ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 53432— 2025

ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ

Общие требования к технологии производства

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Авангард-ТехСт» (ООО «Авангард-ТехСт»), Открытым акционерным обществом «Авангард» (ОАО «Авангард») и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 420 «Базовые несущие конструкции, печатные платы, сборка и монтаж электронных модулей»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2025 г. № 1772-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 53432—2009

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Основные положения 3
5 Требования к технологическим процессам производства печатных плат 4
6 Требования к типовым технологическим операциям производства печатных плат 5
7 Требования к материалам 17
8 Общие требования безопасности 17
9 Требования в области охраны природы 18
Приложение А (рекомендуемое) Критерии качества выполнения операции 20
Приложение Б (рекомендуемое) Примеры схем изготовления печатных плат 22
Приложение В (рекомендуемое) Методика определения пластичности (относительного удлинения) медных осадков 32
Приложение Г (рекомендуемое) Перечень отходов при производстве печатных плат 33
Библиография 34

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ

Общие требования к технологии производства

Printed circuit boards.
General technical requirements for production technology

Дата введения — 2026—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие технические требования к производству односторонних, двусторонних и многослойных печатных плат на жестком, гибком и гибко-жестком основаниях, а также требования к типовым технологическим процессам (операциям) для их производства.

Стандарт распространяется на организации и предприятия на территории Российской Федерации, использующие технологии производства печатных плат, специализированные для создания радиоэлектронных средств.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 3.1118 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт

ГОСТ 3.1121 Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции)

ГОСТ 9.303 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору

ГОСТ 9.305 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий

ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.012 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.002 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.011 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 2789 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 11701 Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент

ГОСТ 17433 Промышленная чистота. Сжатый воздух. Классы загрязненности

ГОСТ 23662 Платы печатные. Получение заготовок, фиксирующих и технологических отверстий. Требования к типовым технологическим процессам

Издание официальное

ГОСТ 23663 Платы печатные. Механическая зачистка поверхности. Требования к типовому технологическому процессу

ГОСТ 23664 Платы печатные. Получение монтажных и подлежащих металлизации отверстий. Требования к типовым технологическим процессам

ГОСТ 23665 Платы печатные. Обработка контура. Требования к типовым технологическим процессам

ГОСТ 23752.1 (МЭК 326-2—90) Платы печатные. Методы испытаний

ГОСТ 27716 Фотошаблоны печатных плат. Общие технические условия

ГОСТ Р ИСО 14001 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению

ГОСТ Р ИСО 14644-1 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц

ГОСТ Р 51232 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества

ГОСТ Р 51341 Безопасность машин. Эргономические требования по конструированию средств отображения информации и органов управления. Часть 2. Средства отображения информации

ГОСТ Р 52003 Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств. Термины и определения

ГОСТ Р 53386 Платы печатные. Термины и определения

ГОСТ Р 53429 Платы печатные. Основные параметры конструкции

ГОСТ Р 55490 Платы печатные. Общие технические требования к изготовлению и приемке

ГОСТ Р 56251 Платы печатные. Классификация дефектов

ГОСТ Р 58577 Правила установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ проектируемыми и действующими хозяйствующими субъектами и методы определения этих нормативов

ГОСТ Р 59681 Сборка и монтаж электронных модулей. Припои, флюсы для пайки, припойные пасты. Марки, состав, свойства и область применения

ГОСТ Р МЭК 61191-1 Печатные узлы. Часть 1. Поверхностный монтаж и связанные с ним технологии. Общие технические требования

ГОСТ Р 72069 Платы печатные. Общие технические условия

ГОСТ Р 72362 Охрана окружающей среды. Классификация загрязняющих веществ в выбросах в атмосферный воздух при производстве радиоэлектронных средств

ГОСТ Р 72363 Охрана окружающей среды. Классификация загрязняющих веществ в сточных водах при производстве радиоэлектронных средств

ГОСТ Р 72364 Охрана окружающей среды. Общие требования к методам регенерации и утилизации отработанных растворов от производства металлических и неметаллических неорганических покрытий и печатных плат

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 52003 и ГОСТ Р 53386, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **предельно допустимая концентрация:** Максимальная концентрация вещества в воде, в которой вещество при ежедневном поступлении в организм в течение всей жизни не оказывает прямого или опосредованного влияния на здоровье отдельного человека и населения в настоящем и последующих поколениях, а также не ухудшает гигиенические условия водопользования.

3.1.2 **предельно допустимая концентрация веществ в воде:** Концентрация веществ в воде, выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования.

3.1.3 **предельно допустимый выброс:** Норматив предельно допустимого выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фонового загрязнения атмосферного воздуха как максимальный выброс (данного источника), не приводящий к нарушению гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы, других национальных экологических нормативов.

3.1.4 **специальное технологическое оборудование:** Средства производства изделий, требующих применения специфических технологических процессов (операций) при производстве радиоэлектронных средств.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ДПП — двусторонняя печатная плата;
ЕСТД — единая система технологической документации;
КД — конструкторская документация;
КПК — концевые печатные контакты;
МПП — многослойная печатная плата;
ОЗП — органическое защитное покрытие;
ОПП — односторонняя печатная плата;
ПВХ — поливинилхлорид;
ПДВ — предельно допустимый выброс;
ПДК — предельно допустимая концентрация;
ПП — печатная плата;
РЭС — радиоэлектронное средство;
РЭУ — радиоэлектронное устройство;
СПФ — сухой пленочный фоторезист;
СТО — специальное технологическое оборудование;
ТО — технологические операции;
ТП — технологические процессы;
ТУ — технические условия.

4 Основные положения

4.1 Основные требования к технологии производства ПП должны соответствовать ГОСТ Р 72069, [1] и КД на ПП.

4.2 Требования настоящего стандарта не распространяются на технологии производства ПП, связанные с установкой компонентов на ПП в процессе производства РЭУ, для которых эти ПП предназначены.

4.3 Общие требования к качеству и гарантиям надежности ПП, а также правила поставки ПП потребителю при их приемке должны соответствовать ГОСТ Р 55490.

4.4 При контроле качества ПП необходимо учитывать предпочтительные, допустимые и недопустимые характеристики ПП, установленные ГОСТ Р 56251.

4.5 При применении требований к технологии производства по настоящему стандарту для конкретных типов ПП допускается применение дополнительных требований к технологии, в том числе к методам производства ПП, не противоречащим требованиям настоящего стандарта, в соответствии с КД на ПП.

4.6 Требования к установлению классов точности ПП — по ГОСТ Р 53429, контроль установленных классов точности ПП в процессе производства — по ГОСТ Р 72069.

4.7 При применении технических требований к производству ПП по настоящему стандарту следует учитывать классы назначения печатных узлов по ГОСТ Р МЭК 61191-1:

- класс А: электронные изделия общего применения;
- класс В: специализированная электронная аппаратура;
- класс С: электронная аппаратура ответственного назначения.

4.8 СТО, средства контроля и измерений, применяемые при обработке растворов, должны иметь технический паспорт или заменяющий его документ, а также полный комплект эксплуатационной документации.

4.9 Конструкция применяемого СТО должна предусматривать устройства, обеспечивающие отсутствие утечки в окружающее пространство, в том числе и через вентиляционные устройства, вредных веществ с концентрацией, превышающей ПДК веществ в атмосферном воздухе.

4.10 В производственных помещениях для изготовления ПП в зависимости от класса точности изготавливаемых плат следует обеспечить параметры технологического климата в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Параметры технологического климата

<table>
<tr><th rowspan="2">Наименование производственного помещения</th><th colspan="2">Класс чистоты помещения по ГОСТ Р ИСО 14644-1</th><th colspan="2">Температурный режим, °С</th><th rowspan="2">Относительная влажность, %</th></tr>
<tr><th>1-й — 4-й классы точности ПП</th><th>5-й — 7-й классы точности ПП</th><th>1-й — 4-й классы точности ПП</th><th>5-й — 7-й классы точности ПП</th></tr>
<tr><td>Участок изготовления фотошаблонов</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">19—23</td><td rowspan="2">20—22</td><td rowspan="2">45—55</td></tr>
<tr><td>Участок фотолитографии и трафаретной печати</td></tr>
<tr><td>Участок сверления и фрезерования</td><td colspan="2" rowspan="3">8</td><td>18—24</td><td>19—23</td><td rowspan="3">40—75</td></tr>
<tr><td>Химико-гальванический участок</td><td colspan="2" rowspan="3">16—26</td></tr>
<tr><td>Участок химических процессов</td></tr>
<tr><td>Участок прессования</td><td>7</td><td>6</td><td>45—55</td></tr>
<tr><td>Участок горячего лужения и оплавления</td><td colspan="2">8</td><td>40—75</td></tr>
<tr><td colspan="6">Примечание — В случае использования СТО с повышенными требованиями к технологическому климату параметры технологического климата должны соответствовать эксплуатационной документации на СТО.</td></tr>
</table>

4.11 Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005.

4.12 Предприятие должно разработать, внедрить, документировать, поддерживать и последовательно улучшать систему экологического менеджмента в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14001.

4.13 Для оценки качества ПП в процессе производства используют критерии качества выполнения операций, входящих в состав соответствующего ТП, указанные в приложении А.

4.14 Отработанные растворы от производства ПП должны быть регенерированы, утилизированы с извлечением ценных компонентов либо обезврежены.

4.15 После утилизации или обезвреживания отработанные растворы должны быть направлены на очистные сооружения для дальнейшей обработки в составе соответствующих потоков или самостоятельно.

5 Требования к технологическим процессам производства печатных плат

5.1 Технология и конкретные методы, применяемые предприятиями для производства ПП, реализуют в виде комплектов технологической документации, разрабатываемой в соответствии с требованиями ЕСТД, в том числе в виде ТП, соответствующих требованиям ГОСТ 3.1118 и ГОСТ 3.1121.

5.2 Для оптимального сокращения разнообразия ТП и приведения к единообразию в производстве различных видов ПП в настоящем стандарте рассматривается базовый комплект типовых технологий (ТП и ТО) производства ПП, широко применяемых на предприятиях при производстве РЭС.

5.3 Базовый комплект типовых ТО, на основании которых определяется состав типовых ТП производства различных видов ПП, включает в себя следующие операции:

- получение заготовок;
- получение отверстий;
- термостабилизация заготовок;
- подготовка поверхности;
- получение рисунка методом фотопечати;
- получение рисунка методом сеткографии;
- травление меди;
- травление олова;
- прессование МПП;
- подготовка отверстий МПП перед металлизацией;
- предварительное меднение;
- прямая металлизация;
- основное меднение;
- нанесение защитных и финишных покрытий (таких как: олово или сплав олово — свинец, никель — серебро, химический никель — иммерсионное золото, ОЗП);
- нанесение токопроводящих паст;
- оплавление сплава олово — свинец;
- лужение;
- получение защитной маски методом фотопечати;
- получение защитной маски методом сеткографии;
- обрезка контура;
- маркирование;
- консервация;
- упаковка.

