

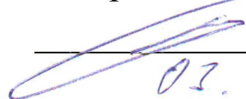


Общество с ограниченной
ответственностью
«РУСАЛОКС»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

Е.Д. Беспрозванный


03.07.2017

**АЛЮМИНИЕВЫЕ ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ
С АНОДИРОВАННОЙ НАНОПОРИСТОЙ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

МСФА.758700.001 ТУ

Дата введения

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

г. Владимир

Предисловие

Технические условия (ТУ) разработаны специалистами ООО «РУСАЛОКС» взамен ТУ 63 9800-001-68983764-2014.

1 Область применения

Настоящие ТУ разработаны для алюминиевых печатных плат с анодированной нанопористой диэлектрической структурой (ПП), изготавливаемых по алюмооксидной технологии.

Печатные платы предназначены для монтажа электронных компонентов. В основе технологии – получение нанопористого слоя Al_2O_3 на алюминиевой пластине методом анодирования.

2 Нормативные ссылки

В настоящих ТУ использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

[ГОСТ Р 53386-2009](#) Платы печатные. Термины и определения.

[ГОСТ Р 50626-93](#) Платы печатные. Основные положения построения технических условий.

[ГОСТ Р 53429-2009](#) Платы печатные. Основные параметры конструкции.

[ГОСТ Р 55693-2013](#) Платы печатные жесткие. Технические требования.

[ГОСТ Р 50621-93](#) Платы печатные одно- и двусторонние с неметаллизированными отверстиями. Общие технические требования.

[ГОСТ Р 50622-93](#) Платы печатные двусторонние с металлизированными отверстиями. Общие технические требования.

[ГОСТ Р 55490-2013](#) Платы печатные. Общие технические требования к изготовлению и приемке.

[ГОСТ Р 54849](#) (IPC-SM-840E:2010) Маска паяльная защитная для печатных плат. Общие технические условия.

[ГОСТ Р 55490-2013](#) Платы печатные. Общие технические требования к изготовлению и приемке.

[ГОСТ Р 55744-2013](#) Платы печатные. Методы испытаний физических параметров.

[ГОСТ Р 55491-2013](#) Платы печатные. Правила восстановления и ремонта.

[ГОСТ IEC 62031-2011](#) Модули светоизлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности.

[ГОСТ 23216-78](#) Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

МСФА.758700.001 ТУ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Разраб.	Осин		<i>Осин</i>	03.07
Пров.	Баландин		<i>Баландин</i>	03.07
Н.Контр.				
Утв.	Беспрозванный		<i>Беспрозванный</i>	03.07

Алюминиевые печатные платы с анодированной нанопористой диэлектрической структурой
Технические условия

Лит. Лист Листов

1 2

ООО «РУСАЛОКС»

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем стандарте применены термины по [ГОСТ Р 53386-2009](#).

4 Основные параметры и размеры

4.1 ПП должны быть разработаны в соответствии с требованиями таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Требования к проектированию ПП

№ п/п	Параметры	Рекомендуемое значение	Предельное значение
1	Толщина платы, мм	1,5	
2	Толщина слоя оксида, мкм	70	80±10
3	Толщина медного слоя, мкм	35	5-110
4	Финишное покрытие	IAg, бессвинцовый припой, ПОС63, ENIG	
5	Толщина финишного покрытия	обеспечение паяемости	
6	Максимальный размер рабочего поля печатной платы, мм	290x450	
7	Обработка контура	скрайбирование, фрезерование	
8	Цвет маркировки	оксид (высвобождение в маске)	белый, черный, зеленый, лужение
9	Цвет паяльной маски	белый, супер белый, черный, зеленый (по умолчанию белая RS2000 или аналог)	
10	Количество слоев	3	
11	Минимальная ширина проводника, мм	0,35. Требования класса 2 по 5.7.4 ГОСТ Р 55693-2013	0,25. Требования класса 2 по 5.7.4 ГОСТ Р 55693-2013
12	Минимальный гарантийный поясок, мм	0,35. Требования класса 2 по 5.7.3 ГОСТ Р 55693-2013	0,25+teardrop
13	Минимальный зазор между токоведущими элементами, мм	0,5. Требования класса 2 по 5.7.5 ГОСТ Р 55693-2013	0,3
14	Минимальный зазор между контуром платы и токоведущими элементами, мм	1	0,6
15	Ширина высвобождения от маски, мм		
	- скрайбирование	0,8	
	- фрезерование	диаметр фрезы + 0,25	
	- сверление	диаметр сверла + 0,2	
16	Минимальный диаметр отверстий, мм	0,8±0,2 мм	
17	Минимальный диаметр переходных отверстий, мм	1,5 (+)200 мкм, (-) нет требований	0,8 (+)200 мкм, (-) нет требований
18	Минимальный диаметр металлизированных отверстий под установку компонентов	1,5±0,2 мм	0,8±0,2 мм
19	В отверстиях для проводов выполнить зенковку, мм	0,5x45°	
20	Минимальный зазор между площадкой и паяльной маской, мм	0,2	0,1
21	Минимальный размер обособленного участка паяльной маски, мм (например, между падами)	0,3	0,15
22	Разрешение маркировки эспанирование/сеткография, мм	0,3/0,4	0,25/0,3
23	Минимальная высота шрифта маркировки (сеткография), мм	1,5	1,2
24	Минимальная высота шрифта маркировки (экспонирование), мм	1	
25	Минимальный размер высвобождения при маркировке финишным покрытием, мм	0,4	0,3

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МСФА.758700.001 ТУ

Лист

2

№ п/п	Параметры	Рекомендуемое значение	Предельное значение
26	Минимальный зазор между маркировкой и высвобождением контактной площадки экспансионное/сеткография	0,2/1	
27	Расстояние от контура платы до маркировки, мм	0,5	
28	Если конструкцией модуля не запланировано использование электроизоляционных втулок или шайб, то необходимо выполнить высвобождение в крепежных отверстиях, мм		
	- в слое OxidTop	Ø головки винта(Ø буртика заклепки)+0,3	
	- в слое OxidBot	Ø отверстия + 0,3	
	- в слое MaskTop	кольцо с внутренним диаметром равным диаметру головки винта(Ø буртика заклепки), толщина линии 0,3 мм	
29	Минимальный зазор между контуром платы и элементами оксида, мм	0,4	0,3
30	Минимальный размер обособленного участка оксида, мм	2,5	1
31	Минимальный зазор между элементами оксида, мм	2	1
32	Гарантийный размер перекрытия медных проводников слоем оксида, мм	0,3	0,25
33	Радиус скругления углов элементов оксида, мм	0,8	0,5
34	Реперные знаки. Диаметр Top/PasteTop/MaskTop, мм	1/1/2,5	1/1/2
35	Класс функционирования	По умолчанию класс 2 по ГОСТ Р 55490-2013	

4.2 Неуказанные параметры и размеры в таблице 4.1 должны быть выполнены в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 53429-2009](#) по третьему классу точности для односторонних и двусторонних печатных плат.

4.3 По согласованию с заказчиком используются финишные покрытия отличные от IAg.

5 Технические требования

5.1 Общие требования

5.1.1 Подложки должны соответствовать требованиям конструкторской документации (КД) с учетом требований настоящих ТУ или требований специальных ТУ, согласованных и утвержденных с Заказчиком.

5.1.2 КД должна состоять из электронного файла проекта, разработанного в одной из САПР и пояснительной записки, содержащей специальные требования, предъявляемые Заказчиком.

5.1.3 После механических воздействий, установленных в КД на РЭС, ПП должны соответствовать требованиям настоящих ТУ.

5.1.4 Готовые печатные платы должны быть одинаковыми по качеству без внешних признаков загрязнения, инородных примесей, масла, отпечатков пальцев, размазывания припоя на поверхность диэлектрика, остатков флюса и других загрязнителей, которые влияют на срок службы, качество сборки и удобство в обслуживании. Печатные платы не должны содержать дефекты, недопустимые в соответствии с настоящими ТУ. Не должно быть никаких признаков разделения или отслоения металлизированных покрытий от поверхности проводящего образца или проводника от базового материала, если

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МСФА.758700.001 ТУ

Лист

3

это не разрешено. На поверхности печатной платы не должно быть никаких отколовшихся гальванических покрытий.

5.1.5 Трещины по краям печатной платы, по краям пазов и неметаллизированных отверстий являются допустимыми, если их размер не превышает 50% расстояния от края до ближайшего проводника или 2,5 мм, в зависимости от того, что меньше. Расстояние между распространением ореола и ближайшим проводником должно быть не меньше минимального расстояния между проводниками или 100 мкм, в зависимости от того, что меньше, если не указано иное. Края должны быть ровными, без металлических заусенцев. Неметаллические заусенцы допустимы, если они плотные и не влияют на монтаж изделия и его функционирование.

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

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

5.1.8 Царапины, вмятины и следы от инструмента допустимы при условии, что они не приводят к перемычкам между проводниками и не уменьшает расстояние между проводниками меньше минимально допустимого, а также не уменьшают диэлектрический зазор ниже минимального значения.

5.1.9 Пустоты в поверхности допустимы при условии, если они не превышают 0,8 мм на самом длинном из размеров, не соединяют проводники перемычкой и не превышают 5% всей площади печатной платы с одной ее стороны.

