



Новые требования при работе с электронными компонентами с повышенной чувствительностью к влажности в условиях перехода к бессвинцовым технологиям

Из соображений экологической безопасности и в соответствии с решением ЕС, с 1 июня 2006 года производители электронных изделий должны в процессе их выпуска отказаться от применения материалов, содержащих свинец. Это означает запрет на использование указанных материалов при изготовлении печатных плат, паяльных паст, припоев и покрытий выводов электронных компонентов.

**Станислав Гафт,
к. т. н.**

test@ostec-smt.ru

В процессе оплавления электронные компоненты подвергаются воздействию высокой температуры и химических веществ, находящихся во флюсах и отмывочных жидкостях. Влага проникает внутрь электронных компонентов в пластмассовых корпусах преимущественно через корпус (и вдоль выводов микросхем в керамических корпусах). Быстрое испарение влаги во время оплавления приводит к повышению гидростатического давления внутри электронных компонентов. Различие в значениях коэффициентов теплового расширения для различных материалов, используемых в конструкции полупроводниковых приборов (пластмассы, кремний, металл рамки и соединительных проводников), приводит к возникновению дополнительных напряжений. Указанные причины повышают риск повреждения электронных компонентов: образование микротрещин в кристалле, обрыв соединительных проводников и, наконец, образование микротрещин в пластмассовом корпусе. И если первые два типа дефектов, как правило, легко диагностируются в процессе производства, то образование микротрещин в корпусе относится к разряду скрытых дефектов, поскольку через эти трещины внутрь электронных компонентов попадают ионные загрязнения и влага, которые приводят к отказам в процессе эксплуатации. Стоимость ремонта подобных изделий обходится производителю особенно дорого, так как они выходят из строя уже у потребителя.

В условиях перехода к бессвинцовым технологиям вероятность появления названных дефектов резко возрастает, в первую очередь она связана с повышением температуры плавления новых припоев с 183 до 217 °С, и, как следствие, с необходимостью повышения температуры в зоне оплавления

на 40 °С. Для предупреждения дефектов такого типа фирмами-изготовителями электронных компонентов регламентируется ряд требований, соответствующих новой классификации по уровням чувствительности к влажности, и настоятельно рекомендуется проведение специальных мероприятий, касающихся способов хранения, упаковки, маркировки и транспортировки.

Классификация электронных компонентов по степени чувствительности к влажности

Согласно международному стандарту IPC JEDEC J-STD-020C электронные поверхностно-монтируемые компоненты (SMD-компоненты) в негерметичных корпусах подразделяются по чувствительности к влаге на восемь уровней (см. таблицу). Уровень присваивается в соответствии с условиями производства, хранения, временем термообработки перед установкой и т. д.

Данная информация отображена с помощью специальной маркировки на влагонепроницаемом изделии.

1. Поставщики могут под свою ответственность увеличивать время термообработки.
2. ВНИМАНИЕ! Данные по ускоренному эквиваленту выдержки не должны использоваться в следующих случаях: до установления реакции на разрушение (включая электрические, после термообработки и оплавления) или если энергия активации при диффузии составляет 0,4–0,48 эВ. Длительность термообработки в условиях ускоренного эквивалента может изменяться в зависимости от свойств материала: например для штампованного композитного материала, для материала корпуса и пр. Документ JEDEC JESD22-A120

Таблица. Классификация электронных компонентов в зависимости от чувствительности к влажности

| Уровень | Хранение | | Параметры термообработки(1) | | | |
|---------|---------------------|-------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | | Стандартные | | Ускоренный эквивалент(2) | |
| | Время | Условия | Время, час | Условия | Время, час | Условия |
| 1 | не ограничено | ≤30 °C/60 % | 168+5/-0 | 85 °C/85% | | |
| 2 | 1 год | ≤30 °C/60 % | 168+5/-0 | 85 °C/60% | | |
| 2a | 4 недели | ≤30 °C/60 % | 696(3)+5/-0 | 30 °C/60% | 120+1/-0 | 60 °C/60% |
| 3 | 168 часов | ≤30 °C/60 % | 192(3)+5/-0 | 30 °C/60% | 40+1/-0 | 60 °C/60% |
| 4 | 72 часа | ≤30 °C/60 % | 96(3)+2/-0 | 30 °C/60% | 20+0,5/-0 | 60 °C/60% |
| 5 | 48 часов | ≤30 °C/60 % | 72(3)+2/-0 | 30 °C/60% | 15+0,5/-0 | 60 °C/60% |
| 6 | 24 часа | ≤30 °C/60 % | 48(3)+2/-0 | 30 °C/60% | 10+0,5/-0 | 60 °C/60% |
| 7 | Указано на упаковке | ≤30 °C/60 % | Указано на упаковке | 30 °C/60% | | |

предлагает метод для определения коэффициента диффузии.

3. Стандартное время между термообработкой и упаковкой для полупроводниковых компонентов у производителя — 24 часа. Соответственно, максимально допустимое время нахождения электронных компонентов вне упаковки у дистрибьютора также принимается равным 24 часам.

