

Маркировка компонентов, печатных плат и электронных сборок на присутствие / отсутствие свинца

Аркадий МЕДВЕДЕВ,
д. т. н., профессор МАИ
Сергей АРСЕНТЬЕВ

Вступил в двухлетнюю апробацию очередной проект стандарта Международной электротехнической комиссии (МЭК), который давно ждали, — 91/767/PAS «Обозначение и маркировка компонентов, печатных плат и электронных сборок с учетом свинцовых (Pb), бессвинцовых (Pb-free) технологий и других признаков» в редакции PAS (Publicly Adopted Specification¹). На этом этапе в документ можно вносить поправки. С этой целью публикуются комментарии к проекту стандарта.

В основу документа 91/767/PAS положены стандарты IPC-1066 (Ассоциация промышленности соединительной техники в электронике, США) и JEDEC J-STD-609 JEDEC (Joint Electron Devices Engineering Council of the EIA — Объединенный технический совет по электронным приборам EIA, США), разработанные совместно в мае 2007 года, а также редакции проектов этого документа как стандарта Технического комитета ТК91 МЭК, прошедшие все процедуры обсуждения и согласования в национальных комитетах МЭК.

Наконец, в мае 2008 года была предложена для опытной эксплуатации редакция PAS². На этой стадии российские специалисты могут направлять свои замечания в адрес Российской национальной комиссии экспертов по участию в работе ТК91 МЭК (НКЭ-91) [1, 2].

Стандарт устанавливает систему обозначений и маркировки для использования в про-

цессах монтажа, ремонта и утилизации. Вводимая система определяет:

- 1) монтаж с использованием содержащих или не содержащих свинец припоев;
- 2) компоненты, содержащие или не содержащие свинец в материалах и финишных покрытиях выводов;
- 3) максимально допустимую для компонента температуру монтажа и ремонта;
- 4) базовые материалы в составе структуры ПП, включая ПП, содержащие безгалогеновую (halogen-free) смолу;
- 5) финишные покрытия поверхности ПП;
- 6) защитные покрытия электронных модулей на ПП.

Таким образом, стандарт распространяется на материалы компонентов и системы межсоединений, как показано на рис. 1.

Компонентом считается любая деталь, устанавливаемая на монтажное основание (плату),

такая как соединитель (разъем), конденсатор, резистор, микросхема, гнездо, многокристальный модуль, гибридная схема и др.

Базовые материалы печатных плат считаются безгалогеновыми, если в них содержится менее 1500×10^{-6} галогенов, в том числе менее 900×10^{-6} брома и менее 900×10^{-6} хлора (в соответствии с IEC 61249-2-21).

Припой и покрытия считаются бессвинцовыми, если они содержат свинца (Pb) менее 0,1% от общей массы каждого из компонентов межсоединений.

Символы для обозначения отсутствия или присутствия свинца

Символы, показанные на рис. 2, используются для обозначения типа материала и покрытия выводов компонентов, а также типа используемой при монтаже паяльной пасты или припоя из списка разрешенных покрытий [3]:

- e0 — содержит преднамеренно добавленный свинец (Pb);
- e1 — сплав олово-серебро-медь (SnAgCu);
- e2 — все сплавы олова без содержания висмута (Bi) или цинка (Zn), кроме сплава

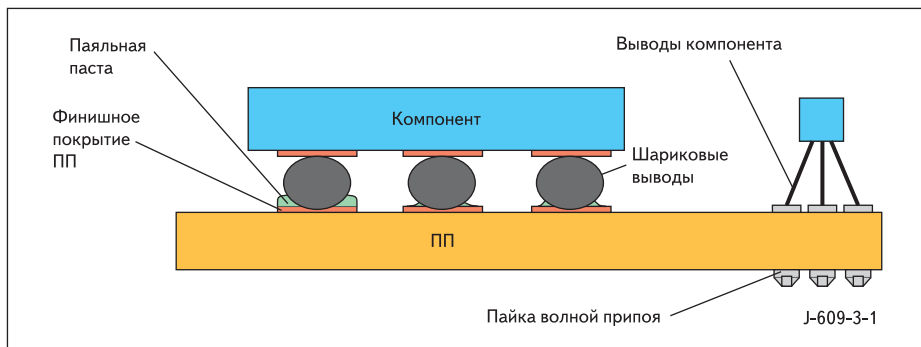


Рис. 1. Материалы межсоединений компонентов, на которые распространяется проект стандарта 91/767/PAS

1 Редакция PAS (Publicly Adopted Specification) — это новый вид документов по стандартизации МЭК, который использует спецификации, принятые на корпоративном уровне многими предприятиями, широко используемые в мире, но не имеющие еще официального статуса международного стандарта.