5.1.10 Если в документации на поставку не указано иное, то максимальный изгиб и скручивание печатной платы должны составлять 0,75% для печатных плат, использующих компоненты поверхностного монтажа, и 1,5% для всех прочих печатных плат. Изгиб, скручивание или любое их сочетание должны определяться физическим измерением по пункту 5.3.9 [ГОСТ Р 55744-2013](#).

5.1.11 Отклонение от перпендикулярности сторон прямоугольных ПП не должно быть более 0,2 мм на 100 мм, если в КД не указаны другие значения.

5.1.12 Пустоты в электроосажденных покрытиях отверстий не должны превышать значений, указанных в таблице 5.1

Таблица 5.1 - Пустоты в покрытии отверстий

Материал	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Медь	Допустимы три пустоты на каждое отверстие, но не более чем в 10% отверстий	Допустима одна пустота на каждое отверстие, но не более чем в 5% отверстий	Недопустимы

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МСФА.758700.001 ТУ	Лист
						4

Материал	Класс 1	Класс 2	Класс 3
Финишное покрытие	Допустимы пять пустот на каждое отверстие, но не более чем в 15% отверстий	Допустимы три пустоты на каждое отверстие, но не более чем в 5% отверстий	Допустима одна пустота на каждое отверстие, но не более чем в 5% отверстий

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

Пустоты в финишном покрытии для печатных плат классов 2 и 3 не должны превышать 5% длины отверстия, для печатных плат класса 1 - 10% длины отверстия. Кольцевые пустоты не должны превышать 90° окружности для классов 1, 2, 3.

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

5.1.14 Адгезия гальванических покрытий определяется в соответствии с п. 7.2.24 с использованием липкой ленты, наносимой и удаляемой с приложением ручной силы перпендикулярно образцу платы. Не должно быть никаких признаков того, что какая-либо часть защитного электролитического покрытия или фольги удалена с образца платы, на что показывают частицы покрытия или фольги образца, находящиеся на ленте. Если нависающий металл (в результате разрастания) отламывается и прилипает к ленте, это является признаком разрастания, но не дефекта адгезии гальванических покрытий.

5.1.15 Прочность на отрыв контактной площадки

Контактная площадка отверстия без компонента должна выдерживать без отслоения от базового материала 2 кг или 25 кг/см² в зависимости от того, что меньше. Расчеты площади контактной площадки не включают в себя площадь, которую занимает само отверстие.

5.2 Требования к электроизоляционному слою Al₂O₃

5.2.1 Электроизоляционный слой Al₂O₃ должен быть без посторонних включений, расслоений, трещин, загрязнений.

Не допускаются:

- пленки, загрязнения маслами, смазками, восками, силиконами и другими веществами препятствующими анодированию;
- вмятины, царапины, посторонние включения, не соответствующие контрольным образцам.

Размеры и количество допустимых незначительных включений, участков не поддающихся анодированию, царапин и вмятин указаны в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Параметры допустимых дефектов электроизоляционного слоя

Вид дефекта	Размер дефекта, мм	Число дефектов на площади 0,25 м ² , не более
Включения или участки не поддающиеся анодированию	Ø не более: 0,10	6
	св. 0,10 до 0,3	3

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МСФА.758700.001 ТУ

Лист
5

Вид дефекта	Размер дефекта, мм	Число дефектов на площади 0,25 м ² , не более
Царапины	Глубиной: от 0,005 до 0,020	Суммарная длина не более: 250 мм
Вмятины/выпуклости	Ø не более: 0,2 св. 0,2 до 0,5 св. 0,5 до 1,0	Допустимы неограниченно 10 1

5.2.2 Теплопроводность зависит от конструкции ПП, толщины диэлектрика и составляет

- для диэлектрика: от 7 до 18 Вт/(м·К);
- для алюминия (высвобождение в оксиде): до 180 Вт/(м·К);
- интегральная теплопроводность (теплопроводность ПП): до 125 Вт/(м·К).

5.3 Требования к алюминиевому основанию

5.3.1 Алюминиевое основание ПП должно быть однородным без посторонних включений, расслоений, трещин, загрязнений.

Допускаются:

- дефекты, допускаемые стандартами и техническими условиями на исходный материал (алюминий 1100).

Не допускаются:

- перемычки между токопроводящими и теплопроводящими слоями, а также замыканий с проводниками и контактными площадками, если это не указано в КД;
- потемнения сплава, цвета побежалости и разнотонность.

5.4 Требования к проводящему рисунку

5.4.1 Общие требования

5.4.1.1 Элементы проводящего рисунка на ПП должны иметь ровные края, не иметь разрывов, темных пятен, вздутий, отслоений.

Неровности по краю элементов проводящего рисунка не должны уменьшать их минимально допустимые размеры и расстояния между ними, указанные в КД.

Зазубрины и вмятины в слое "земля" и слое питания допустимы для классов 2 и 3, если их значение не превышает 1 мм и их не более четырех с каждой стороны платы на площади 625 см². Для класса 1 максимальный размер зазубрины и вмятины не должен превышать 1,5 мм, и их должно быть не более шести с каждой стороны платы на площади 625 см².

Примечание. Элементы проводящего рисунка, не несущие функциональной механической и электрической нагрузки, контролю не подлежат.

5.4.1.2 Защитное металлическое покрытие на поверхности элементов проводящего рисунка должно быть сплошным, без разрывов, отслоений, раковин, пор и посторонних включений.

Инев. № подл.	Подп. и дата				МСФА.758700.001 ТУ	Лист	
						6	
		Инев. № дубл.					
		Взам. инв. №					
		Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Допускаются:

- отсутствие покрытия на торцах элементов проводящего рисунка;
- царапины, не нарушающие целостности покрытия;
- отдельные утолщения и наплывы, не превышающие 0,2 мм;
- следы от конструктивных элементов установок оплавления и контроля, не нарушающие целостности покрытия.

5.2.3 Контактные площадки и металлизированные отверстия должны равномерно смачиваться припоем (обладать паяемостью) по пункту 7.2.10.

5.4.2 Требования к печатным проводникам

Печатные проводники должны быть четкими, без разрывов.

Отдельные протравы (не более пяти на 1 дм² площади ПП) не должны превышать по длине ширину печатного проводника, при этом оставшаяся ширина печатного проводника (суммарная) должна быть не менее минимально допустимой по КД.

Допускаются участки с частичным отсутствием защитного покрытия общей площадью не более 0,2 мм² на одном печатном проводнике, но не более чем на пяти.

5.4.3 Требования к контактными площадкам и концевым печатным контактам

5.4.3.1 Выход отверстия за край контактной площадки не допускается.

На поверхности контактной площадки с металлизированным отверстием, но не в месте перехода печатного проводника в контактную площадку, допускаются несквозные следы от инструмента и точечные протравы.

Количество протрав на одной контактной площадке диаметром 1,3 мм и более не должно превышать трех; на контактной площадке диаметром менее 1,3 мм - одной.

Количество протрав на 1 дм² площадки не должно быть более пяти.

На поверхности контактной площадки под планарный вывод допускается не более трех точечных протрав на одной контактной площадке в контактной группе и не более пяти таких контактных площадок, связанных с проводниками, на ПП.

Число контактных площадок с указанными отклонениями, не связанных с проводниками, не регламентируется.

5.4.3.2 Контактные площадки ПП с металлизированными отверстиями должны выдерживать не менее 4, без металлизированных отверстий - не менее 3 циклов перепаек.

5.4.3.3 Поверхность концевых печатных контактов и контактов переключателей должна быть ровной, без отслоений, царапин, трещин.

Допускается:

- вмятина площадью не более 0,04 мм²;
- две протравы площадью не более 0,04 мм² каждая при расстоянии между ними не менее 1 мм;
- одна протрава площадью не более 0,05 мм², расположенная выше рабочей зоны контакта.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МСФА.758700.001 ТУ	Лист
						7

Ширина полоски с отсутствием гальванического покрытия в месте перехода концевой контактной площадки к печатному проводнику не должна быть более 2 мм.

Такие дефекты, как зазубрины, вмятины и проколы вдоль наружного края прямоугольной контактной площадки под поверхностный монтаж, не должны превышать 20% ее длины и ширины для классов 2 и 3 и 30% для класса 1 и не должны затрагивать "чистую" область площадки, определяемую как 80% ширины площадки и 80% длины площадки (рисунок 4 п. 5.8.2 по [ГОСТ Р 55693-2013](#)). Внутренние дефекты площадки не должны превышать 10% ее длины или ширины для класса 2 или 3 или 20% для класса 1 и должны оставаться вне "чистой" зоны поверхности контактной площадки. Для классов 1-3 допускается одна отметка от электрического тестирования в пределах "чистой" зоны контактной площадки.

На круглых контактных площадках под поверхностный монтаж (BGA выводы) такие дефекты, как зазубрины, вмятины или проколы по краю площадки, не должны распространяться в радиальном направлении в сторону центра площадки более чем на 10% диаметра площадки для классов 1-3 и более чем на 20% по окружности площадки для плат класса 2 или 3, и более чем на 30% для класса 1, как показано на рисунке 5 (п. 5.8.3 по [ГОСТ Р 55693-2013](#)). На "чистой" зоне площадки, определяемой как площадь круга с диаметром, составляющим 80% номинального диаметра площадки, не должно быть дефектов. Отметки от электрического тестирования в пределах "чистой" зоны для классов 1-3 считаются несущими косметический характер и допускаются, если соблюдаются требования к финишному покрытию.