5.4 Требования к указанным типовым ТО приведены в разделе 6.

Примечание — Состав типовых ТО и требований к ним может уточняться при применении предприятиями методов технологии производства ПП с операциями, отличающимися от указанных в 5.3 и разделе 6, при условии соблюдения требований ГОСТ Р 72069 и КД на ПП.

5.5 Примеры рекомендуемых схем изготовления ПП с использованием типовых ТО, указанных в 5.3, на основе которых разрабатывают необходимые ТП, приведены в приложении Б.

6 Требования к типовым технологическим операциям производства печатных плат

6.1 Требования к получению заготовок, получению отверстий, обработке контура

6.1.1 Получение заготовок фиксирующих и технологических отверстий ПП выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 23662.

6.1.2 Механическую зачистку поверхности ПП выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 23663.

6.1.3 Получение монтажных и подлежащих металлизации отверстий выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 23664.

6.1.4 Обработку контура ПП выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 23665.

6.2 Требования к термостабилизации заготовок

6.2.1 Термостабилизацию проводят для заготовок внутренних слоев МПП и осуществляют путем выдержки стопы заготовок в печи с циклическим изменением температуры в течение трех циклов с соблюдением следующих условий:

- изменение температуры в пределах от (20 ± 5) °С на первом цикле или (50 ± 5) °С на втором и третьем циклах до (150 ± 5) °С;
- подъем и снижение температуры осуществляют с ориентировочной скоростью от 1 °С/мин до 2 °С/мин;
- время выдержки при максимальной температуре — от 15 до 20 мин;
- выгрузку заготовок из печи производят не ранее, чем через 30 мин после отключения печи.

6.2.2 Заготовки, выгруженные из печи, выдерживают при температуре от 15 °С до 30 °С в течение не менее 15 ч.

6.2.3 После термостабилизации на поверхности заготовок не должно быть пузырей и отслаивания фольги.

6.3 Требования к подготовке поверхности заготовок

6.3.1 Подготовку поверхности заготовок применяют для очистки их от жировых, химических и механических загрязнений.

Операцию осуществляют механическим, химическим, гидро-абразивным способом (суспензией пемзы или другого абразива), а также их сочетанием.

Примечание — Предпочтение следует отдавать механическому и гидроабразивному способам подготовки, как экологически более чистым.

6.3.2 Механическую подготовку поверхности заготовок применяют с использованием зачистных валов с абразивным наполнителем с учетом толщины обрабатываемых заготовок, определяемой возможностью оборудования.

6.3.3 Химическую подготовку, включающую, как правило, стадии травления и декапирования меди, производят с использованием растворов, пригодных для регенерации и утилизации из них меди.

6.3.4 При использовании химических методов подготовки необходимо осуществлять контроль производственного процесса путем анализа растворов. Периодичность анализов зависит от стабильности свойств применяемых растворов и устанавливается производителем.

6.3.5 Периодически, не реже одного раза в смену, следует контролировать на трех — пяти заготовках полноту очистки медной поверхности по смачиваемости водой. Сплошная пленка воды должна удерживаться на заготовке под углом 60° в течение не менее 30 с.

6.3.6 После подготовки поверхность меди должна быть однородно-матовой, без окисных пленок и видимых загрязнений.

6.4 Требования к получению рисунка методом фотопечати

6.4.1 Получение рисунка ПП следует выполнять с применением СПФ водощелочного проявления, не требующих для своей обработки органических растворителей.

6.4.2 Получение рисунка ПП методом фотопечати должно включать следующие стадии:
- нанесение фоторезиста;
- экспонирование через фотошаблон;
- проявление;
- удаление фоторезиста.

Примечание — При использовании метода прямого нанесения изображения экспонирование производится с применением устройств, обеспечивающих прямое нанесение изображения.

6.4.3 Нанесение СПФ производится при неактиничном освещении на установках валкового типа при температуре валков от 70 °С до 120 °С.

6.4.4 После нанесения СПФ заготовки выдерживают при неактиничном освещении не менее 30 мин. Максимальное время хранения до следующей операции указывают в соответствии с ТУ на фоторезист или в рекомендациях по применению фоторезиста.

6.4.5 Слой фоторезиста на заготовках должен быть без складок, пузырей, царапин, посторонних включений и отслоений.

6.4.6 Экспонирование проводят при неактиничном освещении помещения на установках, имеющих источники ультрафиолетового или светодиодного излучения.

6.4.7 Время экспонирования подбирается с помощью специального тест-элемента, используемого на предприятии-изготовителе для калибровки установок засветки пленочных фоторезистов.

6.4.8 При экспонировании через фотошаблон должна быть обеспечена величина вакуума от 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2) до 0,09 МПа (0,9 кгс/см^2).

6.4.9 После экспонирования заготовки выдерживают при неактиничном освещении не менее 15 мин.

6.4.10 Максимальное время хранения до следующей операции указывается в ТУ на фоторезист или в рекомендациях по применению фоторезиста.

6.4.11 Проявление изображения рекомендуется производить в водном растворе кальцинированной соды концентрацией от 10 до 25 г/л с добавлением антивспенивателя-пеногасителя.

6.4.12 Время проявления при выполнении операции на установках струйного типа, как правило, составляет от 0,5 до 2 мин и подбирается с помощью специального тест-элемента, используемого на предприятии-изготовителе для калибровки применяемых установок.

6.4.13 Полученный после проявления защитный рельеф из СПФ должен быть глянцевым, без царапин, сколов. Не допускается наличие фоторезиста и белого налета на проявленных участках.

6.4.14 Удаление защитного рельефа из СПФ рекомендуется проводить в водном растворе едкого натра концентрацией от 50 до 100 г/л.

6.4.15 После удаления защитного рельефа на заготовках не должно быть остатков СПФ.

6.5 Требования к получению рисунка методом сеткографии

6.5.1 Получение рисунка ПП методом сеткографии должно включать следующие стадии:

- нанесение краски через трафаретную печатную форму;
- сушку;
- удаление краски.

6.5.2 Для изготовления трафаретной печатной формы может быть использована металлическая сетка из нержавеющей стали или фосфористой бронзы, а также капроновая ткань.

Примечание — Тиражеустойчивость трафаретов на основе капроновой ткани — 500 оттисков, на металлической сетке — 2000 оттисков.

6.5.3 Для получения рисунка на трафаретной форме следует использовать фоточувствительные композиции, проявляемые в водных растворах и не требующие для своей обработки органических растворителей.

6.5.4 Экспонирование фоточувствительного слоя, нанесенного на сетку, необходимо производить на установках, имеющих источник ультрафиолетового излучения.

6.5.5 Продолжительность экспонирования составляет в среднем от 5 до 10 мин.

6.5.6 Проявление изображения осуществляют обычно в растворе кальцинированной соды концентрацией от 50 до 100 г/л при температуре от 35 °С до 40 °С.

6.5.7 Трафаретную форму с проявленным изображением необходимо высушить при температуре от 20 °С до 40 °С в течение 5—20 мин.

6.5.8 Изображение на трафаретной форме должно быть четким с ровными краями. На открытых участках не должно быть посторонних включений.

6.5.9 Для получения рисунка ПП необходимо использовать краски, удаляемые в водощелочных растворах.

6.5.10 Нанесение краски на заготовки ПП рекомендуется производить на сеткографических автоматах, позволяющих обеспечивать требуемую величину зазора между рисунком на трафаретной форме и заготовкой (зависит от применяемой сетки), а также угол наклона ракеля к поверхности трафарета, который должен составлять от 60° до 80°.

6.5.11 После нанесения краски изображение на заготовке следует высушить. При этом температура и время сушки краски должны соответствовать указанным в ТУ.

6.5.12 При использовании фотополимеризуемых красок сушку необходимо производить в установках, имеющих источник ультрафиолетового излучения, в течение примерно 10—25 с.

6.5.13 Изображение на заготовке должно быть четким, без разрывов и царапин, без посторонних включений и наплывов краски, уменьшающих зазор между элементами до значений, ниже минимально допустимых.

6.6 Требования к травлению меди

6.6.1 Травление меди производят с целью удаления ее с участков ПП, не защищенных фоторезистом, краской или металлорезистом, и создания тем самым электрической функциональной схемы.

6.6.2 Травление меди следует производить в растворах, пригодных для регенерации и утилизации из них меди.

6.6.3 Травление рекомендуется производить на струйных конвейерных линиях, имеющих систему автоматического контроля и регулирования параметров процесса.

6.6.4 Система промывки в установке травления должна быть бессточной и исключать сброс медьсодержащих промывных вод.

6.6.5 Установка травления меди должна быть укомплектована регенератором, обеспечивающим извлечение меди, накапливающейся в растворе травления при его эксплуатации.

Примечание — Предпочтение следует отдавать электрохимическим регенераторам, не требующим для процесса регенерации химических реагентов, в свою очередь загрязняющих окружающую среду.

6.6.6 Для травления меди с заготовок, защищенных фоторезистом или краской, как правило, используют кислые меднохлоридные растворы с содержанием двухлористой меди от 200 до 300 г/л.

6.6.7 Травление меди в кислых меднохлоридных растворах следует производить при температуре от 38 °С до 42 °С.

6.6.8 Для травления меди с заготовок, защищенных металлорезистами (оловом или сплавом олово — свинец), как правило, используют щелочные медно-хлоридные или медносульфатные растворы.

6.6.9 Травление меди в щелочных меднохлоридных растворах следует производить при температуре от 40 °С до 55 °С.

6.6.10 Контроль производственного процесса травления следует осуществлять путем химического анализа растворов, а также по глубине бокового подтравливания элементов платы, измеряемого на металлографических шлифах. Глубина бокового подтравливания на сторону печатного элемента не должна превышать половины толщины стравливаемой меди. Периодичность контроля определяется производителем.

6.6.11 Полученный после травления рисунок ПП не должен иметь разрывов на элементах схемы и недотравленных участков меди.

6.7 Требования к травлению олова

6.7.1 Травление олова на ПП производят с целью удаления его с медного рисунка, на который должна наноситься защитная паяльная маска.

6.7.2 Травление олова следует производить в растворах, пригодных для регенерации и утилизации из них олова.

6.7.3 Удаление олова рекомендуется производить на струйных конвейерных машинах, имеющих систему автоматического контроля и регулирования параметров процесса.

