согласно классификации допустимого уровня качества в соответствии с ГОСТ Р 55490.

Допускается применение автоматического оптического контроля.

Сертификация процесса поставщиком в целях уменьшения контроля допускается при условии, что метод документирован и демонстрирует соответствие указанным требованиям. Производитель может представить сертификат соответствия, основанный на его плане выборочного контроля, который включает в себя набор данных о процессе производства и систему регистрации. В случае если у производителя нет системы сертификации производственного процесса, для образца продукции следует использовать уровни допустимого контроля качества.

Размер отверстий, соответствие шаблону

Допуск на размер отверстий и точность соответствия шаблону должны быть такими, как указано в документации на поставку.

Окончательные размеры отверстий следует проверять на выборочной основе по всем типоразмерам отверстий, применяемым в данной конструкции. Число отверстий на один размер определяет производитель для адекватного отображения числа отверстий в каждом типоразмере.

Только отверстия со специфическими параметрами, включая как металлизированные, так и неметаллизированные, должны подвергаться контролю на точность соответствия образцу отверстия. Если кв требует эталонный чертеж, точность соответствия образцу для других отверстий, таких как сквозные металлизированные отверстия или переходные отверстия, не нуждается в проверке, поскольку эти отверстия изготовлены согласно базе данных и контролируются на соответствие требованиям к гарантийному пояску контактной площадки.

Узелки или грубое металлическое покрытие в сквозных металлизированных отверстиях не должны сокращать диаметр отверстия ниже минимального уровня, определенного в документе на поставку.

Требования устойчивости к воздействию термического удара, конструктивная целостность после воздействия термического удара

Тест-купоны (или готовые печатные платы) должны подвергаться термическому удару при использовании одного из методов согласно ГОСТ 23752.1. испытание 19: термическая нагрузка при режиме оплавления — 230 °С;

- термическая нагрузка при режиме оплавления — 260 °С.

Устойчивость печатных плат к термическому удару проверяют путем оценки тест-купонов. Применение для этой цели печатных плат должно подлежать согласованию между потребителем и поставщиком. Отбираемые участки печатных плат должны содержать отверстия и покрытие меди с характерными свойствами, чтобы можно было получить оценку всех критериев. Образцы для микрошлифов, отобранные из готовых печатных плат, следует вырезать из противоположных углов заготовки, и они должны иметь минимум по три отверстия. Готовые печатные платы и все тест-купоны, участвующие в тестировании на соответствие качеству и содержащие сквозные металлизированные отверстия, должны соответствовать требованиям

настоящего подраздела. Конструктивная целостность должна использоваться для оценки тест-купонов или готовых печатных плат от типа 2 до типа 6 путем оценки микрошлифов. Характеристики, неприменимые к печатным платам типа 2 (например, требования для межслойного разделения, межслойных включений и внутренние дефекты фольги), не оцениваются. В этом разделе также определены такие измерения параметров, которые возможны лишь с помощью микрошлифа.

Глухие отверстия и внутренние переходы должны соответствовать требованиям к сквозным металлизированным отверстиям.

Отклонения от указанных требований должны быть согласованы между производителем и потребителем.

После термической нагрузки тест купоны или печатные платы должны подвергаться проверке по микрошлифам. Микрошлифы должны изготавливаться по ГОСТ Р 55744.

Все виды сквозных металлизированных отверстий и переходных отверстий, включая глухие и внутренние, имеющих на готовой печатной плате, следует проверять в вертикальном поперечном сечении согласно таблице 19. Точность шлифовки и полировки в процессе изготовления микрошлифа должна быть такой, чтобы обеспечить видимость каждого сквозного металлизированного отверстия. Сквозные металлизированные отверстия следует проверять на целостность фольги и металлизированного покрытия при увеличении 100х 15 %. Проверки при арбитраже следует проводить при увеличении 200х 15 %. Каждую сторону отверстия следует проверять независимо. Проверку толщины диэлектрического основания, толщины фольги, толщины металлизированного покрытия, точности совмещения пакета слоев многослойной печатной платы, пустот в диэлектрическом основании и в металлизированном покрытии и т. д. следует проводить при указанных выше увеличениях. Для фольги толщиной менее 12 мкм могут потребоваться увеличение 200х и увеличение при арбитраже в 400х—500х. чтобы подтвердить соответствие минимальным требованиям к толщине.

Примечание — Альтернативные методы, используемые для дополнительной оценки микрошлифа, подлежат согласованию между производителем и потребителем.

При проведении испытаний с помощью микрошлифов качество металлизированных отверстий на тест-купонах или печатных платах должно соответствовать требованиям таблицы 10.

Целостность гальванического покрытия в сквозных металлизированных отверстиях должна соответствовать требованиям, изложенным в таблице 10. Для печатных плат классов 2 и 3 не должно быть отделения слоев покрытия, за исключением случаев, оговоренных в таблице 10. а также никаких трещин в покрытии.