5.4.4 Требования к металлизированным отверстиям

5.4.4.1 Средняя толщина слоя меди в отверстиях должна быть не менее 20 мкм для 1 и 2 классов, 25 мкм для 3 класса. Наименьшее значение толщины должно быть не менее 18 мкм для 1 и 2 классов, 20 мкм для 3 класса.

5.4.4.2 Неметаллизированный участок в отверстиях не должен превышать по окружности 1/4 ее длины, а вдоль отверстия не должен быть более 0,1 толщины ПП, но не в месте перехода отверстия к контактной площадке. Число таких отверстий не должно превышать трех.

Допускается заполнение припоем переходных металлизированных отверстий, а также заполнение смолой несквозных переходных металлизированных отверстий ПП. Смола не должна протекать на контактные площадки наружных слоев платы. Допускается наличие газовых пузырей в смоле, не вызывающих нарушения целостности поверхности.

5.4.5 Требования к экранам

На поверхности экранов, но не в местах пайки, допускается отсутствие защитного покрытия не более чем на трех участках площадью менее 2 мм² каждый и наличие пяти протрав площадью не более 1 мм² каждый на 1 дм² поверхности ПП.

Примечание. По согласованию с главным конструктором изделия и представителем заказчика форма экранов и прорезей в них на готовой ПП может отличаться от графического изображения в КД.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МСФА.758700.001 ТУ	Лист
						8

5.5 Требования к паяльной маске

5.5.1 При наличии на печатной плате защитной паяльной маски она должна отвечать требованиям [ГОСТ Р 54849-2011](#).

5.5.2 Качество покрытия паяльной маской должно соответствовать следующим требованиям:

а) металлические проводники должны быть покрыты маской в соответствии с указаниями на чертеже. Для ретуши оголенных мест необходимо применять материал, который совместим с паяльной маской и имеет стойкость к процессам пайки и очистки печатных плат;

б) на участках с параллельными проводниками соседние проводники должны быть покрыты паяльной маской, за исключением мест, где пространство между проводниками должно быть открытым, как место для проверки или установки на поверхности каких-либо устройств;

в) проводник под компонентом должен быть от него электрически изолирован. Если конкретный компонент еще неизвестен, то область, которую он будет занимать, должна быть показана в документации на поставку;

г) паяльная маска не должна быть на одном уровне с поверхностью площадки. Основной показатель, свидетельствующий об ошибке совмещения паяльной маски, - не должны открываться прилегающие изолированные проводники и площадки;

д) допускается наличие паяльной маски на контактных площадках сквозных металлизированных отверстий, на которые наносится припой, при условии, что не нарушаются требования к минимальному гарантийному пояску контактной площадки для данного класса плат. Другие контактные поверхности, такие как краевой разъем и площадки для поверхностного монтажа, должны быть свободны от паяльной маски, если она специально не указана. Допускается наличие паяльной маски в сквозных металлизированных отверстиях и переходных отверстиях, которые не подвергаются пайке, при условии отсутствия требования в документации на поставку о заполнении этих отверстий припоем. Паяльная маска может покрывать переходные отверстия и может применяться для этой цели. Места, предназначенные для тестирования, должны быть свободны от паяльной маски, если покрытие не указано специально;

е) если контактная площадка не содержит сквозных металлизированных отверстий, как в случае площадок для поверхностного монтажа или площадок под шариковые выводы, ошибка в совмещении не должна вызывать попадания паяльной маски на площадку больше следующих значений:

– на площадках для поверхностного монтажа ошибка совмещения не должна вызывать наплыв паяльной маски на площадку более чем на 50 мкм для площадки с шагом 1,25 мм или более; наплыв не должен превышать 25 мкм для площадки с шагом менее 1,25 мм, причем только с одной стороны площадки;

– на площадках под шариковые выводы из-за ошибки в совмещении допускается разрыв паяльной маски не более чем на 90°; если предусмотрен зазор между маской и площадкой, то наплыв паяльной маски на площадку не допускается, за исключением места соединения с проводником;

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МСФА.758700.001 ТУ

Лист
9

ж) углубления и пустоты в слое маски допускаются на непроводящих участках платы при условии, что они имеют прилегающие края и не проявляются поднятия или вздутия более чем указано в 5.5.3;

и) покрытия между близко расположенными контактными площадками под поверхностный монтаж должны быть такими, как указано в документации на поставку;

к) когда конструкция печатной платы требует наличия паяльной маски по краям печатной платы, скалывание или вздутие паяльной маски вдоль края печатной платы после изготовления не должно превышать 1,25 мм или 50% расстояния до ближайшего проводника, в зависимости от того, что меньше.

5.5.3 На отвержденной паяльной маске не должно быть клейкости, расслаивания, пузырей или вздутия, кроме следующих случаев:

а) на печатных платах класса 1 допускаются вздутия, пузыри и расслоения, не создающие перемычек между проводниками;

б) на печатных платах классов 2 и 3 допускаются два дефекта на сторону с максимальным размером 0,25 мм по самому длинному параметру, если они не уменьшают расстояние между проводниками более чем на 25%.

5.5.4 При испытании на адгезию по пункту 7.2.26 максимальный процент поднятия отвержденной паяльной маски на купоне G по [ГОСТ Р 55693-2013](#) или готовой печатной плате должен быть равен 10 для первого класса, 5 – для второго класса и 0 для третьего класса.

5.5.5 Требование измерения толщины паяльной маски относится к договоренностям между производителем и потребителем. Если необходимо, используют метод по п. 7.2.12, или проводят оценку путем измерения микрошлифа параллельных проводников на купоне E [ГОСТ Р 55693-2013](#).

5.6 Требования к маркировочным знакам

5.6.1 Маркировочные знаки, нанесенные краской или выполненные высвобождением в слое маски, должны быть устойчивыми к воздействию нейтральных растворителей, применяемых при изготовлении ПП и сборке печатных узлов.

5.6.2 Маркировочные знаки должны быть ясно читаемы. Допускается частичное нарушение изображения маркировочных знаков, не затрудняющее их чтение.

Маркировочные знаки из проводникового материала или токопроводящей краски могут касаться одного из элементов проводящего рисунка, при этом расстояние до соседнего элемента проводящего рисунка не должно быть менее указанного в КД.

5.7 Требования к электрическим параметрам

5.7.1 Элементы проводящего рисунка должны обеспечивать правильность монтажных соединений, целостность цепей и отсутствие коротких замыканий.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МСФА.758700.001 ТУ

Лист
10

5.7.2 Значение сопротивления электрических цепей устанавливают в КД на ПП. При отсутствии таких указаний проверку по данному пункту требований не проводить.

5.7.3 Металлизированные отверстия должны выдерживать кратковременную токовую нагрузку из расчета 600 А/мм^2 .

5.7.4 Сопротивление изоляции

Тест-купоны, предназначенные для испытания, не должны иметь дефекты в большей степени, чем указано в пп.5.4.1.1 и 5.3.1. Сопротивление изоляции при испытании по пункту 7.2.9 должно отвечать минимальным требованиям, указанным в таблице 5.3 (при 500 В постоянного напряжения по умолчанию, или 1000 В по согласованию с заказчиком). Требования к сопротивлению изоляции готовых печатных плат, не подвергавшихся климатическим воздействиям, подлежат согласованию между производителем и потребителем.

Конформное покрытие должно быть нанесено на печатные платы до воздействия влаги в камере влажности. Окончательные измерения следует проводить при комнатной температуре в течение 2 ч после удаления плат из камеры. Во время испытаний все слои должны находиться под постоянным напряжением $(100 \pm 10) \text{ В}$. Локальное отслоение конформного покрытия не должно превышать 3 мм от края тест-кулона или готовой печатной платы.

Таблица 5.3 - Сопротивление изоляции

Сопротивление	Класс 1	Класс 2	Класс 3
До климатических воздействий	Сохраняет электрическую работоспособность	500 МОм	1 ГОм
После воздействия влаги	Сохраняет электрическую работоспособность	100 МОм	500 МОм

5.7.5 Сопротивление изоляции между двумя электрически не связанными элементами проводящего рисунка, кроме цепей питания, должно быть не менее указанного в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Сопротивление изоляции между двумя электрически не связанными элементами проводящего рисунка, МОм

Нормальные условия	Относительная влажность $(93 \pm 3)\%$					Повышенная температура		
	при температуре $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$	при температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$				$(85 \pm 3)^\circ\text{C}$	$(100 \pm 3)^\circ\text{C}$	$(120 \pm 5)^\circ\text{C}$
		1 ч	2 сут	4 сут	10 сут			
10000	700	30	20	5	1	300	200	100

Допускается по согласованию с заказчиком результаты проверки сопротивления изоляции в условиях относительной влажности $(93 \pm 3)\%$ при температуре $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$, проводимой при пооперационном контроле ПП, распространять на прямо-сдаточные испытания.

Сопротивление изоляции между электрически не связанными цепями совместной протяженностью более 350 мм и цепями питания должно быть не менее 1000 МОм в нормальных климатических условиях, 100 МОм в условиях

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МСФА.758700.001 ТУ

Лист
11

относительной влажности (93±3)% при температуре (25±10) °С и 1 МОм в любых других климатических условиях, если другие значения не указаны в КД.