6.7.4 Установка травления олова должна быть укомплектована установкой регенерации, обеспечивающей извлечение олова, накапливающегося в растворе травления при его эксплуатации.

6.7.5 Система промывки в установке травления олова должна быть бессточной и исключать сброс промывных вод, содержащих олово.

6.7.6 Для удаления олова с медного проводящего рисунка ПП, как правило, используют кислые хлоридные растворы с содержанием олова двухлористого от 20 до 30 г/л.

6.7.7 Травление олова следует производить при температуре от 20 °С до 30 °С. При этом скорость травления олова на установках струйного типа должна составлять от 4 до 5 мкм/мин.

6.7.8 Контроль производственного процесса травления олова следует осуществлять путем химического анализа раствора. Периодичность контроля определяется производителем.

6.7.9 Полученный после травления олова рисунок ПП не должен иметь участков недотравленного олова и интерметаллидов.

6.8 Требования к прессованию многослойных печатных плат

6.8.1 Для склеивания слоев МПП производят прессование.

Примечание — Рекомендуется для улучшения адгезии и предотвращения расслоения МПП обрабатывать металлические поверхности слоев с использованием процесса замены оксидирования, приведенного в [2].

6.8.2 В качестве склеивающих используют листы из прокладочной стеклоткани.

6.8.3 Прессование производят на гидравлических прессах в пресс-формах, обеспечивающих фиксирование слоев МПП и совмещение проводящих рисунков на слоях в соответствии с КД на плату.

6.8.4 Допуск плоскостности плит пресс-формы и плит пресса не должен быть более 0,1 мм.

6.8.5 Приспособления, используемые для прессования, не должны иметь механических повреждений (забоин, вмятин, царапин), следов коррозии на рабочих поверхностях и следов смолы, вытекающей при прессовании.

6.8.6 В одной пресс-форме следует прессовать до трех пакетов МПП при условии равномерности прогрева по толщине и разности температур между прессуемыми пакетами до ±3 °С.

6.8.7 Прессование МПП обычно ведут при температуре от 175 °С до 185 °С и удельном давлении от 15 до 35 кгс/см^2 (от 1,47 до 3,4 МПа). Время прессования при этом составляет не менее 40 мин на 1 мм толщины МПП.

6.8.8 Контроль правильности режима прессования производят погружением тест-образцов в кремнийорганическую жидкость или в расплавленный припой ПОС-61 или ПОС-63 при температуре от 255 °С до 265 °С в течение 10—15 с.

Необходимо оценивать качество прессования визуально на отсутствие вздутий фольги. После стравливания фольги проводят осмотр диэлектрического основания — оно должно быть равномерно пропрессованным, однородным, не иметь внутренних пузырей, посторонних включений и отслоений.

6.8.9 Все спрессованные заготовки необходимо контролировать на отсутствие вздутий, утяжек фольги, вмятин, выступления рельефа внутренних слоев.

Выборочно необходимо контролировать толщину спрессованных заготовок. Предельные отклонения не должны превышать (если другие требования не оговорены в КД на МПП):

- ±0,15 мм при толщине до 1,5 мм включительно;
- ±0,2 мм при толщине до 2,5 мм включительно;
- ±0,3 мм при толщине свыше 2,5 мм.

6.9 Требования к подготовке отверстий многослойных печатных плат перед металлизацией

6.9.1 Для обеспечения надежности электрической связи с внутренними слоями МПП через металлизированные отверстия необходимо производить подготовку отверстий.

6.9.2 Подготовка отверстий МПП должна предусматривать удаление смолы, являющейся составной частью диэлектрического основания, размазываемой по стенкам отверстий в процессе их сверления (наволакивание).

6.9.3 Снятие наволакивания производят, как правило, в растворах серной кислоты, хромовой кислоты или перманганата калия.

6.9.4 Операцию снятия наволакивания следует осуществлять в растворах, пригодных для регенерации и снижающих опасность загрязнения окружающей среды.

6.9.5 Оборудование для подготовки отверстий МПП перед металлизацией должно обеспечивать эффективный обмен раствора в них и удаление продуктов реакции.

6.9.6 Контроль производственного процесса очистки отверстий МПП необходимо осуществлять путем химического анализа применяемых растворов. Периодичность анализа устанавливается производителем.

6.9.7 После подготовки отверстий поверхность диэлектрика в них должна быть темной, без остатков продуктов травления. Кольцевые выступы меди должны быть очищены от смолы.

6.9.8 Периодически следует контролировать глубину подтравливания диэлектрика по металлографическим шлифам. Она должна составлять от 0 до 30 мкм.

6.10 Требования к предварительному меднению

6.10.1 Предварительное меднение необходимо производить для получения тонкого токопроводящего слоя меди в отверстиях, обеспечивающего электрическое соединение сторон (слоев) платы.

6.10.2 Толщина предварительного слоя меди должна быть минимально необходимой для осуществления последующих операций подготовки и основного меднения. Обычно она составляет от 2 до 7 мкм.

6.10.3 Предварительное меднение можно осуществлять химическим или электрохимическим способом.

Химический способ предварительного меднения для создания поверхностной проводимости стенок сверленых отверстий приведен в 6.12.

6.10.4 Перед металлизацией заготовки ПП необходимо очистить от жировых и прочих органических загрязнений, а также удалить окислы с поверхности меди. Как правило, для этого используют щелочные обезжиривающие растворы и слабые растворы кислот.

6.10.5 Для обеспечения адгезии осаждаемой меди к медной фольге последнюю необходимо подвергнуть микротравлению с целью придания ей шероховатости. Обычно для этой операции используют кислые растворы на основе надсернокислых солей или перекиси водорода.

6.10.6 Перед химическим осаждением меди необходимо осуществить обработку в растворе катализатора, который, адсорбировавшись на диэлектрических стенках отверстий, обеспечит выделение на них меди. Обычно в качестве катализатора используют коллоидные растворы, содержащие двухлористый палладий в количестве от 0,2 до 0,5 г/л.

6.10.7 После катализации заготовки ПП следует обработать в растворе ускорителя, в качестве которого наиболее часто используются растворы минеральных кислот.

Подготовленные и катализированные заготовки необходимо меднить химически.

Для химического меднения используют растворы многократного действия.

Для химического меднения обычно применяют растворы, содержащие соли меди в количестве от 10 до 25 г/л, комплексно образующие агенты в количестве от 20 до 60 г/л, стабилизаторы в количестве от 1 до 30 мг/л, формалин в количестве от 3 до 5 г/л. Процесс ведут при температуре от 20 °С до 30 °С в течение 15—30 мин. В случае использования процесса с осаждением слоя химической меди толщиной до 1 мкм, его необходимо усилить слоем электролитически осажденной меди.

6.10.8 Для электролитического осаждения меди применяют, как правило, электролиты, содержащие соль меди в количестве от 80 до 120 г/л, серную кислоту в количестве от 150 до 200 г/л, хлористый натрий в количестве от 20 до 80 мг/л и блескообразующие добавки в количестве от 1 до 5 г/л. Процесс ведут при температуре от 20 °С до 30 °С в течение 10—20 мин при катодной плотности тока от 2 до 4 А/дм^2.

6.10.9 Предварительное меднение необходимо осуществлять на оборудовании, обеспечивающем эффективный обмен растворов в отверстиях платы.

6.10.10 При выполнении операций предварительного меднения необходимо предотвращать попадание на ПП шлама, образующегося в объеме (при химическом меднении) и на анодах (при электролитическом меднении) путем: фильтрации, использования чехлов и др.

6.10.11 Контроль производства на операции предварительного меднения следует осуществлять путем химического анализа применяемых растворов.

Периодичность анализа устанавливается производителем.

6.10.12 Относительное удлинение (пластичность) медных осадков не должно быть менее 6 %. При недостаточной пластичности следует произвести очистку электролита от органических загрязнений, чтобы довести пластичность до значений не менее 9 %. Периодичность контроля пластичности зависит от устойчивости процесса и устанавливается производителем ПП.

Методика определения пластичности медных осадков представлена в приложении В.

6.10.13 После предварительного меднения слой меди на ПП должен быть сплошным, светло-розовым, без набросов, пузырей и отслоений. Допускается поверхность меди защитить с помощью антиокислителя при длительном межоперационном хранении.

6.11 Требования к прямой металлизации

6.11.1 Прямая металлизация производится перед гальваническим меднением с целью создания в отверстиях тонкого токопроводящего слоя, обеспечивающего электрическое соединение сторон (слоев) платы.

6.11.2 Прямая металлизация должна исключать химическое меднение и связанное с ним применение растворов, содержащих формальдегид (канцероген) и комплексообразователи.

6.11.3 Перед созданием проводящего слоя в отверстиях в процессе прямой металлизации заготовки плат необходимо очистить от жировых загрязнений, удалить окислы с поверхности меди и кондиционировать стенки отверстий. Такая подготовка обеспечит также удаление остаточных зарядов статического электричества после сверления отверстий, «разрыхлит» поверхность диэлектрика для максимально эффективной адсорбции компонентов раствора прямой металлизации.

6.11.4 Подготовленные таким образом заготовки далее обрабатывают в растворе прямой металлизации, процесс ведут при температуре от 40 °С до 45 °С в течение времени от 5 до 10 мин.

6.11.5 После прямой металлизации заготовки ПП следует обработать в растворе ускорителя, что обеспечит создание плотного проводящего слоя с проводимостью.

6.11.6 Тонкий проводящий слой, полученный после обработки согласно 6.10, перед процессом фотопечати усиливают слоем электролитически осажденной меди (затяжка).

6.11.7 Для затяжки применяют электролиты, содержащие сернокислую медь в количестве от 80 до 120 г/л, серную кислоту в количестве от 150 до 200 г/л, хлористый натрий и выравнивающие (блескообразующие) добавки.

Рекомендуется использовать добавки, обеспечивающие получение мелкокристаллических матовых (блестящих) осадков меди.

6.11.8 Процесс прямой металлизации и электролитической затяжки необходимо осуществлять на оборудовании, обеспечивающем эффективный обмен растворов в отверстиях платы.

6.11.9 Контроль растворов и электролитов при выполнении процессов следует осуществлять методами химического анализа. Периодичность анализа устанавливается производителем.

6.11.10 Периодически необходимо также контролировать электролит меднения по относительному удлинению медных осадков (пластичности), которое должно составлять не менее 6 %. При недостаточной пластичности следует произвести очистку электролита от органических загрязнений.

Методика определения пластичности представлена в приложении В.

6.11.11 Слой меди на ПП после прямой металлизации и затяжки должен быть сплошным, светло-розовым, без набросов, пузырей и отслоений. Целесообразно поверхность меди защитить с помощью антиокислителя.