Металлический сердечник или теплоотводящие пластины, когда их используют в качестве функционирующей электрической схемы, должны отвечать вышеизложенным требованиям, но созданные из разнородных металлов могут иметь небольшие пятна или ямки на их соединении с металлизированным покрытием стенки отверстия. Эти области с загрязнением или включениями не должны превышать

50 % с каждой стороны межсоединения, а также возникать на внешней стороне медного покрытия металлического сердечника и металлизированного покрытия в стенке отверстия при контроле с применением микрошлифов.

Толщина медного покрытия ниже указанной для наименьшего значения в таблицах 4—6 должна квалифицироваться как пустота. Печатные платы класса 1 должны соответствовать нормам пустот в покрытии, установленным в таблице 7. Для изделий классов 2 и 3 не должно быть более одной пустоты на тест-купоне или готовой печатной плате, и они должны соответствовать следующим критериям:

а) не должно быть более одной пустоты на тест-купон или готовую печатную плату независимо от ее длины или размера:

б) не должно быть пустот более чем на 5 % всей толщины печатной платы:

в) не должно быть видно пустот на границе внутреннего проводящего слоя и стенки сквозного металлизированного отверстия;

г) пустоты по окружности более чем на 90° не допускаются.

Если во время контроля микрошлифа выявляется пустота, которая отвечает вышеназванным критериям, надо заменить образец, используя образцы из той же партии, чтобы определить, является ли дефект случайным. Если дополнительные тест-купоны или готовые печатные платы не имеют пустот в металлизированном покрытии, продукция, которую представляет тест-купон или готовые печатные платы, считается годной. Однако если пустота в покрытии присутствует на микрошлифе другого образца, продукция должна считаться не соответствующей требованиям.

Таблицу — Качество металлизированных отверстий после термической нагрузки

Свойство	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Пустоты в медном покрытии	Допускаются три пустоты на отверстие. Пустоты на том же осевом разрезе не допускаются. Ни одна пустота не должна превышать 5 % толщины печатной платы. Не допускаются пустоты по окружности более 90°	Допускается одна пустота на деталь при условии, что соблюдаются прочие критерии для микрошлифа по 5.9.4.3 настоящего стандарта. Ни одна пустота не должна превышать 5 % толщины печатной платы. Не допускаются пустоты по окружности более 90°	
Складки и включения в металлизацию	Должна соблюдаться минимальная толщина меди, указанная в таблицах 4, 5.		

	6. При позитивном под травли за нии измерения следует проводить от диэлек трика. Когда проявляются негативные результаты лодтравливания е медном покрытии, толщина меди должна соответствовать минимальным требованиям при измерении с внешней стороны внутреннего слоя. Пределы допустимости негативного подтраалиаания должны соответствовать 5.9.4 9 настоящего стан дарта. Для оценки образец должен быть подвергнут микротравлению		
Заусенцы и наросты	Допускаются, если соблюдается минимальный диаметр отверстия		
Выступление стекловолокна	Допускается		
Свойство	Класс 1	Клвсс 2	Клвсс 3
«Затекаже» (медное покрытие)	125 мкм максимум	100 мкм максимум	80 мкм максимум
Внутрисловные включения (включения между площадка ми внутренних слоев и сквоз ной металлизацией отверстий)	Допускаются готько с одной стороны стенки отверстия в месте каж дой площадки не более чем на 20 % каждой име ющейся площадки	Не допускаются	
Трещины е фольге внутренне го слоя 1 }	Трещины типа «С» до пускаются только с од ной стороны отверстия при условии, что они не распространяются через всю толщу фольги	Не допускаются	
Отделения по вертикальному краю	Допускаются на изгибах, шах	Допускаются при условии, что они не распространя ются за	

наружных площадок	длина 130 мм	пределы вертикального края медной фольги
Отделение гальванического покрытия	На допускается	
Отделение диэлектрической стенки отверстия/металлизованной втулки	Допускается при условии, что соблюдаются требования по размерам и металлизации	
Приподнятые площадки после термической нагрузки или имитации ремонта	Допускаются при условии, что готовые печатные платы визуально соответствуют критериям 5.5.6	
Примечание — Разлом А — трещина в наружной фольге. Разлом В — трещина, которая не полностью разрывает гальваническое покрытие (остается минимальное покрытие). Разлом С — трещина в фольге внутреннею слоя. Разлом D — трещина в наружной фольге и полный разрыв фольги и гальванического покрытия. Разлом Е — трещина в металлизированной втулке. Разлом F — угловая трещина только в гальваническом покрытии.		

Для продукции классов 2 и 3 в зоне В (рисунок 6) кв должно быть пустот в диэлектрическом основании размером больше, чем 80 мкм. Для продукции класса 1 пустоты, допустимые в зоне 8, не должны превышать 150 мкм. Пустоты в пограничной линии, которые перекрывают зоны А и В или полностью находятся в зоне 6, не должны превышать 80 мкм для продукции классов 2 или 3, и 150 мкм для продукции класса 1. Многочисленные пустоты между двумя находящимися рядом сквозными металлизированными отверстиями в одной плоскости в сумме по длине не должны превышать указанных значений. Пустоты между двумя отдельными проводниками в горизонтальном или вертикальном направлении не должны уменьшать минимально допустимое расстояние между проводниками.