5.7.6 Электрическая прочность изоляции

Диэлектрический материал печатной платы должен выдерживать воздействие повышенного напряжения в соответствии с таблицей 5.5 без пробоя изоляции, пробоя между проводниками или пробоя между проводниками и контактными площадками при испытании тест-купонов или готовых печатных плат по пунктам 7.2.16. ПП для светодиодных модулей должны соответствовать классу 3 по таблице 5.5, если позволяет топология и конструкция ПП.

Таблица 5.5 - Электрическая прочность изоляции

Показатель	Класс 1	Классы 2	Класс 3
Напряжение, В, для расстояния 50 мкм или более	Нет требований	500 ⁺¹⁵ постоянного напряжения	2000 В переменного напряжения для IAg, 1400 для бессвинцового припоя и ПОС63
Напряжение, В, для расстояния менее 50 мкм	Нет требований	250 ⁺¹⁵ постоянного напряжения	1400 В переменного напряжения
Время, с	Нет требований	<60	<60

При испытании печатных плат напряжение должно применяться между проводниками и/или контактными площадками и алюминиевым основанием таким образом, чтобы каждый проводник или область контактных площадок подвергались тестированию (например, с использованием металлической щетки или алюминиевой фольги). Печатная плата должна выдержать напряжение между электрической схемой/сквозными металлизированными отверстиями и алюминиевым основанием. Не допускаются поверхностное дугообразование или пробой диэлектрика.

5.7.7 Электрическая прочность диэлектрика после испытания на сопротивление изоляции во влажной среде

После испытания на сопротивление изоляции во влажной среде необходимо проводить испытание на электрическую прочность диэлектрика.

5.7.8 Электрическая прочность изоляции ПП между элементами проводящего рисунка должна обеспечивать отсутствие пробоев как по объему, так и по поверхности диэлектрического основания при испытательных напряжениях, указанных в таблице 5.6.

Таблица 5.6 - Испытательное напряжение (амплитудное) для определения электрической прочности изоляции

Расстояние между элементами проводящего рисунка, мм	Нормальные условия	Относительная влажность (93±3)% при температуре (40±2) °С в течение 48 ч	Пониженное давление, Па (мм рт.ст.)	
			53600 (400)	666 (5)
От 0,10 до 0,15 включ.	100	75	50	30
Св. 0,15 " 0,2 "	200	120	100	75
" 0,2 " 0,3 "	400	200	150	100
" 0,3 " 0,4 "	700	500	350	150
" 0,4 " 0,7 "	900	700	500	250

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Расстояние между элементами проводящего рисунка, мм	Нормальные условия	Относительная влажность (93±3)% при температуре (40±2) °С в течение 48 ч	Пониженное давление, Па (мм рт.ст.)	
			53600 (400)	666 (5)
" 0,7 " 1,2 "	1200	900	600	300
" 1,2 " 2,0 "	1800	1100	900	400
" 2,0 " 3,5 "	2500	1300	1200	500
" 3,5 " 5,0 "	3500	1800	1700	650
" 5,0 " 7,5 "	4500	2500	2000	750
" 7,5 " 10,0 "	6000	3500	3000	900
Св. 10,0 " 15,0 "	7000	5000	3500	1000

Примечание. Электрическую прочность изоляции в условиях повышенной влажности (93±3)% при температуре (40±2) °С проверяют при наличии указаний в КД.

5.8 Требования по устойчивости к климатическим воздействиям

5.8.1 ПП должны обеспечивать работоспособность при воздействии на них климатических факторов одной из групп жесткости, указанных в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Климатические факторы

Наименование воздействующего фактора		Допускаемые значения воздействующего фактора по группам жесткости			
		1	2	3	4
Температура окружающей среды, °С	Верхнее значение	55	85	100	120
	Нижнее значение	-25	-40	-60	
Относительная влажность воздуха, %		75 при температуре до 35 °С	98	98 при температуре до 40 °С	
Смена температур, °С		От -25 до +55	От -40 до +85	От -60 до +100	От -60 до +120
Атмосферное давление, Па (мм рт.ст.)		Нормальное	53600 (400)		666 (5)

Группу жесткости, определяющую перечень воздействующих факторов, устанавливает конструктор и указывают в КД. По умолчанию выбирается третья группа жесткости.

При необходимости в перечень воздействующих факторов могут быть введены дополнительные виды испытаний или воздействующие факторы, установленные по более жесткой группе. Дополнительные требования указывают в КД.

5.8.2 Печатные платы должны выдерживать термоудар в расплавленном припое.

6 Правила приемки

6.1 Общие положения

6.1.1 Приемку ПП осуществляют по результатам контроля на соответствие требованиям КД и настоящих ТУ.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МСФА.758700.001 ТУ	Лист
						13

Переход от облегченного уровня контроля к нормальному следует осуществлять при наличии хотя бы одного из условий:

- показатель уровня качества по итогам приемки за отчетный период снизился по сравнению с предыдущим отчетным периодом на 0,1% и более;
- зарегистрировано нарушение технологического процесса.

6.2.3 В сопроводительном листе на партию предъявленных ПП изготовитель должен поставить дату изготовления до предъявления их на приемку ОТК и приложить Руководство по обращению/использованию продукции ООО «РУСАЛОКС» МСФА.758700.001 РЭ.

Форма сопроводительного листа на партию предъявляемых ПП приведена в приложении 1.

6.2.4 Партию ПП считают принятой, если подвергнутые испытаниям ПП, в том числе отремонтированные по [ГОСТ Р 55491-2013](#) с учетом раздела 9, соответствуют требованиям настоящего стандарта и объеме приемо-сдаточных испытаний.

6.2.5 Партию ПП считают непринятой, если хотя бы одно из контролируемых изделий не соответствует требованиям одного из пунктов таблицы 6.1.

6.2.6 В непринятой партии следует выявить причины несоответствия параметров изделий техническим требованиям и устранить дефекты.

Приемка возвращенной партии возобновляется после устранения причин несоответствия техническим требованиям, восстановления изделий или замены их на новые.

Повторные испытания проводят на удвоенном (для выборки) числе изделий этой же партии в полном объеме приемо-сдаточных испытаний.

6.2.7 Если в процессе повторных испытаний будет обнаружено несоответствие контролируемых изделий хотя бы одному из требований приемо-сдаточных испытаний, то предъявленную партию изделий бракуют.

В зависимости от характера и причин несоответствия вопрос возможности использования годных изделий из забракованной партии решается директором по производству предприятия-изготовителя совместно с представителем заказчика.

6.2.8 По окончании приемо-сдаточных испытаний представители ОТК подписывают протокол о приемке. Форма протокола приведена в приложении 2.

6.3 Периодические испытания

6.3.2 Периодические испытания ПП проводят с целью периодического контроля качества изделий, стабильности технологического процесса их изготовления.

Периодические испытания проводят не реже одного раза в шесть месяцев в объеме и последовательности, указанных в таблице 6.3.

6.3.3 Периодическим испытаниям подвергают ПП каждого метода изготовления, принятого на предприятии. Для испытаний отбирают изделия, прошедшие приемо-сдаточные испытания, в количестве, достаточном для проведения испытаний с учетом повторных испытаний.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МСФА.758700.001 ТУ					Лист
										16
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Периодические испытания в опытном и мелкосерийном производстве проводят на пяти изделиях, в серийном и крупносерийном - на десяти изделиях независимо от изготавливаемого количества.

Допускается группировать изделия по группам жесткости в соответствии с таблицей 5.7 независимо от номенклатуры.

6.3.4 ПП считают выдержавшими испытания, если они удовлетворяют всем требованиям периодических испытаний.

Результаты испытаний оформляют протоколом. Форма протокола приведена в приложении 3.

Таблица 6.3 – Периодические испытания

Наименование показателя	Номер пункта		Количество проверяемых плат	
	технических требований	методов испытаний	в опытном производстве	в серийном производстве
Соответствие конструкторской документации	5.1.1	7.2.1	5	10
Внешний вид	5.2.1, 5.1.5, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.4.2, 5.4.3.1, 5.4.3.3, 5.4.4.2, 5.4.5, 5.6.2	7.2.3	5	10
Деформация	5.1.10	7.2.5	5	10
Устойчивость к перепайке	5.4.3.2	7.2.13	2	3
Паяемость	5.2.3	7.2.10	2	3
Устойчивость маркировки к воздействию нейтральных растворителей	5.6.1	7.2.14	2	3
Толщина слоя меди в отверстиях	5.4.4.1	7.2.11	2	3
Сопротивление изоляции между двумя электрически не связанными элементами проводящего рисунка	5.7.5	7.2.8	3	7
Сопротивление изоляции	5.7.4	7.2.9	3	7
Электрическая прочность изоляции ПП между элементами проводящего рисунка	5.7.8	7.2.15	3	7
Электрическая прочность изоляции	5.7.6	7.2.16	3	7
Устойчивость металлизированных отверстий к токовой нагрузке	5.7.3	7.2.27	3	7
Устойчивость к воздействию температур	5.8.1	7.2.17	3	7
Влагоустойчивость	5.8.1	7.2.18	3	7
Холодоустойчивость	5.8.1	7.2.19	3	7

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Наименование показателя	Номер пункта		Количество проверяемых плат	
	технических требований	методов испытаний	в опытном производстве	в серийном производстве
Теплоустойчивость	5.8.1	7.2.20	3	7
Устойчивость к пониженному давлению	5.8.1	7.2.21	3	7
Устойчивость к термоудару в расплавленном припое	5.8.2	7.2.22	3	7
Теплопроводность	5.2.2	7.2.23	3	7
Адгезия металлизации	5.1.14	7.2.24	3	7
Адгезия паяльной маски	5.5.4	7.2.26	3	7
Прочность на отрыв контактной площадки	5.1.15	7.2.25	3	7

Примечание. ПП, прошедшие испытания по пп. 5.4.3.2, 5.2.3, 5.4.4.1, 5.6.1 в дальнейших испытаниях не используют.