6.12 Требования к процессу предварительного химического меднения

6.12.1 Предварительное химическое меднение необходимо для создания поверхностной проводимости стенок сверленых отверстий, чтобы обеспечить их последующую электрохимическую металлизацию.

6.12.2 Толщина химически осажденного слоя меди должна быть минимально необходимой для обеспечения сплошности покрытия. Обычно достаточна толщина порядка 1 мкм.

6.12.3 Перед металлизацией поверхности заготовок ПП необходимо очистить от всевозможных загрязнений и окислов. Для этого используют растворы очистителей-кондиционеров. После обработки в растворах очистителей поверхность заготовки должна равномерно смачиваться водой без разрывов водяной пленки и разводов.

6.12.4 Для улучшения адгезии осаждаемой меди к медной поверхности заготовки ее подвергают микротравлению в растворе микротравителя.

6.12.5 Для обеспечения однонаправленности процесса химического меднения на диэлектрические поверхности отверстий осаждают катализатор, обрабатывая заготовку последовательно в растворах предактиватора.

После катализации заготовки следует обработать в растворе ускорителей.

6.12.6 Для усиления тонкого слоя химически осажденной меди необходимо использовать процесс предварительного электрохимического меднения (затяжку). Разрыв между процессом химического меднения и последующим процессом электрохимического меднения не должен превышать 30 мин.

6.12.7 Раствор электрохимического меднения необходимо контролировать по относительному удлинению (пластичности) медных осадков, осажденных из этого раствора. Методика определения пластичности представлена в приложении В.

6.12.8 Относительное удлинение (пластичность) медных осадков не должно быть менее 6 %. При недостаточной пластичности следует произвести очистку электролита от органических загрязнений, чтобы довести пластичность до значений не менее 9 %. Периодичность контроля пластичности зависит от устойчивости процесса и устанавливается производителем ПП.

6.12.9 После предварительного меднения слой меди на заготовке ПП должен быть сплошным, светло-розовым, без набросов, пузырей и отслоений.

6.13 Требования к основному меднению

6.13.1 Основное меднение (в дальнейшем меднение) производят для утолщения слоя меди в отверстиях до значений, соответствующих требованиям ГОСТ Р 72069.

Обычно этот процесс выполняется электролитическим способом.

6.13.2 Перед меднением заготовки ПП необходимо очистить от жировых и прочих загрязнений, а также удалить окислы с поверхности меди. Для этих целей следует использовать кислые обезжиривающие растворы и слабые растворы кислот.

6.13.3 Для меднения применяют обычно сернокислые электролиты, в состав которых входят, кроме сернокислой меди и серной кислоты, блескообразующие добавки, а также хлористый натрий. Состав электролита может быть аналогичен приведенному в 6.10.8.

6.13.4 Процесс меднения в сернокислых электролитах с блескообразующими добавками следует вести при температуре от 20 °С до 30 °С при катодной плотности тока от 2 до 4 А/дм^2. Время осаждения необходимо устанавливать в зависимости от рабочей плотности тока.

6.13.5 Для меднения используют медные фосфорсодержащие аноды, листовые или насыпные.

6.13.6 Для предотвращения попадания в электролит шлама с анодов рекомендуется помещать их в чехлы из материала, устойчивого в электролите, или использовать другие методы, обеспечивающие предотвращение попадания шлама к металлизируемым заготовкам.

6.13.7 Оборудование, на котором осуществляется процесс меднения, должно обеспечивать эффективный обмен электролита в отверстиях платы.

6.13.8 Контроль производства на операции меднения производят аналогично изложенному в 6.10.11 и 6.10.12, а также по металлографическим шлифам. Методика контроля толщины меди и качество металлизации в отверстиях должны соответствовать требованиям ГОСТ 23752.1.

6.14 Требования к нанесению защитного металлического покрытия

6.14.1 Защитное металлическое покрытие следует наносить электролитически для защиты медного проводящего рисунка при травлении меди со свободных мест.

6.14.2 В качестве удаляемого защитного покрытия используют олово, в качестве неудаляемого — сплав олово-свинец или другие сплавы, которые соответствуют требованиям конструкции ПП. Сплав олово-свинец, оставленный на ПП, выполняет также функцию покрытия для пайки элементов.

6.14.3 Для обеспечении адгезии защитного металлического покрытия к медному слою последний необходимо обработать в слабом растворе кислоты для удаления окислов.

6.14.4 Электроосаждение сплава олово-свинец обычно производят из электролитов, содержащих борфтористое олово в количестве от 35 до 70 г/л, борфтористый свинец в количестве от 12 до 30 г/л, борфтористоводородную кислоту в количестве от 50 до 250 г/л и органические добавки, такие как: синтанол, пептон, гидрохинон.

Перед нанесением покрытия заготовки плат необходимо обработать в борфтористоводородной кислоте.

Нанесение сплава олово-свинец проводят в электролите, содержащем олово (по металлу) от 20 до 28 г/л, свинец (по металлу) от 9,5 до 13 г/л, борфтористоводородную кислоту от 70 до 120 г/л и добавки, обеспечивающие получение плотноупакованных, ровных осадков сплава олово-свинец.

6.14.5 Процесс электроосаждения сплава олово-свинец следует вести при температуре от 20 °С до 30 °С и катодной плотности тока от 1 до 3 А/дм^2. Время осаждения устанавливается в зависимости от рабочей плотности тока.

6.14.6 Толщина слоя сплава олово-свинец на поверхности заготовки должна быть от 10 до 15 мкм.

6.14.7 Содержание олова в сплаве должно быть от 56 % до 70 %.

6.14.8 Контроль производства на операции нанесения сплава олово-свинец необходимо производить путем проведения химического анализа применяемых растворов и осаждаемого покрытия.

6.14.9 Электроосаждение олова следует производить из электролитов, не содержащих высокотоксичные борфтористые соли. Как правило, электролиты содержат сернокислое олово в количестве от 30 до 60 г/л, серную кислоту в количестве от 50 до 100 г/л и органические добавки.

Перед нанесением покрытия заготовки плат необходимо обработать в серной кислоте.

Нанесение олова проводят в электролите, содержащем олово (по металлу) от 26 до 30 г/л, серную кислоту от 120 до 220 г/л и добавки, обеспечивающие получение плотноупакованных, мелкокристаллических осадков сплава олова.

6.14.10 Процесс электроосаждения олова следует вести при температуре от 20 °С до 30 °С и катодной плотности тока от 1 до 2 А/дм^2. Время осаждения необходимо устанавливать в зависимости от рабочей плотности тока.

6.14.11 Толщина слоя олова на поверхности заготовки должна быть от 3 до 5 мкм.

6.14.12 Необходимо использовать аноды из олова. Рекомендуется помещать аноды в чехлы.

6.14.13 Контроль производства следует производить путем химического анализа растворов.

6.14.14 Нанесенное защитное покрытие на ПП должно быть сплошным, светло-серым, без набросов, темных пятен, отслаивания.

6.15 Требования к нанесению финишных покрытий

6.15.1 Осаждение двухслойного покрытия химический никель — иммерсионное золото производится после нанесения на медный рисунок защитной маски с целью защиты меди в местах, свободных от маски, от атмосферных воздействий, а также для обеспечения пайки.

6.15.2 Перед нанесением покрытия заготовки плат необходимо очистить от загрязнений и удалить окислы с поверхности меди. Операции следует выполнять в кислых растворах.

6.15.3 Для химического осаждения никеля на медь необходимо осуществить ее активацию. Как правило, это осуществляется в растворах, содержащих палладий.

6.15.4 После активации обычно производят операцию кондиционирования, при которой формируется равномерный активационный слой палладия на металлических поверхностях и исключается осаждение его на поверхности диэлектрика.

6.15.5 Химическое никелирование обычно производят в растворах, содержащих в качестве основных компонентов соль никеля и гипофосфит натрия, при pH от 5,5 до 6,0, температуре от 80 °С до 90 °С в течение 20 мин. За это время осаждается полублестящее, светло-серое покрытие NiP толщиной от 3,5 до 4 мкм.

6.15.6 Иммерсионное золочение обычно проводят в растворах с низкой концентрацией золота, ориентировочно 0,5 г/л, при pH от 5,3 до 5,8 и температуре от 70 °С до 80 °С в течение 20 мин. За 20 мин осаждается золотое покрытие толщиной от 0,1 до 0,12 мкм.

6.15.7 Покрытие химический никель — иммерсионное золото должно быть желтого цвета, сплошным, без набросов, пузырей и отслоений.

6.15.8 Нанесение двухслойного электролитического покрытия никель-серебро производится после основного гальванического меднения с целью защиты медного проводящего рисунка на ПП от атмосферных воздействий и обеспечения пайки. Кроме выполнения функции финишного покрытия никель-серебро защищает проводящий рисунок при травлении меди с пробельных мест ПП.

6.15.9 Процесс следует выполнять в едином технологическом цикле с основным меднением.

6.15.10 Никелирование обычно производят в электролите, содержащем в качестве основного компонента сернокислый никель, при температуре от 30 °С до 45 °С и катодной плотности тока от 1 до 2 А/дм^2. Время никелирования — до получения никелевого слоя толщиной 3 мкм.

6.15.11 Серебрение следует производить в электролите, не содержащем в качестве основного компонента цианид соль серебра. Время серебрения — до получения слоя толщиной 3 мкм.

6.15.12 Осаждение никеля и серебра должно выполняться в электролитах, pH которых позволяет обрабатывать ПП с нанесенным на них щелоче-удаляемым фоторезистом без нарушения защитного слоя.

6.15.13 Покрытие никель-серебро должно быть сплошным, серебристо-белым, без набросов, пузырей и отслоений.

6.15.14 Нанесение ОЗП производится после нанесения на медный рисунок защитной маски с целью защиты меди в местах, свободных от маски, от атмосферных воздействий, а также для обеспечения пайки.

Перед нанесением покрытия заготовки плат необходимо очистить от загрязнений и удалить окислы с поверхности меди. Операции следует выполнять в кислых растворах.

6.15.15 Нанесение ОЗП производится химическим способом из водных растворов, содержащих в качестве основного компонента производное имидазола, при pH от 2,7 до 2,9 и температуре от 35 °С до 45 °С в течение 1—1,5 мин. За это время осаждается сплошное равномерное ОЗП толщиной от 0,2 до 0,3 мкм.

6.15.16 Процессы нанесения финишных покрытий необходимо осуществлять на оборудовании, обеспечивающем эффективный обмен растворов в отверстиях платы.

6.15.17 Контроль растворов и электролитов при выполнении процессов следует осуществлять методами химического анализа. Периодичность анализов устанавливается производителем.