Если компоненты находились вне упаковки менее 24 часов, время термообработки может быть сокращено. Для условий 30 °C и 60% относительной влажности время термообработки сокращается на столько же часов, на сколько время нахождения компонентов вне упаковки меньше 24 часов.

Если компоненты находились вне упаковки больше 24 часов, время термообработки необходимо увеличить. Для условий 30 °C и 60% относительной влажности время термообработки увеличивается на столько же часов, на сколько время нахождения компонентов вне упаковки больше 24 часов.

Способы хранения и транспортировки

Способы хранения, упаковки и транспортировки в условиях производства чувствительных к влаге SMD-компонентов описаны стандартом IPC/JEDEC J-STD-033A (дополнительная информация на сайте www.jedec.org).

Электронные компоненты и модули должны быть упакованы во влагонепроницаемые пакеты, в соответствии с требованиями стандартов. В пакеты должно быть вложено влагопоглощающее вещество (силикагель) в необходимом количестве, обеспечивающее относительную влажность внутри пакета менее 20% в течение года с момента упаковки, а также индикаторная карточка для определения влажности. После этого пакет должен быть запаян под небольшим разрежением. На упаковку с внешней стороны должна быть наклеена этикетка с указанием даты выпуска и уровня чувствительности к содержанию влаги.

Хранить упакованный компонент необходимо при температуре не выше 40 °C и относительной влажности не более 90%. Индикаторная карточка — единственная возможность обнаружить превышение допустимого предела влажности внутри пакета. По состоянию компонентов нельзя точно определить значения влаж-

ности. Поставка компонентов, клеенных в ленту, подразумевает предварительную термообработку (у изготовителя).

Дата упаковки компонентов отображена на этикетке, наклеенной на пакет. Срок годности SMD-компонентов во влагостойкой упаковке составляет 12 месяцев со дня упаковки. Если срок хранения превышен или индикатор показывает уровень влажности более 20%, то после вскрытия перед использованием необходимо провести термообработку.

После проведения термообработки необходимо:

- использовать компоненты;
- заново запаять компоненты под небольшим разрежением в новом проверенном влагонепроницаемом пакете в течение 12 часов, с новым влагопоглощающим веществом, новой индикаторной карточкой и обязательным заполнением данных на этикетке (дата упаковки и уровень чувствительности к влажности). Использование в качестве вспомогательных материалов

для упаковки скрепки, изоляционной ленты и ткани недопустимы;

- изделия без упаковки следует хранить в шкафах сухого хранения (рис. 1) при значениях относительной влажности менее 20%.

Если в условиях реального производства печатных узлов не удастся выдержать параметры хранения электронных компонентов в соответствии с требованиями соответствующих стандартов (см. таблицу), значения названных параметров необходимо восстановить до соответствия конкретному уровню. Это относится и к процессу упаковки готовых компонентов, и к производственному процессу непосредственно перед монтажом на печатные платы, хранению полуфабрикатов в технологических заделах, на технологических переходах и т. д.

Для восстановления характеристик компоненты должны быть подвергнуты одному из двух процессов:

- 24 часа при температуре 125 °C в транспортной таре, способной выдержать дан-



Рис. 1. Шкафы сухого хранения серии «02» производства компании Toyo Living, Япония



ную температуру в промышленных печах (рис. 2);

- 192 часа при 40 °С и при относительной влажности не более 5% в шкафах сухого хранения (рис. 1).

Обеспечение условий для поддержания влажности на заданном уровне актуально в случаях, если:

- невозможно выдержать установленный временной промежуток между термообработкой и упаковкой электронных компонентов в условиях реального производства;
- экономически целесообразно хранение электронных компонентов и полуфабрикатов печатных узлов без специальной упаковки;
- необходима минимизация времени выдержки компонентов и печатных плат непосредственно перед загрузкой в линию автоматического монтажа.

В условиях многономенклатурного производства для уменьшения непроизводительных простоев, связанных с переналадкой автоматов, технически целесообразно и экономически оправдано хранение питателей



Рис. 2. Промышленные печи серии PV/PH производства компании ESPEC Corp., Япония

с компонентами непосредственно в шкафах сухого хранения (рис. 3).

Идеальный вариант для обеспечения этих требований — шкафы сухого хранения с поддерживаемым уровнем влажности воздуха или азота (рис. 1, 3).

Мобильное исполнение шкафов сухого хранения (на колесах) позволяет доставлять электронные компоненты и печатные платы непосредственно на участок монтажа (рис. 4). Это обстоятельство позволяет минимизировать время нахождения электронных компонентов в неконтролируемых с точки зрения поддержания влажности условиях.

Неуклонное выполнение всех указанных выше условий по хранению, транспортировке и упаковке электронных компонентов позволит резко снизить количество отказов, связанных с влиянием влажности, и обеспечить высокий уровень качества и надежности выпускаемой продукции в условиях перехода к бессвинцовым технологиям.



Рис. 3. а) шкаф сухого хранения для питателей с компонентами производства компании Toyo Living, Япония; б) питатель, установленный в шкаф сухого хранения



Рис. 4. Мобильное исполнение шкафов сухого хранения