6.3.5 При несоответствии ПП хотя бы по одному из пунктов требований периодических испытаний приемку очередных партий, изготовленных по той же конструкторской и технологической документации, а также отгрузку ранее принятых партий приостанавливают для анализа причин дефектов и их устранения. Повторные испытания проводят на удвоенном числе предъявляемых изделий в полном объеме периодических испытаний.

Проверку других партий не приостанавливают.

6.3.6 При несоответствии ПП хотя бы одному из пунктов требований периодических испытаний при повторном проведении испытаний приемку и отгрузку изделий прекращают до проведения анализа причин дефектов и устранения в производстве обнаруженных недостатков.

В зависимости от характера и причин несоответствия изделий требованиям стандарта предприятие-изготовитель принимает решение в отношении задела изделий, отгруженных с предприятия-изготовителя, и возобновления приемки.

6.3.7 ПП, подвергшиеся периодическим испытаниям, в аппаратуре и в ЗИПе не используют.

6.4 Типовые испытания

6.4.1 Типовые испытания ПП проводят при принципиальном изменении в конструкции (например изменение материала основания, проводникового материала, материала покрытия и другие) или технологии изготовления для оценки эффективности и целесообразности внесения изменений.

Решение о необходимости проведения типовых испытаний принимает директор по производству.

6.4.2 Число ПП, необходимое для проведения типовых испытаний, устанавливает директор по производству.

6.4.3 Типовые испытания ПП проводят в объеме и последовательности, установленных главным конструктором изделия. Номенклатура показателей - по таблицам 6.2 и 6.3, при необходимости показатели могут быть дополнены. Результаты типовых испытаний оформляют протоколом.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МСФА.758700.001 ТУ

6.4.4 Положительные результаты типовых испытаний ПП являются основанием для введения изменений в конструкторскую и технологическую документацию.

7 Методы испытаний

7.1 Подготовка к испытаниям

7.1.1 Если не оговорено особо, все испытания должны проходить при нормальных климатических условиях:

- температура - 15°C-35°C;
- атмосферное давление - 86-106 кПа (645-795 мм рт.ст.);
- относительная влажность - 45%-75%.

Примечание. Относительная влажность в зависимости от температуры окружающей среды может меняться соответственно: при 23°C-25°C - 48%-52%; при 27°C - 63%-67%, при этом атмосферное давление должно оставаться без изменений.

7.1.2 Для испытаний допускается использовать как готовые печатные платы, так и специальные тест-купоны, оговоренные в документации на поставку. Тест-купоны должны располагаться на одной заготовке с печатной платой и изготавливаться по одной с ней технологии. Если для испытаний используют составные тест-купоны, то они должны быть изготовлены одновременно с печатными платами в количестве, необходимом для получения среднестатистической оценки.

7.1.3 При климатических испытаниях ПП следует располагать вертикально таким образом, чтобы расстояние между ними было не менее 20 мм. Расстояние от ПП до стенок камеры должно быть не менее 50 мм.

Все климатические испытания проводят без электрической нагрузки. Перед каждым видом климатических испытаний ПП в течение 2 ч выдерживают в сушильном шкафу при температуре 100-110 °С с последующей выдержкой в нормальных климатических условиях не менее 24 ч и проводят контроль сопротивления изоляции в нормальных условиях на соответствие требованиям пп. 5.7.4, 5.7.5.

Камеры, используемые для испытаний, должны обеспечивать возможность поддержания в любой точке рабочей емкости требуемых климатических условий (температуры, влажности, давления) в соответствии с таблицей 7.1.

Таблица 7.2- Параметры электроконтроля ПП

Наименование воздействующего фактора		Значение воздействующего фактора по группам жесткости			
		1	2	3	4
Температура окружающей среды	Повышенная температура, °С	85±3		100±3	120±5
	Пониженная температура, °С	-60±3			
	Время выдержки, ч	2			
Повышенная влажность	Относительная влажность, %	93±3			

Изн. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Изн. № дубл.	
Подп. и дата	

отклонения вогнутой поверхности от линейки и измеряют его с точностью 0,1 мм. Измеряют расстояние между точками касания линейки с поверхностью ПП с точностью до 0,5 мм. Значение деформации ПП на 100 мм длины, К, определяют по формуле

$$K = 100^2 \cdot h / L^2$$

где: h – максимальное расстояние от поверхности ПП до линейки, мм;
L – расстояние между точками опоры линейки, мм.

Примечание: При согласовании с заказчиком допускается значение деформации проверять при помощи калибровочной щели.

7.2.6 Проверку правильности монтажных соединений, целостности цепей и отсутствия коротких замыканий на соответствие п.5.7.1 проводят с использованием автоматизированных средств контроля.

Параметры, с которыми проводится сплошной автоматизированный электроконтроль целостности проводников и отсутствия коротких замыканий в соответствии с инструкцией по электротестированию ПП на установке VST-LOG8, приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2- Параметры электроконтроля ПП

Тест	Напряжение, В	Ток	Порог сопротивления, Ом
Тест целостности проводников	5	50 мА	100
Тест отсутствия короткого замыкания	200	2 мкА	10 ⁸

7.2.7 Проверку сопротивления электрических цепей на соответствие п.5.7.2 проводят на печатных проводниках, указанных в КД. Погрешность измерения не должна превышать 10%. Ток поддерживают достаточно малым, чтобы избежать нагрева проводников. Применяют прибор, измеряющий сопротивление в микроомах.

7.2.8 Проверку сопротивления изоляции на соответствие требованиям п.5.7.5 проводят между тремя-пятью парами элементов проводящего рисунка с максимальной протяженностью или площадью взаимного перекрытия и минимальным расстоянием между ними или цепями питания.

Испытания ПП проводят в соответствии с табл.5.4 и после выдержки в течение 1 ч без изъятия их из камеры проводят измерение. Сопротивление изоляции измеряют прибором с погрешностью, не превышающей 20%, при испытательном напряжении, не превышающем допустимое по [ГОСТ Р 53429-2009](#) для данного расстояния между испытываемыми элементами проводящего рисунка.

Показания прибора отсчитывают через 1 мин после приложения испытательного напряжения или через меньшее время, если значение сопротивления изоляции не изменяется.

При приемо-сдаточных испытаниях сопротивление изоляции измеряют между любыми двумя выбранными точками проводящего рисунка на серийных печатных платах. Образцы предварительно кондиционируют при нормальных атмосферных условиях в течение 24 ч.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МСФА.758700.001 ТУ	Лист
						21

7.2.9 Проверку сопротивления изоляции алюмооксидного слоя в соответствии с требованиями п. 5.7.4 проводят при нормальных условиях. Образцы предварительно кондиционируют при нормальных атмосферных условиях в течение 24 ч.

Проверку проводят измерителем сопротивления изоляции, мегаомметром. Один щуп мегаомметра соединен с алюминиевым основанием, другой – поочередно со всеми электрическими цепями ПП, так же допускается соединить щуп с контактирующим приспособлением (например, фольгой), которое способно обеспечить короткое замыкание со всеми проверяемыми электрическими цепями. Расположение металлической фольги должно быть таким, чтобы исключить вероятность перекрытия дугой краев изоляции.

Испытательное напряжение, не должно превышать допустимое по [ГОСТ Р 53429-2009](#) для данного расстояния между испытываемыми элементами.

Испытательное напряжение прикладывают в течение 1 мин перед измерением. Необходимо получить стабильный показатель при измерении. Если показания прибора в течение 1 мин не стабилизируются, это должно быть отмечено в протоколе замеров.

7.2.10 В качестве образцов для испытаний допускается применять тест-купоны или готовые печатные платы в состоянии поставки. Проверку паяемости проводят на образцах с числом точек проверки (отверстий и/или контактных площадок) не менее 30.

Установка для проверки паяемости в виде ванны с припоем и держателем для образца.

Испытания на паяемость с использованием оловянно-свинцового припоя необходимо проводить при температуре $(235 \pm 5)^\circ\text{C}$. Испытания, проводимые с бессвинцовым припоем, осуществляются при температуре $(255 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Перед испытанием с образцов удаляют консервирующее покрытие и наносят флюс, дают возможность излишкам флюса стечь в течение 2-3 мин.

На испытываемый образец воздействуют расплавленным припоем в течение 3 с.

Качество паяемости оценивают визуально. Внешний вид поверхности контактных площадок должен соответствовать требованиям п.5.4.1.2.

7.2.11 Контроль толщины гальванического покрытия в металлизированном отверстии с использованием микрошлифов

Метод обеспечивает измерение толщины меди в металлизированных отверстиях на выбранных участках проводящего рисунка печатной платы.

Испытания допускается проводить как на готовых печатных платах, так и на тест-купонах, прошедших весь технологический цикл одновременно с партией печатных плат, подлежащих контролю.