6.16 Требования к нанесению покрытий на концевые печатные контакты

6.16.1 Покрытия на КПК необходимо наносить для обеспечения эксплуатационных требований к контактам. Вид и толщина покрытий должны соответствовать КД на ПП.

6.16.2 Перед нанесением покрытий на КПК необходимо удалить с них металлическое защитное покрытие, если оно использовалось в ТП изготовления ПП, а также очистить от загрязнений и окислов.

6.16.3 При подготовке и нанесении покрытий на КПК поверхность ПП над КПК рекомендуется защитить.

6.16.4 Покрытие КПК обычно выполняется электролитическим способом путем нанесения золота или палладия по подслою никеля.

6.16.5 Для никелирования применяют сернокислые электролиты. Процесс осаждения ведут обычно при температуре от 15 °С до 25 °С и катодной плотности тока от 0,5 до 1,0 А/дм^2. Время осаждения устанавливают в зависимости от рабочей плотности тока.

6.16.6 Рекомендуется использовать процесс электрохимического никелирования. Осаждение покрытия производится после основного гальванического меднения на медный проводящий рисунок ПП. Кроме покрытия контактов ПП, электрохимическое нанесение никеля используется в качестве подслоя перед осаждением финишного покрытия золота, серебра или олова-свинца и для защиты проводящего рисунка при травлении меди с пробельных мест ПП.

6.16.7 Перед нанесением покрытия заготовки плат необходимо обработать в серной кислоте.

6.16.8 Нанесение никеля проводят в электролите, содержащем сульфат никеля от 250 до 300 г/л, хлорид никеля от 35 до 75 г/л, борную кислоту от 35 до 45 г/л и добавки. Рекомендуется использовать добавки, обеспечивающие получение твердых, ровных, полублестящих осадков никеля.

6.16.9 Процесс злектроосаждения никеля следует вести при температуре от 50 °С до 60 °С и катодной плотности тока от 0,5 до 10 А/дм^2. Время осаждения устанавливается в зависимости от необходимой толщины покрытия и рабочей плотности тока.

Толщина слоя никеля на поверхности заготовки должна быть 3 мкм.

6.16.10 Необходимо использовать никелевые аноды. Рекомендуется помещать аноды в полипропиленовые чехлы.

6.16.11 Контроль производства производят путем проведения химического анализа применяемых растворов.

6.16.12 Нанесенное покрытие должно быть сплошным, светло-серым, без набросов и пор, темных пятен, отслаивания.

6.16.13 Для палладирования применяют аминохлоридные электролиты. Процесс осаждения ведут при температуре от 15 °С до 25 °С и катодной плотности тока от 0,5 до 1 А/дм^2. Время осаждения устанавливают в зависимости от рабочей плотности тока.

6.16.14 Для золочения применяют дицианоауратные электролиты с добавками соли кобальта. Процесс осаждения ведут при температуре от 30 °С до 35 °С и плотности тока от 0,5 до 0,7 А/дм^2. Время осаждения устанавливают в зависимости от плотности тока.

6.16.15 Контроль производства на операциях нанесения покрытий на КПК следует производить путем химического анализа применяемых растворов.

6.16.16 Нанесенные покрытия на КПК должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 72069 и контролироваться по ГОСТ 23752.1.

6.16.17 Основные процессы необходимо проводить в ваннах из полипропилена, жесткого ПВХ или полиэтилена с нагревателями в титане, тефлоне или кварце. Требуется постоянное механическое перемешивание, вентиляция и постоянная фильтрация через полипропиленовый фильтр с диаметром пор от 5 до 10 мкм от 5 до 10 объемов в час. Для управления толщиной осаждения золота следует использовать счетчик амперчасов.

6.17 Требования к процессу иммерсионного золочения с подслоем никеля

6.17.1 Иммерсионным золотом с подслоем никеля покрывают контактные площадки на ПП, предназначенные для монтажа компонентов. Рекомендуется использовать процесс иммерсионного золочения.

6.17.2 Перед иммерсионным золочением в паяльной маске следует вскрыть поверхности контактных площадок и очистить их от загрязнений с использованием очистителя. Процесс следует проводить в ваннах из полипропилена с тефлоновыми или кварцевыми нагревателями. Рекомендуется движение штанги и циркуляция раствора от 5 до 10 объемов в час.

6.17.3 Для улучшения адгезии медную поверхность контактных площадок подвергают микротравлению в растворе микротравителя. Процесс следует проводить в ваннах из полипропилена или ПВХ с тефлоновыми или кварцевыми нагревателями. Рекомендуется движение штанги и циркуляция раствора от 5 до 10 объемов в час.

6.17.4 Для обеспечения процесса химического никелирования поверхность контактных площадок следует активировать в растворе активатора.

6.17.5 Процесс следует проводить в ваннах из полипропилена или ПВХ с тефлоновыми или кварцевыми нагревателями. Рекомендуется движение штанги и циркуляция раствора от 5 до 10 объемов в час с использованием фильтр-насоса с диаметром пор от 3 до 5 мкм. Обычно 5 мкм никеля осаждается за время от 15 до 20 мин.

6.17.6 Иммерсионное золочение следует проводить в растворе, содержащем раствор иммерсионного золочения. Разрыв между операциями химического никелирования и иммерсионного золочения не должен превышать 2 мин. Иммерсионное золото толщиной 0,1 мкм осаждается в течение 10—15 мин, и далее его толщина не увеличивается.

6.17.7 Промывку после операции золочения рекомендуется проводить в деионизированной воде с ванной улавливания.

6.18 Требования к процессу иммерсионного оловянирования с подслоем органического металла

6.18.1 Иммерсионным оловом с подслоем органического металла покрывают контактные площадки на ПП, предназначенные для монтажа компонентов. Подслой органического металла создает барьер для взаимодиффузии меди контактной площадки и олова. За счет этого не образуются интерметаллические соединения олова и меди и не теряется паяемость покрытия в течение длительного срока (годы). В то же время барьер из полимера с металлической проводимостью (органический металл) не препятствует восстановлению олова из раствора за счет реакции замещения меди.

6.18.2 Перед операциями нанесения покрытий в паяльной маске следует вскрыть поверхности контактных площадок и очистить их от загрязнений с использованием кислого очистителя.

6.18.3 Для улучшения адгезии медную поверхность контактных площадок подвергают микротравлению.

Для процесса осаждения органического металла заготовку обрабатывают.

6.18.4 Все операции производят в ваннах из ПВХ или других полимеров с теплостойкостью не менее 80 °С, не используя металлические детали. Нагреватели: фторопласт, фарфор, кварцевое стекло (<2 Вт/см^2). Не используют воздушное перемешивание, необходима вентиляция. Рециркуляцию растворов проводят через полипропиленовый фильтр с диаметром пор от 3 до 5 мкм, циркуляция — от 2 до 3 объемов в час.

6.19 Требования к нанесению токопроводящих паст

6.19.1 Нанесение токопроводящих паст необходимо производить для получения проводящего рисунка на нефольгированном диэлектрике.

6.19.2 Нанесение паст производят сеткографическим методом аналогично 6.5, предварительно очистив поверхность заготовки от жировых загрязнений.

6.19.3 В качестве токопроводящих паст рекомендуется использовать полимерные композиции с удельным сопротивлением не менее $3 \cdot 10^{-7}$ Ом·см.

6.19.4 После нанесения полимерную токопроводящую композицию следует высушить. Обычно операцию проводят при температуре от 150 °С до 180 °С в течение 30—40 мин.

6.19.5 Полученный на заготовке проводящий рисунок должен быть сплошным, без посторонних включений, отслоений и разрывов.

6.20 Требования к оплавлению покрытия олово-свинец

6.20.1 Оплавление производят для превращения гальванически осажденного покрытия в металлургический сплав и обеспечения паяемости ПП в соответствии с требованиями ГОСТ Р 72069.

6.20.2 Перед оплавлением на ПП следует нанести флюс. Необходимо использовать водосмываемые флюсы.

6.20.3 Флюс должен быть высушен. Обычно сушку проводят при комнатной температуре в течение 3—5 мин.

6.20.4 Перед оплавлением заготовка ПП должна быть нагрета до температуры около 200 °С.

6.20.5 Оплавление можно производить инфракрасным нагревом или в жидком теплоносителе при температуре последнего от 210 °С до 230 °С.

6.20.6 После оплавления необходимо удалить остатки флюса с заготовки и тщательно ее отмыть. Рекомендуется производить отмывку в конвейерных установках струйного типа с применением ультразвука.

6.20.7 После операции припой на проводниках и в отверстиях должен быть полностью оплавлен. Покрытие должно быть сплошным, без трещин, пор, посторонних включений.

6.20.8 На оплавленной ПП не должно быть отслоения проводников, вспучивания и подгораний диэлектрического основания, наплывов припоя в виде капель.

6.20.9 Внешний вид проводящего рисунка ПП должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 72069.

6.21 Требования к лужению

6.21.1 Лужение производят для обеспечения паяемости ПП в соответствии с требованиями ГОСТ Р 72069.

6.21.2 Операцию лужения производят аналогично 6.20, используя вместо жидкого теплоносителя оловяно-свинцовый припой. Для флюсования рекомендуется использовать водосмываемый флюс.

6.22 Требования к получению защитной маски методом фотопечати

Нанесение маски производят для защиты проводников от облуживания и создания на них электроизоляционного слоя.

Операцию получения маски методом фотопечати производят аналогично 6.4, используя СПФ водощелочного проявления, предназначенный для защитной маски.

6.23 Требования к получению защитной маски методом сеткографии

Нанесение маски производят для защиты проводников от облуживания и создания на них электроизоляционного слоя.

Операцию получения маски производят аналогично 6.5, используя композиции, предназначенные для создания маски.

6.24 Требования к маркированию

Маркирование выполняют методами получения проводящего рисунка или маркировочной краской.

Для нанесения маркировочных знаков краской, как правило, используют сеткографический метод. Наиболее часто используют краски термической и ультрафиолетовой сушки.

Маркировочные знаки должны быть ясно читаемы и соответствовать требованиям ГОСТ Р 72069.

6.25 Требования к консервации и упаковке

6.25.1 Консервацию производят для защиты ПП от внешних воздействий. Допускается по согласованию с предприятием-потребителем консервацию не производить.

6.25.2 Консервации подлежат ПП, прошедшие приемо-сдаточные испытания в соответствии с ГОСТ Р 72069.

6.25.3 Перед консервацией ПП должны быть отмыты и проконтролированы (выборочно) на сопротивление изоляции в установке контроля чистоты.

6.25.4 После отмывки ПП следует высушить в течение 1—2 ч при температуре от 80 °С до 90 °С.