Трещины в диэлектрическом основании допустимы при условии, что трещины между двумя отдельными проводниками в горизонтальном или вертикальном направлении не уменьшают минимально допустимое расстояние между проводниками и проводящими слоями. Пустоты в пограничной линии, которые перекрывают зоны А и В или полностью находятся в зоне В, не должны превышать 80 мкм для продукции классов 2 или 3 и 150 мкм — для продукции класса 1. Многочисленные трещины между двумя находящимися рядом сквозными металлизированными отверстиями в одной плоскости в сумме по длине не должны превышать указанных выше значений. Дефекты, видимые на типовых микрошлифах, представлены на рисунке 6.

Для классов 2 и 3 не должно быть никаких признаков расслаивания или вздутия. Для класса 1, если присутствует расслаивание или вздутие, необходимо провести контроль всей печатной платы на соответствие 5.5.4.3.

Если указано на чертеже, печатные платы следует подвергать подтравливанию для уда

ления смолы и/или стекловолокна на стенках просверленных отверстий до нанесения металлизации. Травление диэлектрика должно быть на глубину от 5 до 80 мкм. с предпочтительной глубиной 13 мкм. как показано на рисунке 7. «Затенение» допускается на одной стороне каждой площадки. Когда в документации травление диэлектрика не указано, но производитель печатных плат решает его использовать, он должен продемонстрировать умение осуществлять его, предоставив квалификационные тест-купоны или готовые печатные платы.

Обеспечение гарантий качества печатных плат

Общие условия

Общие условия обеспечения гарантий качества печатных плат изложены в ГОСТ Р 55490. Специфические требования для жестких печатных плат, содержащиеся в данном стандарте, включают в себя квалификационное тестирование, приемочные испытания и частоту тестирования на соответствующее качество. Для конкретной партии печатных плат условия обеспечения гарантии качества могут быть приведены в частных технических условиях.

Квалификация печатных плат должна подлежать согласованию между потребителем и поставщиком в соответствии с ГОСТ Р 55490. Квалификация может состоять из оценок анализа производства в соответствии с ГОСТ Р 53432, образцов заготовок, образцов готовой продукции или тест-купонов, которые проводят теми же методами и на том же оборудовании, что и готовые печатные платы. Квалификация должна включать в себя тесты по таблицам 18 и 19. Квалификация по договоренности между производителем и потребителем может состоять из документации, которую поставщик предоставил другим пользователям, или для других технических условий.

Для квалификации или для контроля в процессе обработки допускается использовать образцы тест-купонов, эталонные чертежи, базы данных или фотошаблоны.

В таблице 17 представлен перечень тест-купонов, используемых для оценки квалификации и производства. Описание тест-купонов, применяемых для контроля параметров печатных плат, представлено в приложении В.

Таблица 17 — Квалификационные тест-купоны

Тест	Тип 1	Типы 2,3,6	Типы 4, 6	Печатная плата <sup>51</sup>
Визуальный <sup>1*</sup>	Все	Все	Все	Да
Паяемость: поверхности <sup>1)</sup>	M2, M5			

отверстия1)	—	— S1. S6	— S1.S6	— —
Размеры’*	Все	Все	Все	Да
Физический: адгезия гальванического покрытия1) предел прочности на отрыв	N1.N4. N5 A2. AЭ.A6	N1. N4. N5 —	N1.N4. N5 —	— —
Целостность конструкции: Сквозные металлизированные огвер- стия до нагрузки Дополнительные измерения	— —	A1.A4.A5 Тоже	Требование конструкции Тоже	— —
Сквозные металлизированные огвер- стия после нагрузки: Термическая нагрузка Горизонтальный микрошлиф {метал. сердечник)	— —	A1.A4.A5 B4.B5	Требование конструкции A1.B4. B5	— —
Электрические требования: Электрическая прочность диэлектрика Электрическая целостность цепи Сопротивление изоляции	E1.E4. E5 D1.D4. 05 E2. E3. E6	E1. E4, E5 D1.04. 05 E2. E3. E6	E4. E5 Требование конструкции E3. E6	— — —
Климатические требования: Термический удар Чистота поверхности t В лажное гь/сопротиеление изоляции	D2. 03. 0б — E1. E4. E5	02. 03. 0б — E1. E4. E5	Требование конструкции — E1. E4. E5	— Да —
Специальные требования2*: удаление газов органические загрязнения	— —	— —	— —	Да Да

грибкообразование				
вибрация	—	—	—	Да
механический удар	—	—	—	Да
импеданс	—	—	—	—
термическое расширение	—	Н1. Н2. Н3	—	Да

)) Не зависит от технологии.

2) Требование наличия дополнительного тест-кулона — по договоренности между производителем и потребителем.

э) «Да» в графе «Печатная плата» означает, что соответствующий тест должен проводиться на всей печатной плате, а не на отдельных тест-кулонах.