Проверку гальванического покрытия в отверстиях проводят на металлографических микрошлифах, изготовленных в соответствии с 7.2.12.3. Плоскость шлифа должна быть перпендикулярна поверхности контактной площадки, при этом осевая линия отверстия должна быть в плоскости шлифа.

Для измерения используют металлографический микроскоп с метрической сеткой ценой деления 0,005 мм и увеличением $200\times$.

Проверке подвергают 4-6 отверстий. На каждом отверстии проводят по три

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МСФА.758700.001 ТУ	Лист
											22

измерения: одно в середине отверстия и два по его краям. За толщину принимают среднеарифметическое значение трех результатов.

7.2.12 Контроль размеров с использованием микрошлифов

7.2.12.1 Метод предназначен для контроля объектов с размерами более 1,25 мкм.

Контроль размеров должен проводиться на свежееизготовленных и подтравленных микрошлифах. Если на образцах имеются окислы и/или пятна, они помешают получению четкого изображения измеряемого участка микрошлифа. В этом случае микрошлиф должен быть заново подготовлен, начиная с самого тонкого шлифования.

Показатели, которые могут быть измерены на микрошлифах: толщина металлизации отверстий и проводников, толщина покрытия и резиста для пайки, размеры раковин и трещин, число позитивных и негативных участков подтравливания на сквозных металлизированных отверстиях, диэлектрические зазоры между проводниковыми элементами в одном слое и между слоями, ширина гарантийного пояса контактной площадки, совмещение слоев многослойной печатной платы, протяженность капилляров и т.п.

7.2.12.2 Аппаратура и приборы

Для изготовления микрошлифов необходимо металлографическое оборудование. Для контроля микрошлифов применяют металлографический микроскоп или металлограф, которые оснащены измерительной масштабной сеткой или филиарным окуляром, имеющими градуировку или шкалу, обеспечивающие получение минимального размера с разрешающей способностью, равной 50% последней значащей цифры записанного в чертеже на печатную плату размерного требования. Измерительная масштабная линейка и микрометр должны быть откалиброваны в заданном увеличении, т.е. должна быть установлена цена деления в микронах. Калибровку следует проводить с частотой не менее одного раза в год, если требуется сохранить точность размерного контроля.

7.2.12.3 Изготовление микрошлифа

Вырезают образец из печатной платы таким образом, чтобы не повредить контролируемые элементы. В случае мягкого или тонкого покрытия, например золота, олова или сплава олово-свинец, возможно нанесение дополнительного твердого металла перед получением образцов. При необходимости контроля толщины органического покрытия на него может быть нанесен дополнительный слой металлизации или контрастного по цвету покрытия.

Образец заливают компаундом, который не должен оказывать вредного воздействия на образцы. Между слоем компаунда и слоем, толщину которого измеряют, не должно быть раковин в зоне измерения.

Образец должен быть тщательно отшлифован. Оставшиеся царапины не должны препятствовать визуальному осмотру и измерениям с помощью микроскопа. При измерении толщины слоя не должно быть царапин шириной более 0,5 мкм или 1% измеряемой величины в зависимости от того, что больше. Если исследуют вертикальное сечение платы, то плоскость, подлежащая полировке, должна быть в пределах 85°-90° по отношению к плоскости платы. При измерении толщины металлизации сквозных металлизированных отверстий

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

					МСФА.758700.001 ТУ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

видимый на микрошлифе диаметр отверстия должен быть не менее 90% фактического диаметра отверстия, измеренного до изготовления шлифа.

После полировки микрошлиф следует протравить так, чтобы границы покрытий были четко видны.

7.2.12.4 Выбор увеличения при измерении определяется получением четкого изображения поверхности, на которой находятся измеряемые элементы. Целесообразно использовать увеличение 50^x или 100^x при измерении отверстий и увеличение 200^x при измерении толщины металлизации. Измерения размеров менее 1,25 мкм не могут быть надежными с использованием такой оптической техники. Для таких измерений требуется электронная техника.

7.2.13 Испытание на перепайку проводят путем моделирования процесса повторной пайки в сквозные металлизированные отверстия или к контактной площадке для подтверждения способности печатной платы к проведению ремонта и устранения неисправностей. Требуется провести пять операций моделирования пайки после предварительного кондиционирования термообработкой.

В качестве образца для испытаний используют тест-купон или участок готовой печатной платы, как минимум, с тремя сквозными металлизированными отверстиями. Предпочтительно выбирать отверстия с максимальным числом соединений.

Допускается использовать следующие материалы для ручного монтажа:

а) трубчатые импортные припой с содержанием безотмывочных флюсов типа ROL0:

- свинцовосодержащие состава Sn62Pb36Ag2.0; Sn63Pb37;

- бессвинцовые состава Sn96.5Ag3.0Cu0.5;

б) припой отечественного производства ПОС-61, ПОС-63;

в) жидкие и гелеобразные флюсы отечественного производства не вызывающие коррозии, в состав которых входят канифоль марок А и В по ГОСТ 19113-73 или полиэфирные смолы ПН-9, ПН-56, а также этиловый спирт. Допускается применение импортных флюсов и флюс-гелей на канифольной, либо водной основе без галогенов (например Indium-9945, Indium -7742, FluxPlus NC-D500, FluxPlus NC-D300). Запрещается использовать активные флюсы.

Перед монтажом прогреть печатную плату на плитке в течении 30-40 сек. Температура поверхности плитки 150-160°C.

Установить температуру жала паяльника 300°C для свинцовосодержащих припоев, либо 310°C для бессвинцовых припоев (превышение указанной температуры не допускается). Дождаться его полного нагрева.

Нанести флюс на контактную площадку печатной платы, а также на монтируемый компонент, либо провод. Провода перед монтажом заранее облудить припоем. Диаметр провода на 0,25-0,71 мм меньше диаметра контролируемого отверстия.

Произвести пайку. Время контакта жала паяльника с местом пайки на печатной плате не более 2 сек. Не допускается приложение усилия жалом паяльника к месту пайки. Паяльник не должен касаться контактной площадки. Во время пайки и последующего охлаждения провод должен быть совершенно неподвижным.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МСФА.758700.001 ТУ	Лист
						24

Использовать изопропиловый спирт, либо Vigon EFM для ручной очистки мест после пайки (смотреть рекомендации к отмывке производителя компонентов во избежание их повреждения от действий агрессивных жидкостей).

Протирку мест пайки производить с применением безворсовых салфеток. Допускается использовать медицинскую марлю, либо мадаполам.

Цикл перепайки: провод впаивают в сквозное металлизированное отверстие или припаивают к контактной площадке и провод распайвают и удаляют.

После каждой пайки и распайки образец охлаждают до комнатной температуры. Каждое следующее испытание проводят на следующем отверстии в ряду.

После испытания микрошлиф отверстия проверяют на металлографическом микроскопе при увеличении 200^x на наличие трещин, отслоения металлизации отверстия и других дефектов.

7.2.14 Проверку устойчивости маркировки, выполненной маркировочной краской, к воздействию нейтральных растворителей на соответствие п.5.6.1 проводят в нормальных климатических условиях, при этом температура растворителя должна быть равной температуре окружающей среды.

Образец должен иметь прямоугольную форму с нанесенной маркировкой или соответствующими покрытиями, которые должны при испытании находиться под фетровой прокладкой.

Испытание следует проводить в азеотропной смеси, состоящей из 4%-ного этилового или изопропилового спирта (по массе) и 96%-ного трихлортрифторэтана (по массе).

Если испытания проводят в других растворителях, то выбор их заказчик согласует с изготовителем.

Типичные растворители: этиловый спирт; изопропиловый спирт; толуол; трихлорэтан; трихлорэтилен; метилэтилкетон; горячая вода.

Если особо не оговорено, то испытание следует проводить в нормальных атмосферных условиях, а температура растворителя должна быть равна температуре окружающей среды.

Испытание проводят трением испытываемой поверхности образца фетровой прокладкой.

Образец закрепляют в поддоне так, чтобы исключить любое перемещение его во время испытаний. Образец должен быть погружен в растворитель. Трение начинают сразу же после заливки образца растворителем. Трение создается возвратно-поступательным движением с длиной хода, равной 50 мм, и частотой, равной приблизительно одному ходу в секунду. Должно быть выполнено 25 ходов. Испытание в одном из растворителей проводят на 3 образцах.

Для каждого растворителя следует применять новую прокладку или перед применением другого растворителя ее следует тщательно очищать и просушивать.

Ручной метод - образец протирают фетровой прокладкой с приложением небольшого давления, равного, примерно, $0,5 \text{ Н/см}^2$. Фетровая прокладка должна быть толщиной 6-7 мм, содержать не менее 85% шерсти; площадь ее должна быть менее $6,5 \text{ см}^2$.

В конце испытания растворитель сливают, а образец подвергают

Инев. № подл.	Подп. и дата
	Инев. № дубл.
Взам. инв. №	Подп. и дата
	Инев. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МСФА.758700.001 ТУ

визуальному контролю (без увеличения).

7.2.15 Проверку электрической прочности изоляции на соответствие требованиям п.5.7.8 проводят источником напряжения, который должен обеспечивать напряжение постоянного тока или амплитудное напряжение переменного тока синусоидальной формы частотой от 40 до 60 Гц, на трех-пяти парах элементов проводящего рисунка, в том числе цепях питания. Приборы должны обеспечивать необходимое высокое напряжение и указывать электрический пробой или утечку тока в случае, если повреждение визуально не обнаружено.

Эффективное напряжение $U_{эф}$, В, определяют по формуле

$$U_{эф} = \frac{U_{ампл}}{\sqrt{2}}, \quad (2)$$

где $U_{ампл}$ - амплитудное напряжение синусоидального тока, В.

Образец подвергают предварительному кондиционированию при нормальных атмосферных условиях в течение 24 ч.

Напряжение прикладывают между выбранными точками образца и постепенно повышают до установленного значения в течение 1 мин.

7.2.16 Проверку электрической прочности алюмооксидного слоя на соответствие требованиям п.5.7.6 проводят источником напряжения, который должен обеспечивать напряжение постоянного тока и амплитудное напряжение переменного тока синусоидальной формы частотой от 40 до 60 Гц.

Применяемый при проверке высоковольтный трансформатор должен обеспечивать на выходе ток не менее 200 мА при замкнутых его выходных контактных зажимах и полном значении испытательного напряжения.

Реле максимального тока установки не должно отключаться при токе на выходе менее 100 мА.

Погрешность измерения действующего значения испытательного напряжения $\pm 3\%$.

Метод обеспечивает возможность оценить способность печатной платы выдержать испытательное напряжение, приложенное к соседним слоям, без разрушения и электрического пробоя, обнаруженного приборами.

Образцы предварительно кондиционируют при нормальных атмосферных условиях в течение 24 ч.

Один щуп источника напряжения соединен с алюминиевым основанием, другой – поочередно со всеми электрическими цепями ПП, так же допускается соединить щуп с контактирующим приспособлением (например, фольгой), которое способно обеспечить короткое замыкание со всеми проверяемыми электрическими цепями. Расположение металлической фольги должно быть таким, чтобы исключить вероятность перекрытия дугой краев изоляции.

Испытательное напряжение, не должно превышать допустимое по [ГОСТ Р 53429-2009](#) для данного расстояния между испытываемыми элементами проводящего рисунка.

Напряжение прикладывают между выбранными точками образца и постепенно повышают до установленного значения в течение 1 мин. В первый момент на изоляцию воздействуют напряжением, равным не более половины нормируемого, затем постепенно его значение поднимают до нормируемого.

Име. № подл.	Подп. и дата			
	Име. № дубл.			
Име. № инв.	Взам. име. №			
	Подп. и дата			
Име. № подл.	Подп. и дата			
	Име. № дубл.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
МСФА.758700.001 ТУ				Лист
				26

7.2.17 Проверку ПП на устойчивость к циклическому изменению температур на соответствие п.5.8.1 проводят в камерах тепла и холода. Перед началом испытаний в одной из камер устанавливают повышенную, в другой - пониженную температуру, в соответствии с группой жесткости по таблице 7.1. Испытуемые ПП помещают в камеру холода и выдерживают в течение 2 ч. По истечении этого времени извлекают из камеры холода и помещают в камеру тепла, в которой выдерживают в течение 2 ч. Время переноса ПП из одной камеры в другую не должно превышать 2 мин.

Число циклов смены температур определяется группой жесткости по таблице 7.1. При проведении типовых испытаний число циклов не должно быть менее 50.

По окончании периода выдержки в камере тепла устанавливают нормальную температуру. Испытуемые ПП выдерживают в нормальных условиях в течение 2 ч, после чего извлекают их из камеры и подвергают внешнему осмотру. На ПП не должно быть вздутий, отслоений.

ПП должны соответствовать требованиям пп.5.1.10, 5.7.1.

Примечание. Испытания на воздействие смены температур можно проводить в одной камере, при этом скорость изменения температур в камере должна быть не менее $(1 \pm 0,2) \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$.

7.2.18 Проверку влагустойчивости ПП на соответствие п.2.8.1 проводят в камере влажности. ПП выдерживают в камере при температуре $(40 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 мин, после чего в камере устанавливают режим, соответствующий группе жесткости при испытаниях в соответствии с таблицей 7.1. В установленном режиме ПП выдерживают в течение времени, указанного для данной группы жесткости (для типовых испытаний - более 30 сут). По истечении указанного времени без изъятия из камеры ПП проверяют на соответствие пп.5.7.4, 5.7.5. В процессе проведения испытаний на поверхности ПП не допускается наличие росы.

7.2.19 Проверку холодоустойчивости ПП на соответствие п.5.8.1 проводят в камере холода. В камере устанавливают режим, соответствующий группе жесткости при испытаниях, указанный в таблице 7.2, и выдерживают ПП в течение 2 ч (для типовых испытаний - 5 ч) с момента достижения предельной температуры. ПП извлекают из камеры и выдерживают в нормальных условиях в течение 2 ч, после чего подвергают их внешнему осмотру. На ПП не должно быть вздутий, отслоений, трещин. ПП должны соответствовать требованиям п.5.7.1.

7.2.20 Проверку теплоустойчивости ПП на соответствие п.5.8.1 проводят в камере тепла. В камере устанавливают требуемый режим в соответствии с группой жесткости при испытаниях, указанный в таблице 7.1. ПП выдерживают в течение 2 ч (для типовых испытаний - 5 ч) с момента достижения предельной температуры. По истечении указанного времени без изъятия из камеры тепла проверяют сопротивление изоляции испытуемых ПП на соответствие пп.5.7.4, 5.7.5. После окончания испытаний ПП извлекают из камеры, выдерживают в нормальных условиях в течение 2 ч и проводят внешний осмотр. На ПП не должно быть вздутий и отслоений.

7.2.21 Проверку устойчивости к воздействию пониженного атмосферного давления ПП на соответствие п.5.8.1 проводят в барокамере при нормальной

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Инв. № дубл.
	Взам. инв. №
	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МСФА.758700.001 ТУ

температуре. В камере устанавливают требуемый режим в соответствии с группой жесткости при испытаниях, указанных в таблице 7.1. Без изъятия ПП из барокамеры проверяют электрическую прочность изоляции на соответствие пп.5.7.6, 5.7.8.

7.2.22 Подвергнуть образец воздействию теплового удара при многократном погружении в припой.

Размеры ванны должны быть достаточными для погружения образца и для наполнения ее припоем на глубину не менее 75 мм. Температура припоя должна быть равной 260^{+5}°C в течение всего испытания. Температуру измеряют на глубине 25 мм. Испытываемый образец погружают в расплавленный припой. Время погружения $(4\pm 0,5)$ с.

Проводят внешний осмотр. На испытуемом образце не должно быть расслоений, вздутий, трещин, отслоений проводящего рисунка. Испытуемый образец должен соответствовать требованиям пп.5.7.1, 7.7.3.

7.2.23 Проверка теплопроводности ПП на соответствие п. 5.2.2 проводится в сертифицированных лабораториях.

7.2.24 Метод применяют для оценки адгезии металлического покрытия к основному металлу. Оценку проводят независимо от толщины, твердости или паяемости металлического покрытия.

В качестве образца выбирают участок печатной платы с проводниками. Испытуемая площадь должна быть не менее 1 см^2 . Самоклеящаяся липкая лента шириной 1,3 см, чувствительная к давлению, имеющая прочность прилипания от 44 до 66 Н/100 мм.

Отрезок липкой ленты длиной 50 мм прижимают к поверхности образца без воздушных пузырьков. Липкую ленту следует располагать поперек образца. Оставшуюся незакрытую поверхность образца допускается использовать для повторного испытания. Удаление пленки проводят быстрым отрывом ее под прямым углом к поверхности образца. Время между наклеиванием и удалением пленки должно быть не более 1 мин.

Затем проводят визуальный осмотр поверхности пленки и поверхности образца.

Примечание. Участки с гальваническим покрытием, предназначенные для проведения испытаний, следует отделить от остальных участков печатной платы, прорезав на толщину покрытия. Испытуемый участок можно также разделить прорезями на интервалы 2 мм.

7.2.25 За прочность на отрыв контактных площадок принимают силу, перпендикулярную поверхности печатной платы, необходимую для отделения контактной площадки от материала основания.

Испытания проводят на круглых контактных площадках, отделенных от примыкающих проводников.

Для отрыва используют тестер. Перед испытаниями проводят 3 цикла перепайки.

Число циклов и температура пайки определяются согласно договору между поставщиком и заказчиком. После последнего цикла пайки образцу дают остыть в нормальных атмосферных условиях в течение 30 мин.

Усилие прикладывают до полного отрыва контактной площадки. За

Име. № подл.	Подп. и дата
	Име. № дубл.
Взам. име. №	Подп. и дата
	Име. № дубл.

					МСФА.758700.001 ТУ	Лист 28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

прочность на отрыв контактных площадок принимают минимальный результат, полученный при отрыве десяти испытанных контактных площадок от материала основания.

7.2.26 Метод применяют для контроля адгезии паяльной маски, нанесенной на поверхность печатной платы сверху оплачиваемых и неоплачиваемых покрытий. Контроль адгезии проводят как перед пайкой, так и после пайки печатных плат.

В качестве образца используют тест-купон G, чертеж которого приведен в [ГОСТ Р 55693](#). В тест-купона толщина меди 35 мкм. На купон наносят металлическое покрытие, применяемое в технологическом процессе изготовления печатных плат, которое затем покрывают паяльной маской.