6.25.5 Консервировать ПП следует путем нанесения на них флюса.

6.25.6 Консервацию производят не позднее, чем через 2 ч после сушки.

6.25.7 Консервирующее покрытие на ПП необходимо высушить. Обычно сушат в два этапа: сначала при комнатной температуре в течение 30—40 мин, затем при температуре от 80 °С до 90 °С в течение не менее 3 ч.

6.25.8 Консервирующее покрытие на ПП должно быть сплошным, без наплывов и посторонних включений, хорошо высушенным. Качество сушки оценивают по отлипу.

6.25.9 Упаковку необходимо производить для исключения возможности механических повреждений ПП при транспортировке и попадания пыли, влаги и других загрязнений на поверхность.

6.25.10 Упаковку следует производить в конденсаторную или кабельную бумагу, полиэтиленовые мешки или другие материалы, не являющиеся источниками загрязнений или повреждений поверхности ПП.

7 Требования к материалам

7.1 Материалы, применяемые при изготовлении ПП, должны обеспечивать получение характеристик плат согласно КД и требованиям ГОСТ Р 72069.

Примечание — Марки применяемых материалов и нормативные документы на них в настоящем стандарте не указаны из-за отсутствия достоверных данных об их регистрации на национальном уровне. Необходимая информация о материалах приведена в [4].

7.2 Материалы должны соответствовать стандартам или ТУ на них.

7.3 Материалы и реактивы должны иметь сертификаты (паспорта), подтверждающие их приемку отделом технического контроля завода-изготовителя, и использоваться в течение срока их годности, указанного в ТУ.

7.4 Сжатый воздух, применяемый при изготовлении ПП, должен быть очищен от масляных и других загрязнений и соответствовать группе 1 для станков с числовым программным управлением по ГОСТ 17433.

7.5 Вода, используемая для приготовления электролитов и растворов химического меднения и прямой металлизации, для отмывки готовых плат перед контролем электрических параметров и для проведения химических анализов, должна быть обессолена дистилляцией или деионизированна. Для приготовления остальных растворов и для промежуточных промывок следует использовать воду по ГОСТ Р 51232.

7.6 Припои и флюсы, применяемые при изготовлении ПП, должны соответствовать ГОСТ Р 59681.

7.7 Фотошаблоны, используемые при изготовлении ПП, должны соответствовать требованиям ГОСТ 27716 и ГОСТ Р 51341.

8 Общие требования безопасности

8.1 Производство ПП должно отвечать требованиям ГОСТ 12.3.002, соответствующих строительных норм и правил, санитарных норм проектирования промышленных предприятий, гигиенических норм и правил.

8.2 Производство ПП должно обеспечивать:

- выполнение правил по охране труда, [3] и иных нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, предусмотренные ТК РФ;
- выполнение [4].

8.3 Производство ПП должно обеспечивать:

- автоматизацию процессов, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов;
- механизацию и автоматизацию ручного труда;
- замену токсичных и горючих веществ менее токсичными, нетоксичными и негорючими веществами.

8.4 Оборудование, применяемое при производстве ПП, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003.

8.5 При производстве ПП уровни опасных и вредных факторов в производственных помещениях и на рабочих местах не должны превышать значений, установленных санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

8.6 Устройства для приготовления растворов, гальванические линии, химическое оборудование, при эксплуатации которых могут выделяться вещества с опасными и вредными свойствами, должны иметь местные отсосы, встроенные в технологическое оборудование, или быть максимально приближены к нему.

8.7 Объединение в общую вытяжную установку местных отсосов, удаляющих пыль, легкоконденсирующиеся пары, а также вещества, при смешивании которых могут быть образованы химические соединения с опасными и вредными свойствами, не допускается.

8.8 Общеобменная приточно-вытяжная вентиляция и местная вытяжная вентиляция должны обеспечивать в рабочей зоне концентрацию вредных веществ и аэрозолей ниже предельно допустимой.

8.9 В производстве должен быть представлен полный перечень используемого сырья, основных и вспомогательных материалов, в котором должны содержаться следующие сведения:

- описание сырья и материалов с указанием их наименований, номеров государственной регистрации, маркировки, возможных поставщиков;
- требования к качеству сырья и материалов, включая дополнительные требования, разработанные с учетом специфики производства;
- условия и сроки хранения, меры безопасного обращения с сырьем и материалами.

8.10 Доставку агрессивных жидкостей следует осуществлять в специальной стеклянной или пластиковой таре, снабженной оплеткой. Транспортировать в цех эти жидкости следует на специальных тележках.

8.11 Места хранения химических веществ должны быть оборудованы стеллажами и шкафами и снабжены инвентарем, приспособлениями, средствами индивидуальной защиты, необходимыми для безопасного обращения с химическими веществами.

8.12 Химические вещества должны поступать в исправной таре или упаковке с полным комплектом сопроводительной документации, оформленной в установленном порядке.

8.13 При приготовлении растворов из смеси кислот следует вводить кислоты в порядке возрастания их плотности. Разбавляя кислоты, необходимо вливать их только в холодную воду тонкой струей и одновременно перемешивать.

Растворение щелочи и цианистых солей при массовом и крупносерийном производстве необходимо проводить в механизированных установках.

8.14 Работники должны пользоваться применяемой при производстве ПП спецодеждой и средствами индивидуальной защиты, соответствующими ГОСТ 12.4.011 и выдаваемыми согласно нормам, утвержденным в установленном порядке.

8.15 Рабочие и инженерно-технический персонал должны проходить медицинский осмотр как при поступлении на работу, так и периодически.

8.16 Все рабочие, служащие и инженерно-технический персонал должны проходить инструктаж по безопасности труда:

- вводный — при поступлении на работу;
- первичный — на рабочем месте;
- повторный — не реже одного раза в три месяца;
- внеплановый — при изменении ТП, смене оборудования, нарушениях требований безопасности и несчастных случаях.

8.17 Значения уровней вибрации технологического оборудования и рабочих мест не должны превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.012.

8.18 Уровень шума на рабочих местах не должен превышать установленного ГОСТ 12.1.003.

8.19 Освещенность помещений и рабочих мест должна соответствовать нормам [5].

9 Требования в области охраны природы

9.1 Предприятия — изготовители ПП обязаны соблюдать утвержденные правила и требования в области охраны окружающей среды и обеспечивать соответствие нормативам качества окружающей среды путем применения технических средств и технологий обезвреживания и безопасного размещения отходов производства, обезвреживания выбросов и сбросов загрязняющих веществ.

9.2 Основной обязанностью предприятий является внедрение в производство малоотходных и безотходных ТП.

9.3 Перечень отходов, образующихся в процессах производства ПП и подлежащих регенерации, утилизации или обезвреживанию, приведен в приложении Г.

9.4 Методы регенерации и утилизации отработанных растворов от производства ПП — в соответствии с ГОСТ Р 72364.

9.5 Для обеспечения охраны атмосферного воздуха должны быть проведены:

- инвентаризация выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от цеха ПП;
- разработка в соответствии с ГОСТ Р 58577 норм ПДВ.

9.6 Мероприятия охраны атмосферного воздуха должны учитывать требования ГОСТ Р 72362.

9.7 При превышении нормативов ПДВ следует осуществлять мероприятия по улавливанию, утилизации и обезвреживанию выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, сокращению и исключению таких выбросов.

9.8 Воздух, выбрасываемый в атмосферу системами местной и общеобменной вентиляции цеха ПП, содержащий вредные (или неприятно пахнущие) вещества, следует подвергать в процессе проведения ТО очистке. Одновременно необходимо предусмотреть возможность рассеивания в атмосфере остаточных количеств вредных веществ до уровней, определенных гигиеническими нормативами по атмосферному воздуху. Для защиты атмосферного воздуха от попадания вредных веществ необходимо установить в производственных помещениях цеха ПП специальную вытяжную вентиляцию, снабженную системами очистки (фильтры, циклоны для улавливания аэрозолей, газов, пыли и др.), периодически очищаемыми в соответствии с утвержденным графиком.

9.9 Для обеспечения защиты поверхностных вод от загрязнения должны быть соблюдены следующие условия:

- система канализации, условия отведения и очистки сточных вод должны соответствовать требованиям санитарных правил и гигиенических нормативов;
- должен быть исключен сброс в водные объекты неочищенных и необезвреженных вод, а также вод, содержащих вещества, для которых не установлены ПДК.

9.10 При осуществлении сброса сточных вод непосредственно в водные объекты предприятие обязано разработать и утвердить в установленном порядке нормативы по предельно допустимым сбросам сточных вод.

9.11 Спуск производственных сточных вод в городскую канализационную сеть следует осуществлять в соответствии с [6].

9.12 Сточные воды производства ПП должны быть разделены на потоки в соответствии с технологией работы очистных сооружений (кислотно-щелочные, циансодержащие, хромсодержащие и др.).

9.13 Отработанные растворы кислотного и щелочного травления, химического меднения должны быть подвергнуты утилизации или регенерации.

9.14 Залповые сбросы отработанных растворов, содержащих ионы тяжелых металлов, запрещаются.

9.15 Мероприятия по охране сточных вод должны учитывать требования ГОСТ Р 72363.

9.16 При реконструкции и техническом перевооружении цеха ПП следует предусмотреть максимальное использование каскадных и струйных промывок.

9.17 При решении схем водоснабжения и канализации следует максимально использовать воду внутри предприятия. Для этого должны быть предусмотрены устройства оборотных систем использования отработанной воды, а также повторного использования очищенных сточных вод.