2 Стандарты МЭК являются основой национальных и региональных стандартов, на них ориентируются и используют в технических условиях производители технических средств. Удовлетворение требованиям международных стандартов МЭК является в последнее время обязательным условием для участия в различных международных тендерах, при международной торговле.

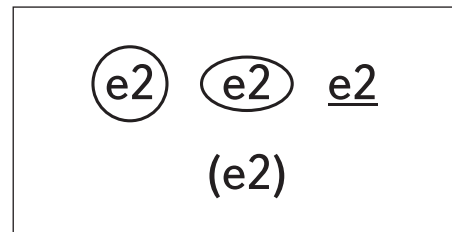


Рис. 2. Пример указания категории материала e2 внутри окружности, эллипса, с нижним подчеркиванием и в круглых скобках

олово-серебро-медь (SnAgCu), обозначенного как e1;

- e3 — олово (Sn);
- e4 — драгоценные металлы без содержания олова (Sn), например серебро (Ag), золото (Au), никель-палладий (NiPd), никель-палладий-золото (NiPdAu);
- e5 — все сплавы олово-цинк (SnZn), олово-цинк-другой металл (SnZnX), содержащие олово (Sn), цинк (Zn) и не содержащие висмута (Bi);
- e6 — припои, содержащие висмут (Bi);
- e7 — низкотемпературный припой (≤ 150 °C), содержащий индий (In) (без висмута (Bi));
- e8 и e9 — не определены.

Для описания материала финишного покрытия печатной платы буква «e» заменяется на «b».

Для общего обозначения отсутствия свинца используется символ, показанный на рис. 3.

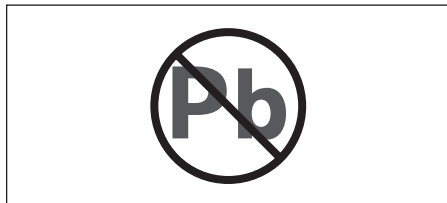


Рис. 3. Символ Pb-Free

Символ e0 обозначает присутствие свинца, если его содержание в материале более 0,1% (рис. 4). Обычно символ e0 используют, когда содержание свинца (Pb) в финишном покрытии и материалах содержащих свинец выводов межсоединений превосходит 3% их массы. Содержание свинца (Pb) в содержащем свинец припое, паяльной пасте и паяльном сплаве для пайки волной припоя обычно превосходит 3% от их массы и составляет около 37%.

2nd Level Interconnect

1. Category e0
If blank, see adjacent bar code label
2. Maximum component temp _____ °C
If blank, see adjacent label

Рис. 4. Пример маркировки компонента, указывающей на содержание свинца в материале

Поскольку использование бессвинцовых материалов связано с более высокими температурами паяк, обозначение отсутствия свинца может сочетаться с указанием максимальной температуры, которую может выдержать компонент без разрушения (рис. 5).

Для защитных покрытий печатных узлов применяются следующие обозначения:

- ER — эпоксидная смола;
- UR — смола Urethane;
- AR — акриловая смола;

2nd Level Interconnect

1. Category e2
If blank, see adjacent bar code label
2. Maximum component temp 260 °C
If blank, see adjacent label

Рис. 5. Пример маркировки компонента, обозначающей бессвинцовый материал типа e2 и определяющей максимальную температуру компонента 260 °C

- SR — силиконовая смола;
- XY — Параксилулен (Paraxylylene).

Маркировка компонентов

При наличии свободного места маркировка отдельных компонентов наносится на их верхней поверхности; обозначение категории материала помещают в окружность, эллипс, круглые скобки или подчеркивают (рис. 2). На рис. 6 показан пример маркировки компонента.



Рис. 6. Пример маркировки компонента

При удалении и замене финишного покрытия или материала выводов компонента обозначение «e» категории материала стирается и наносится соответствующее стандарту новое обозначение.

На внутренней упаковке компонентов должна быть указана категория материала и максимально допустимая температура компонента. Наличие маркировки компонента не требуется, если в штрих-коде (линейном или 2D) или другом обозначении присутствует следующая информация:

- а) слова “2nd level interconnection” (2-й уровень межсоединения) или соответствующая аббревиатура;
- б) наличие или отсутствие свинца;
- в) максимальная температура корпуса компонента.

Маркировка компонента 2-го уровня межсоединения относится только к компонентам.

Маркировка печатных плат и сборок

Если финишное покрытие ПП содержит более 0,1% свинца (Pb), в его маркировке следует указывать категорию b0.

При наличии свободного места на плате можно указать категорию финишного покрытия для пайки с использованием символов для обозначения отсутствия или присутствия свинца.