Аппаратура и материал

Самоклеящаяся липкая лента шириной 1,3 см, чувствительная к давлению, имеющая прочность прилипания от 44 до 66 Н/100 мм.

Подготовку купона и нанесение резиста под пайку проводят стандартным методом.

Отрезок липкой ленты длиной 50 мм прижимают к поверхности тест-купона без воздушных пузырьков. Липкую ленту следует располагать поперек образца. Оставшуюся незакрытую поверхность образца допускается использовать для повторного испытания. Удаление пленки проводят быстрым отрывом ее под прямым углом к поверхности образца. Время между наклеиванием и удалением пленки должно быть не более 1 мин. Затем проводят визуальный осмотр поверхности пленки и поверхности тест-купона для проверки наличия отслоения маски от образца.

7.2.27 Проверку устойчивости металлизированных отверстий к кратковременной токовой нагрузке на соответствие п.5.7.3 проводят на ПП пропуская через сквозное металлизированное отверстие в течение 30 с ток, который необходимо постоянно контролировать. Значение токовой нагрузки зависит от диаметра проверяемого отверстия и должно соответствовать требованиям таблицы 7.3.

Метод обеспечивает проверку способности сквозных металлизированных отверстий выдерживать повышенную токовую нагрузку. Испытания проводят на готовых печатных платах, выбирая отверстия, которые кажутся подозрительными при визуальном осмотре.

Аппаратура и приборы:

- источник постоянного или переменного тока;
- щупы для контакта с отверстием, способные осуществлять давление для создания надежного контакта с усилием порядка 1 Н.

Таблица 7.3- Значение токовой нагрузки

Диаметр отверстия, мм	Испытательный ток, А
0,6	8
0,8	9
1,0	11
1,3	14
1,6	16
2,0	20

Перед началом и после окончания испытаний измеряют сопротивление

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

испытываемого отверстия четырехзондовым методом или методом, эквивалентным ему. Сопротивление отверстий определяют как среднее арифметическое значение трех измерений. Измерительный ток при измерении не должен превышать 1 А. Результат второго измерения не должен отличаться от первого более, чем на 30%. Погрешность измерения не должна превышать 20%.

Металлизированные отверстия и контактные площадки не должны иметь подгаров, отслоений, изменения цвета поверхности. Побеление диэлектрика вокруг контактных площадок не допускается.

8 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

8.1 Маркировка

8.1.1 ПП маркируют в соответствии с требованиями КД. Маркировку наносят на поверхность ПП. Для малогабаритных изделий маркировку допускается выполнять на бирке.

8.1.2 Маркировку выполняют методом получения проводящего рисунка и (или) маркировочной краской.

8.1.3 Маркировка должна содержать (по согласованию с представителем заказчика):

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение ПП;
- дату изготовления (год и месяц);
- порядковый номер изменения.

На печатных платах для модулей светоизлучающих диодов для общего освещения маркировка должна быть выполнена в соответствии с разделом 7 по [ГОСТ IEC 62031-2011](#).

По согласованию с представителем заказчика маркировка может содержать и другую информацию.

8.2 Упаковка

8.2.1 Упаковка может быть индивидуальной и групповой и должна исключать возможность механических повреждений Подложек, при транспортировании и попадание влаги, пыли и других загрязнений на их поверхность.

8.2.2 В качестве упаковочного материала используют пленку термоусадочную ПВХ. Упаковка производится на термоусадочном упаковочном оборудовании.

8.2.3 Распаковывание Подложек в зимнее время следует проводить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав их в этом помещении нераспечатанными не менее 4 часов.

8.2.4 Тип внутренней упаковки и тары для межцехового транспортирования Подложек на территории Предприятия устанавливает завод-изготовитель.

Име. № дубл.	
Взам. име. №	
Име. № подл.	
Подп. и дата	
Подп. и дата	

					МСФА.758700.001 ТУ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

8.3 Транспортирование

ПП транспортируют любым видом транспорта на любое расстояние. Условия транспортирования должны соответствовать группе С [ГОСТ 23216-78](#).

8.4 Хранение

8.4.1 ПП должны храниться на складе покупателя или других третьих лиц в оригинальной упаковке, в случае нарушения оригинальной упаковки, клиент обязан произвести повторную упаковку, обеспечивающую герметичность и защиту от возможности механических повреждений.

8.4.2 Условия хранения ПП на складах покупателя: температура хранения, должна быть в диапазоне от +16°C до +28 °C, относительная влажность в диапазоне 50-80%.

8.4.3 Срок хранения печатных плат, финишное покрытие которых выполнено горячим лужением, составляет 1 год, с иммерсионным серебром - 3 месяца, при условии обеспечения пп. 8.4.1 и 8.4.2.

8.4.4 Не допускается складирование плат/модулей штабелями друг на друге. Хранение плат/модулей должно быть «на ребре».

8.4.5 Высота штабелирования упаковки – не более двух коробок.

9 Ремонт и восстановление

9.1 Ремонт и восстановление проводятся по [ГОСТ Р 55491-2013](#) с учетом п. 7.2.13. и предварительной консультацией с изготовителем.

9.2 Для ПП следует использовать процедуры высшего уровня по таблице 1 [ГОСТ Р 55491-2013](#), однако можно воспользоваться процедурами среднего уровня, если установлено, что они пригодны для определенных функциональных характеристик ПП.

10 Гарантии изготовителя

10.1 Изготовитель гарантирует соответствие ПП требованиям настоящих технических условий при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

10.2 Гарантийный срок эксплуатации ПП - 5 лет со дня ввода их в эксплуатацию.

10.3 Гарантийная наработка ПП - 26000 ч. со дня ввода их в эксплуатацию.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МСФА.758700.001 ТУ

Лист

31

Паспорт №									
Деталь, сборочная единица									
<p>Изготовленные ООО «РУСАЛОКС» г. Владимир в количестве _____ шт. признаны годными и предъявляются на контроль качества. _____ 20__ г. Мастер _____</p> <p style="text-align: center;">Заключение по контролю качества</p> <p>Детали проверены и _____ шт. признаны годными в соответствии с электронной версией. _____ 20__ г. Печать _____ Контролер _____</p>									

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МСФА.758700.001 ТУ

Протокол приемо-сдаточных испытаний ПП

Партия № _____

Число испытываемых ПП _____

Дата изготовления ПП _____

Дата проведения испытаний _____

Наименование показателя	Номер пункта		Результаты испытаний	
	технических требований	методов испытаний	Исполнитель	ОТК
Соответствие конструкторской документации	4.1, 4.2, 5.1.1	7.2.1		
Материал	5.3.1	Сертификат производителя о соответствии		
Внешний вид и конструкция	5.2.1, 5.1.5, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.4.2, 5.4.3.1, 5.4.3.3, 5.4.4.2, 5.4.5, 5.6.2	7.2.3		
Перпендикулярность сторон	5.1.11	7.2.4		
Деформация	5.1.10	7.2.5		
Правильность монтажных соединений	5.7.1	7.2.6		
Сопротивление электрических цепей	5.7.2	7.2.7		
Сопротивление изоляции между двумя электрически не связанными элементами проводящего рисунка при нормальных условиях	5.7.5	7.2.8		
Сопротивление изоляции	5.7.4	7.2.9		
Паяемость	5.2.3	7.2.10		
Толщина слоя меди в отверстии	5.4.4.1	7.2.11		

Име. № подл.	Подп. и дата
	Име. № дубл.
Взам. име. №	Подп. и дата
	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

МСФА.758700.001 ТУ

Протокол периодических испытаний ПП

Партия № _____
 Число испытываемых ПП _____
 Дата изготовления ПП _____
 Дата проведения испытаний _____

Наименование показателя	Номер пункта		Результаты испытаний	
	технических требований	методов испытаний	Исполнитель	ОТК
Соответствие конструкторской документации	4.1, 4.2, 5.1.1	7.2.1		
Внешний вид	5.2.1, 5.1.5, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.4.2, 5.4.3.1, 5.4.3.3, 5.4.4.2, 5.4.5, 5.6.2	7.2.3		
Деформация	5.1.10	7.2.5		
Устойчивость к перепайке	5.4.3.2	7.2.13		
Паяемость	5.2.3	7.2.10		
Устойчивость маркировки к воздействию нейтральных растворителей	5.6.1	7.2.14		
Толщина слоя меди в отверстиях	5.4.4.1	7.2.11		
Сопротивление изоляции между двумя электрически не связанными элементами проводящего рисунка	5.7.5	7.2.8		
Сопротивление изоляции	5.7.4	7.2.9		
Электрическая прочность изоляции ПП между элементами проводящего рисунка	5.7.8	7.2.15		
Электрическая прочность изоляции	5.7.6	7.2.16		
Устойчивость металлизированных отверстий к токовой нагрузке	5.7.3	7.2.27		
Устойчивость к воздействию температур	5.8.1	7.2.17		
Влагоустойчивость	5.8.1	7.2.18		
Холодоустойчивость	5.8.1	7.2.19		
Теплоустойчивость	5.8.1	7.2.20		
Устойчивость к пониженному давлению	5.8.1	7.2.21		
Устойчивость к термоудару в расплавленном припое	5.8.2	7.2.22		
Теплопроводность	5.2.2	7.2.23		
Адгезия металлизации	5.1.14	7.2.24		
Адгезия паяльной маски	5.5.4	7.2.26		
Прочность на отрыв контактной площадки	5.1.15	7.2.25		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------