Приложение А
(рекомендуемое)

Критерии качества выполнения операции

Таблица А.1

Наименование операции	Критерии качества выполнения операции
1 Сверление монтажных и переходных отверстий	1.1 Значения предельных отклонений размеров отверстий не должны превышать указанных в ГОСТ Р 53429. 1.2 Ширина поверхностных сколов, ореолов вокруг отверстий не должна превышать указанных в ГОСТ 23664. 1.3 Стенки отверстий должны быть гладкими, без механических повреждений
2 Подготовка поверхности	2.1 После обработки поверхность меди должна быть матовой, однородной, без окисной пленки и видимых загрязнений. 2.2 Сплошная пленка воды должна удерживаться на поверхности при наклоне под углом 60° в течение 30 с. 2.3 Шероховатость поверхности должна быть от 1,25 до 2,5 мкм
3 Получение рисунка схемы методом фотопечати	3.1 Слой СПФ после нанесения на заготовку должен быть без складок, пузырей, царапин, отслоений, посторонних включений; не допускаются непрокрытые фоторезистом участки поверхности рабочего поля заготовки. 3.2 После проявления защитный слой фоторезиста должен быть без царапин, сколов, не допускается наличие фоторезиста на проявленных участках. 3.3 Край рисунка должен быть ровным и четким. 3.4 При тентинг-методе фоторезист должен перекрывать все отверстия. 3.5 После удаления защитного рельефа на заготовках ПП не должно быть остатков фоторезиста
4 Получение рисунка схемы сеткографическим методом	4.1 Рисунок схемы должен быть четким, без разрывов и царапин. 4.2 Не допускаются посторонние включения в защитный рельеф, наплывы краски, уменьшающие минимальные расстояния между элементами схемы
5 Травление меди	5.1 Рисунок схемы после травления не должен иметь разрывов на элементах и недотравленных участков меди на пробельных местах. 5.2 Боковое подтравливание на сторону элемента не должно превышать половины толщины стравливаемой меди
6 Прессование	6.1 После прессования на заготовке МПП должны отсутствовать вздутия, признаки расслоения, отслоения фольги, вмятины, выступание рельефа внутренних слоев через фольгу наружных слоев. 6.2 Контроль режима прессования следует проводить путем оценки качества тест-образца после воздействия на него термоудара при температуре 255 °С — 265 °С в течение 10—15 с. 6.3 Предельное отклонение толщины МПП не должно быть более: 1) ±0,2 мм — для МПП толщиной до 1,5 мм включ.; 2) ±0,3 мм — для МПП толщиной св. 1,5 до 3,0 мм включ.; 3) ±0,5 мм — для МПП толщиной св. 3,0 до 4,5 мм включ.; 4) ±0,65 мм — для МПП толщиной св. 4,5 мм
7 Подготовка поверхности отверстий МПП перед металлизацией	7.1 Поверхность диэлектрика в отверстии должна быть темной, без остатков продуктов травления. 7.2 Кольцевые выступы меди контактных площадок внутренних слоев должны быть очищены от смолы. 7.3 Глубина выступа контактной площадки внутреннего слоя должна составлять от 0 до 30 мкм

Окончание таблицы А.1

Наименование операции	Критерии качества выполнения операции
8 Предварительная химико-гальваническая металлизация	8.1 Слой химически осажденной меди в отверстиях должен быть сплошным, плотным, мелкокристаллическим, без разрывов и царапин; цвет осадка — от светло-розового до темно-розового. 8.2 Химически осажденная медь должна отсутствовать на поверхности медной фольги. 8.3 Гальваническое покрытие медью должно быть сплошным, светло-розовым, без набросов, пузырей, отслоений, блестящих полос. При непрерывной химико-гальванической металлизации критерием качества является пункт 9.3 настоящей таблицы
9 Основное гальваническое меднение	9.1 Гальваническое покрытие медью должно быть сплошным, светло-розовым, без набросов, пузырей, отслоений, блестящих полос. 9.2 Относительное удлинение гальванического осадка меди должно быть не менее 4 %, при применении бессвинцовой пайки — не менее 8 %. 9.3 Толщина осадка меди в отверстии должна быть не менее 20 мкм для двусторонних и 25 мкм для МПП. 9.4 Общая толщина гальванического покрытия не должна превышать толщины СПФ
10 Нанесение защитного металлорезиста (олово, олово-свинец)	10.1 Защитное металлопокрытие должно быть сплошным, мелкокристаллическим, светло-серым; не допускается отслоение металлорезиста от гальванической меди. 10.2 На поверхности покрытия должны отсутствовать дендриты и темные пятна. 10.3 Толщина сплава олово-свинец должна составлять 10—15 мкм, содержание олова в сплаве (61 ± 5) %, свинца — (39 ± 5) %. 10.4 Толщина олова должна быть не менее 3 мкм
11 Оплавление сплава олово-свинец	11.1 На поверхности ПП не должно оставаться следов флюса. 11.2 Припой на проводниках и стенках отверстий должен быть полностью оплавлен. 11.3 Оплавленное покрытие должно быть сплошным, без трещин, пор, посторонних включений. 11.4 На ПП не допускаются: отслоение проводников, вспучивание и подгар диэлектрического основания, наплывы припоя на контактных площадках и проводниках в виде капель, темные пятна на покрытии, наплывы размером более 0,2 мм, наличие перемычек
12 Нанесение защитной маски	12.1 Защитная маска должна полностью покрывать участки ПП в соответствии с КД. 12.2 Слой защитной маски должен быть сплошным, равномерным, глянцевым, без вздутий, отслоений, раковин, трещин, пор и инородных включений. 12.3 Защитная маска не должна закрывать контактные площадки, контактные группы, монтажные отверстия
13 Нанесение финишных покрытий: - лужение; - нанесение иммерсионных покрытий	13.1 Облуженная поверхность должна быть сплошной, гладкой, без отслоений и посторонних включений. 13.2 Припой не должен полностью заполнять монтажные отверстия. 13.3 Не допускается наличие припоя на поверхности диэлектрика и защитной маски. 13.4 Не допускаются на контактных площадках наплывы припоя размером более 0,2 мм. 13.5 На покрываемой поверхности не должно быть пятен и мест, не прокрытых финишным покрытием. 13.6 Толщина покрытия никель-золото должна составлять: никель 1—5 мкм, золото 0,08—0,2 мкм. 13.7 Толщина слоя олова должна быть не менее 0,8 мкм. 13.8 Толщина слоя серебра должна быть 0,15—0,3 мкм
14 Нанесение покрытия на разъемы и контактные группы (золото, палладий, серебро)	14.1 На покрытии должны отсутствовать раковины, дендриты, отслоения, растрескивание. 14.2 Толщина покрытия должна соответствовать требованиям ГОСТ 9.303

Примечание — Данные таблицы могут корректироваться в зависимости от состава применяемых операций.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Примеры схем изготовления печатных плат

Б.1 Схема изготовления ОПП с неметаллизированными отверстиями на фольгированном основании: проводящий рисунок образован путем травления медной фольги, контактные площадки облужены. Пример схемы приведен в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Подготовка поверхности заготовок	6.3
Получение рисунка платы	6.4
Травление меди	6.6
Нанесение маски	6.23
Лужение	6.21
Маркирование	6.24
Получение отверстий и вырубка контура	6.1
Упаковка	6.25

Б.2 Схема изготовления ОПП с неметаллизированными отверстиями на нефольгированном основании: проводящий рисунок платы образован путем нанесения токопроводящей пасты и облужен. Пример схемы приведен в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Подготовка поверхности заготовок	6.3
Получение рисунка платы с использованием токопроводящей пасты	6.19
Получение отверстий	6.1
Лужение проводящего рисунка	6.21
Вырубка контура	6.1
Маркирование	6.24
Упаковка	6.25

Б.3 Схема изготовления ДПП с металлизированными отверстиями на фольгированном основании: проводящие рисунки на обеих сторонах платы и их соединения через отверстия выполнены путем химико-электролитической металлизации; на «голом» медном проводящем рисунке — защитная паяльная маска; в местах, свободных от маски, проводящий рисунок облужен. Пример схемы приведен в таблице Б.3.

Таблица Б.3

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Предварительное меднение	6.10
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия — олова	6.13, 6.14
Травление меди	6.6
Травление олова	6.7
Нанесение защитной маски	6.22
Лужение	6.21
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Упаковка	6.25

Б.4 Схема изготовления ДПП с металлизированными отверстиями на фольгированном основании: проводящие рисунки на обеих сторонах платы и их соединения через отверстия выполнены путем химико-электролитической металлизации; на «голом» медном проводящем рисунке защитная паяльная маска; в местах, свободных от маски, проводящий рисунок позолочен. Пример схемы приведен в таблице Б.4.

Таблица Б.4

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Скрайбирование контура плат	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Предварительное и основное меднение	6.12, 6.13
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.5
Травление меди	6.6
Нанесение защитной маски	6.23
Химическое золочение	по ГОСТ 9.305
Маркирование	6.24
Упаковка	6.25

Б.5 Схема изготовления ДПП с металлизированными отверстиями на фольгированном основании: проводящие рисунки на обеих сторонах платы и их соединения через отверстия выполнены путем химико-электролитической металлизации; электролитическое защитное покрытие из сплава олово-свинец оплавлено. Пример схемы приведен в таблице Б.5.

Таблица Б.5

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Предварительное меднение	6.12
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.5
Основное меднение и нанесение защитного покрытия покрытия олово-свинец	6.13, 6.20
Травление меди	6.6
Оплавление сплава олово-свинец	6.20
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Консервация	6.25
Упаковка	6.25

Б.6 Пример, приведенный в таблице Б.6, содержит схему изготовления ДПП с металлизированными отверстиями и КПК на фольгированном основании. Проводящие рисунки на обеих сторонах платы и их соединения через отверстия выполнены путем химико-электролитической металлизации.

Таблица Б.6

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Предварительное и основное меднение	6.10, 6.13
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Травление меди	6.6
Нанесение защитной маски	6.23
Лужение	6.21
Нанесение покрытий на КПК	6.16
Маркирование	6.24
Упаковка	6.25

Б.7 Пример, приведенный в таблице Б.7, содержит схему изготовления МПП со сквозными металлизированными отверстиями на фольгированных основаниях. Проводящие рисунки на внутренних слоях образованы путем травления медной фольги. Проводящие рисунки на наружных слоях и все необходимые соединения через металлизированные отверстия выполнены путем химико-электролитической металлизации. Электролитическое защитное покрытие из сплава олово-свинец оплавлено.

Таблица Б.7

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Термостабилизация	6.2
Получение фиксирующих и технологических отверстий	6.1
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка внутренних слоев	6.4
Травление меди	6.6
Подготовка слоев перед прессованием	6.3
Прессование	6.8
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Подготовка отверстий перед металлизацией	6.9
Предварительное меднение	6.10
Получение рисунка наружных слоев	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия олово-свинец	6.1, 6.14
Травление меди	6.6
Оплавление покрытия олово-свинец	6.20
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Упаковка	6.25

Б.8 Пример, приведенный в таблице Б.8, содержит схему изготовления МПП со сквозными и внутренними переходными отверстиями на фольгированных основаниях. Проводящие рисунки на внутренних и наружных слоях и все необходимые соединения через металлизированные отверстия выполнены путем химико-электролитической металлизации. Электролитическое защитное покрытие из сплава олово-свинец на наружных слоях оплавлено.