Приведем категории финишных покрытий поверхностей ПП для пайки (до монтажа):

- b0 — с содержанием свинца (Pb), традиционный сплав олово-свинец (SnPb), горячее лужение (HASL) или оплавленный припой;
- b1 — бессвинцовое горячее лужение (HASL) — сплавы олова (Sn) без содержания висмута (Bi) и цинка (Zn);
- b2 — иммерсионное серебро (ImmAg);
- b3 — олово (Sn) (электрохимическое или иммерсионное);
- b4 — золото (Au) (иммерсионное или электрохимическое), химический никель + иммерсионное золото (ENIG), никель и золото (NiAu);
- b5 — угольная печать (графитовая краска);
- b6 — органический ингибитор (OSP);
- b7, b8 и b9 — не определено (резерв).

При обозначении базовых материалов ПП можно использовать систему классификации, опубликованную в IPC-4101. Лист спецификации (“slash-sheet”) этого стандарта устанавливает номера определенных категорий материалов. Ниже приведены обозначения некоторых распространенных видов базовых материалов ПП (возможно использование и других видов). Если материалы представляют собой стеклотекстолиты с эпоксидным связующим, в его обозначение может быть введена следующая информация, определяющая его индивидуальные свойства. Например:

- а) /92: фосфорный замедлитель воспламеняемости, T_g 110–150 °C;
- б) /95: замедлитель воспламеняемости на основе гидроокиси алюминия, T_g 150–200 °C;
- в) /99: бромовый замедлитель воспламеняемости; содержит неорганические наполнители, минимальная T_g 150 °C;
- г) /126: бромовый замедлитель воспламеняемости, содержит неорганические наполнители, минимальная T_g 170 °C.

Если ПП состоят из нескольких видов базовых материалов, то в маркировке указывается тот из них, который имеет меньший температурный порог (в соответствии со “slash-sheet”).

Если при производстве печатных плат используются базовые материалы, не содержащие галогенов, на них необходимо нанести маркер “HF”. Отсутствие этого обозначения будет говорить о том, что компоненты материалов основания ПП (связующее и армирующая ткань) содержат галогены. Данная мар-

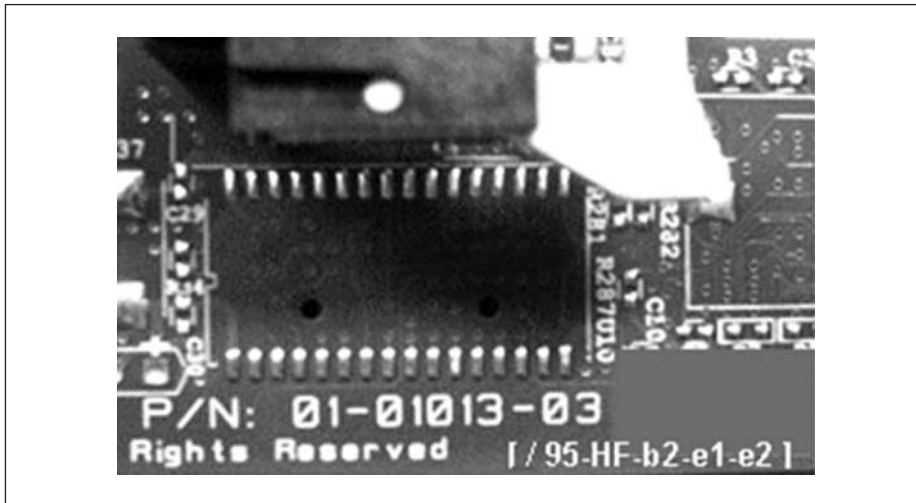


Рис. 7. Пример маркировки платы или печатного узла

Таблица. Требования к обозначению и маркировке

Маркировка	Рекомендуемое размещение	Требуемое содержание маркировки		
		Обязательное	Необязательное	Комментарии
Маркировка компонентов	На верхней поверхности корпуса компонента	Категория материала или финишного покрытия выводов	Максимальная температура корпуса компонента	При наличии свободного места
Маркировка упаковки компонентов	На внутренней стороне транспортной упаковки, а также на герметичной, "ESD" и др. упаковке внутри транспортного контейнера	Категория материала или финишного покрытия выводов. Максимальная температура корпуса компонента	Слова "Pb-Free" или соответствующий символ. Маркировка компонента 2-го уровня межсоединения	—
Маркировка печатных плат	В правом нижнем углу верхнего слоя или рядом с номером партии или с серийным номером или с логотипом компании	Содержание свинца в финишном покрытии ПП, при наличии. Отметка [HF] об отсутствии галогенов, если их нет. Припой и защитные покрытия, которые необходимо использовать при сборке (по требованию заказчика)	Номер из списка "slash-sheet" IPC 4101. Бессвинцовое финишное покрытие ПП	Последовательность: "slash-sheet", [HF], финишное покрытие ПП, припой, защитное покрытие
Маркировка упаковки печатных плат	На внутренней стороне контейнера с ПП	Маркировка или наклейка с информацией о ПП	Отметка [HF] об отсутствии галогенов, если их нет	—
Маркировка электронных сборок	В правом нижнем углу верхнего слоя платы или рядом с номером партии, или с серийным номером, или с логотипом компании	Маркировка категорий использованных при монтаже припоев в порядке применения. Защитное покрытие, при наличии	—	Не допускается маркировка сборки символом бессвинцовых материалов (рис. 2), если хотя бы один компонент содержит свинец
Маркировка контейнера с электронными сборками	На внутренней стороне контейнера со сборками	Маркировка или наклейка с информацией об электронных сборках	—	—

кировка используется только для базовых материалов ПП и не относится к обозначению отсутствия галогенов (HF) в материалах электронных сборок.

Также по усмотрению заказчика производителю ПП может потребоваться нанести на плату маркировку категории припоя и защитного покрытия, которые потребуются после монтажа.

Маркировка транспортных контейнеров для ПП должна повторять, по крайней мере, информацию об имеющихся внутри печатных платах.

Если платы были маркированы с обозначением категории припоя или защитного покрытия и эти надписи не соответствуют материалам, использованным при последующей сборке, необходимо исправить маркировку в соответствии с реально использованными материалами.

Маркировка упаковки должна содержать информацию, аналогичную указанной на маркировке однородных печатных или сборок.

В тех случаях, когда используется более одного вида припоя, указание их категорий должно быть выполнено в следующей последовательности: пайка оплавлением, волной припоя, другие категории.

Размещение маркировок категорий материалов ПП и электронных сборок наиболее предпочтительно на первом (верхнем) слое в правом нижнем углу платы или рядом с обозначением партии и серийного номера платы или рядом с логотипом компании. Маркировочные знаки должны быть четкими и отличаться от других маркировок плат. К примеру, отдельную маркировку можно полностью поместить в круглые или квадратные скобки, как показано на рис. 7. В закупочной документации, однако, могут быть

указаны требования другого варианта размещения маркировки.

Размеры маркировки четко не определяются, однако она должна быть четкой и разборчивой без необходимости увеличения. Цвет символа «e» и номера категории должен обеспечивать хороший контраст и четкое разборчивое чтение без необходимости увеличения. Стиль шрифта должен быть "Arial", "OCR-A" или аналогичный им. Метод нанесения маркировки на ПП (то есть трафаретная печать, травление, лазерное нанесение, наклейка, изменение имеющегося штрих-кода и др.) должен обеспечивать четкое и разборчивое чтение без необходимости увеличения.

В соответствии с требованиями стандарта последовательность расположения маркировок должна быть следующей:

- обозначение базового материала (из "slash-sheet");
- содержание галогенов;
- финишное покрытие ПП;
- пайка оплавлением, волной припоя и другие виды пайки;
- защитное покрытие (при наличии).

Пример 1: Материал основания печатной платы FR-4, содержащий многофункциональную эпоксидную смолу без галогенов, с финишным покрытием иммерсионным серебром (ImmAg); при монтаже использованы: для пайки оплавлением — припой олово-серебро-медь (SnAgCu) и для пайки волной припоя — сплав олова без висмута (Bi) и цинка (Zn); защитное покрытие не нанесено.

Обозначение: /95 HF b2 e1 e2 или /95-HF-b2-e1-e2 или /95/HF/b2/e1/e2.

Пример 2: Материал основания печатной платы FR-4 содержит галогены в эпоксидном связующем с содержанием свинца в финишном покрытии, пайка содержащим свинец припоем, защитное покрытие на эпоксидной основе.

Обозначение: /99 b0 e0 ER или /99-b0-e0-ER или /99/b0/e0/ER.

Если при наладке, ремонте или изменении электронных сборок использованы материалы, отличающиеся от указанных на маркировке, в последовательности обозначений должны быть добавлены коды новых материалов.

В таблице сведены требования по обозначению и маркировке, подробное описание которых было изложено в стандарте 91/767/PAS (проект).

Литература

- Медведев А. Стандарты МЭК в отечественной нормативной базе // Производство электроники. 2007. № 2.
- Медведев А., Стась К. Гильдия профессиональных технологов приборостроения // Производство электроники. 2008. № 4.
- Медведев А. Покрытия под пайку // Технологии в электронной промышленности. 2007. № 2.