Таблица Б.8

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Термостабилизация	6.2
Получение фиксирующих и технологических отверстий	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Предварительное и основное меднение	6.10, 6.13
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка внутренних слоев	6.4
Травление меди	6.6
Подготовка слоев перед прессованием	6.3
Прессование	6.8

Окончание таблицы Б.8

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Подготовка отверстий перед металлизацией	6.9
Предварительное меднение	6.10
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка наружных слоев	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия олово-свинец	6.13, 6.14
Травление меди	6.6
Оплавление покрытия олово-свинец	6.20
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Упаковка	6.25

Б.9 Пример, приведенный в таблице Б.9, содержит схему изготовления ДПП с металлизированными отверстиями на фольгированном основании. Проводящие рисунки на обеих сторонах платы и их соединения через отверстия выполнены с использованием процесса прямой металлизации. На медном проводящем рисунке — защитная паяльная маска. В местах, свободных от маски, проводящий рисунок облужен.

Таблица Б.9

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Прямая металлизация	6.11
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия — олова	6.13, 6.14
Травление меди	6.6
Травление олова	6.7
Нанесение защитной маски	6.22
Лужение	6.21
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Упаковка	6.25

Б.10 Пример, приведенный в таблице Б.10, содержит схему изготовления ДПП с металлизированными отверстиями на фольгированном основании. Проводящие рисунки на обеих сторонах платы и их соединения через отверстия выполнены с использованием процесса прямой металлизации. На медном проводящем рисунке — защитная паяльная маска. В местах, свободных от маски, на проводящий рисунок нанесено ОЗП.

Таблица Б.10

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Прямая металлизация	6.11
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия — олова	6.13, 6.14
Травление меди	6.6
Травление олова	6.7
Нанесение защитной маски	6.22
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Нанесение ОЗП	6.15.15—6.15.17
Упаковка	6.25

Б.11 Пример, приведенный в таблице Б.11, содержит схему изготовления ДПП с металлизированными отверстиями на фольгированном основании. Проводящие рисунки на обеих сторонах платы и их соединения через отверстия выполнены с использованием процесса прямой металлизации. На медном проводящем рисунке — покрытие никель-серебро. В местах, свободных от маски, на проводящий рисунок нанесено ОЗП.

Таблица Б.11

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Прямая металлизация	6.11
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия никель-серебро	6.13, 6.15.8—6.15.13
Травление меди	6.6
Нанесение защитной маски	6.22
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Нанесение ОЗП	6.15.15—6.15.17
Упаковка	6.25

Б.12 Пример, приведенный в таблице Б.12, содержит схему изготовления ДПП с металлизированными отверстиями на фольгированном основании. Проводящие рисунки на обеих сторонах платы и их соединения через отверстия выполнены с использованием процесса химического меднения. На медном проводящем рисунке — защитная паяльная маска. В местах, свободных от маски, на проводящий рисунок нанесено покрытие химический никель — иммерсионное золото.

Таблица Б.12

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Предварительное (химическое) меднение	6.10
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия — олова	6.13, 6.14
Травление меди	6.6
Травление олова	6.7
Нанесение защитной маски	6.22
Нанесение покрытия химический никель — иммерсионное золото	6.17
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Упаковка	6.25

Б.13 Пример, приведенный в таблице Б.13, содержит схему изготовления МПП со сквозными металлизированными отверстиями на фольгированных основаниях. Проводящие рисунки на внутренних слоях образованы путем травления медной фольги. Проводящие рисунки на наружных слоях платы и их соединения через отверстия выполнены с использованием процесса прямой металлизации. На медном проводящем рисунке — защитная паяльная маска. В местах, свободных от маски, проводящий рисунок облужен.

Таблица Б.13

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Термостабилизация	6.2
Получение фиксирующих и технологических отверстий	6.1
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка внутренних слоев	6.4
Травление меди	6.6
Подготовка слоев перед прессованием	6.3
Прессование	6.8
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Подготовка отверстий перед металлизацией	6.9
Прямая металлизация	6.11
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия — олова	6.13, 6.14
Травление меди	6.6

Окончание таблицы Б.13

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Травление олова	6.7
Нанесение защитной маски	6.22
Лужение	6.21
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Упаковка	6.25

Б.14 Пример, приведенный в таблице Б.14, содержит схему изготовления МПП со сквозными металлизированными отверстиями на фольгированных основаниях. Проводящие рисунки на наружных слоях платы и их соединения через отверстия выполнены с использованием процесса прямой металлизации. На медном проводящем рисунке — защитная паяльная маска. В местах, свободных от маски, на проводящий рисунок нанесено ОЗП.

Таблица Б.14

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Термостабилизация	6.2
Получение фиксирующих и технологических отверстий	6.1
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка внутренних слоев	6.4
Травление меди	6.6
Подготовка слоев перед прессованием	6.3
Прессование	6.8
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Подготовка отверстий перед металлизацией	6.9
Прямая металлизация	6.11
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия — олова	6.13, 6.14
Травление меди	6.6
Травление олова	6.7
Нанесение защитной маски	6.22
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Нанесение ОЗП	6.15.15—6.15.17
Упаковка	6.25

Б.15 Пример, приведенный в таблице Б.15, содержит схему изготовления МПП со сквозными металлизированными отверстиями на фольгированных основаниях. Проводящие рисунки на внутренних слоях образованы путем травления медной фольги. Проводящие рисунки на наружных слоях платы и их соединения через отверстия выполнены с использованием процесса прямой металлизации. На медном проводящем рисунке — покрытие никель-серебро. В местах, свободных от маски, на проводящий рисунок нанесено ОЗП.

Таблица Б.15

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Термостабилизация	6.2
Получение фиксирующих и технологических отверстий	6.3
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка внутренних слоев	6.4
Травление меди	6.6
Подготовка слоев перед прессованием	6.3
Прессование	6.8
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Подготовка отверстий перед металлизацией	6.9
Прямая металлизация	6.11
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия — никель-серебро	6.13, 6.15.8—6.15.13
Травление меди	6.6
Нанесение защитной маски	6.22
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Нанесение ОЗП	6.15.15—6.15.17
Упаковка	6.25

Б.16 Пример, приведенный в таблице Б.16, содержит схему изготовления МПП со сквозными металлизированными отверстиями на фольгированных основаниях. Проводящие рисунки на внутренних слоях образованы путем травления медной фольги. Проводящие рисунки на наружных слоях платы и их соединения через отверстия выполнены с использованием процесса химического меднения. На медном проводящем рисунке — защитная паяльная маска. В местах, свободных от маски, на проводящий рисунок нанесено покрытие химический никель — иммерсионное золото.

Таблица Б.16

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Получение заготовок	6.1
Термостабилизация	6.2
Получение фиксирующих и технологических отверстий	6.1

Окончание таблицы Б.16

Наименование и последовательность операций	Требования к операции (структурный элемент стандарта)
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка внутренних слоев	6.4
Травление меди	6.6
Подготовка слоев перед прессованием	6.3
Прессование	6.8
Сверление отверстий для металлизации	6.1
Подготовка отверстий перед металлизацией	6.9
Предварительное (химическое) меднение	6.10
Подготовка поверхности	6.3
Получение рисунка ПП	6.4
Основное меднение и нанесение защитного покрытия — олово	6.13, 6.14
Травление меди	6.6
Травление олова	6.7
Нанесение защитной маски	6.22
Нанесение покрытия химический никель — иммерсионное золото	6.17
Маркирование	6.24
Механическая обработка	6.1
Упаковка	6.25

Приложение В
(рекомендуемое)

Методика определения пластичности (относительного удлинения) медных осадков

В.1 Относительное удлинение образцов определяют при помощи разрывной машины методом растяжения до разрыва при нагрузке до 100 кг и скорости перемещения захвата от 5 до 10 мм/мин.

В.2 Изготовление образцов из осажденной меди с толщиной слоя от 30 до 40 мкм производят по ГОСТ 11701. Количество контролируемых образцов должно быть не менее 10 шт.

В.3 Подложку, на которую осаждают медное покрытие, изготавливают из нержавеющей стали. Шероховатость поверхности подложки должна быть Ra < 6,3 мкм по ГОСТ 2789.

В.4 Термообработку образцов проводят после снятия их с основы при температуре от 100 °С до 110 °С в течение 1 ч, затем охлаждают при комнатной температуре и выдерживают до измерения не менее 24 ч.

В.5 Маркировку образцов производят на участках зажима, на рабочем участке образцов тонкой иглой без нажима наносят среднюю линию и риски, обозначающие базу l_0. Длина рисок должна составлять от 3 до 4 мм.

В.6 После разрыва измеряют расстояние от линии разрыва до риски на обеих частях образца. Полученные величины в сумме составят длину базы l_k. Измерение размеров базы до и после испытания производят с точностью ±0,01 мм с помощью любого измерительного микроскопа, обеспечивающего указанную точность измерения.

В.7 Относительное удлинение δ, %, вычисляют по формуле

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100. \qquad \text{(В.1)}$$

Приложение Г
(рекомендуемое)

Перечень отходов при производстве печатных плат

Таблица Г.1

ТО	Компоненты отходов
Химическая подготовка поверхности: растворы обезжиривания, микротравления и декапирования	Кислоты: серная, муравьиная; тринатрийфосфат, щелочи, органические добавки
Травление меди	Кислые растворы — медь двухлористая, аммоний хлористый. Щелочные растворы — медь двухлористая, аммиак, комплексная аммиачная соль
Травление олова	Соли меди, олова, кислота соляная
Химическая металлизация	Соли меди, комплексообразующие соединения (трилонаты; тартраты), органические добавки
Гальваническая металлизация	Соли меди, олова, борфториды
Получение рисунка схемы: - щелочепроявляемые фоторезисты, - органопроявляемые фоторезисты	 Щелочи, органические соединения (сополимеры стирола с эфиром малеиновой кислоты, олигоэфиракрилат и др.) Органические растворители, содержащие полиметилакрилат, олигоэфиракрилат и др.
Подготовка нефольгированных диэлектриков: - обезжиривание, - набухание, - травление поверхностного слоя	 Щелочные растворы, биологически разлагаемые поверхностно-активные вещества Органический растворитель Ангидрид хромовый
Химическая очистка отверстий МПП	Кислоты серная, фтористоводородная; перманганат калия
Облуживание, оплавление	Окись этилена, окись пропилена с пропиленгликолем

Библиография

[1] РД 50-708-91 Инструкция. Платы печатные. Требования к конструированию

[2] ОСТ 107.460092.028 Платы печатные. Технические требования к технологии изготовления

[3] Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479

[4] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии, утвержденные приказом Минэнерго России от 12 августа 2022 г. № 811

[5] СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

[6] Правила холодного водоснабжения и водоотведения, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 июля 2013 г. № 644

УДК 621.38-213:006.354 ОКС 31.180

Ключевые слова: печатные платы, технологии производства печатных плат

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 24.12.2025. Подписано в печать 05.02.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru