

# ВНЕДРЕНИЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ДИРЕКТИВЫ RoHS

**Лев Шапиро**

*Component Master Ltd., Израиль*

**Внедрение Директивы RoHS, срок введения в действие которой определен 1 июля 2006 г., затрагивает интересы многих фирм, причем как поставщиков готовых электрических и электронных изделий (в англоязычной интерпретации EEE — *Electrical and Electronic Equipment*), так и изготовителей компонентов. Директива серьезно повлияет и на деятельность многих предприятий и организаций, вовлеченных в процесс разработки, изготовления, маркетинга и продаж изделий EEE и их компонентов в европейских и ряде других стран мира.**

Переход к производству изделий, соответствующих требованиям RoHS, и связанные с ним серьезные технологические изменения иногда сравниваются с широко распространенной деятельностью в 1980-х и начале 1990-х гг. по внедрению технологии поверхностного монтажа (SMT). Эта аналогия в какой-то степени применима с точки зрения «революционности» новой технологии, однако имеется одно очень существенное отличие, с которым сталкиваются производители электронных изделий.

Внедрение SMT не являлось законодательным требованием, а стимулировалось лишь благодаря ее технологическому преимуществу, предоставляя изготовителям возможность реализации новой технологии по своему усмотрению. Поэтому они часто растягивали этот процесс на несколько лет. Внедрение же Директивы RoHS представляет собой существенно отличающуюся ситуацию, при которой все изготовители EEE в законодательном порядке обязаны обеспечить соответствие их изделий установленным требованиям не позднее 1 июля 2006 г.

Директива распространяется на следующие 8 категорий изделий, входящих в EEE и функционирующих с напряжением, не превышающим 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока:

- крупные бытовые электроприборы;
- малые бытовые электроприборы;
- информационно-технологическое и телекоммуникационное оборудование;
- потребительские товары;
- осветительная аппаратура;
- электрические и электронные инструменты;
- игрушки, принадлежности для отдыха и спорта;
- торговые автоматы.

Эти категории характеризуются тем, что они включают в себя наиболее распространенные EEE, используемые населением в большом количестве.

С 1 июля 2006 г. изготовители перечисленных выше категорий изделий не смогут поставлять на рынок продукцию, содержащую 6 перечисленных ниже опасных материалов в концентрациях, превышающих допустимые пределы.

Директива ограничивает применение Pb (свинца), Hg (ртути), Cr VI (шестивалентного хрома), PBB (полибромин бифенила) и PBDE (полибромин дифенил этера) с максимально допустимой концентрацией в разрезе не более 0,1% и Cd (кадмия) — не более 0,01%.

Эти ограничения установлены не от веса изделия, узла или компонента, а от веса каждого отдельного гомогенного материала. Гомогенным считается такой материал, который не может быть механически разделен на другие материалы. Например, типичный полупроводниковый компонент не может быть классифицирован как гомогенный, так как содержит по меньшей мере 6 различных гомогенных элементов: силиконовый чип (die), подставку под чип (die attach), провода, соединяющие чип с выводами элемента (bond wire), сами выводы (leads), их металлическое покрытие (plating) и пластмассовый корпус (plastic encapsulation). Причем каждый из них в отдельности должен соответствовать требованиям Директивы.

Директива устанавливает ряд исключений, освобождающих от выполнения ее требований некоторые виды изделий, например оборонного и космического применения, отдельные виды медицинского оборудования, крупное стационарное промышленное оборудование и т.д.

Освобождены также (причем лишь в части допустимого применения пайки со свинцом, а не всех опасных материалов) серверы, системы хранения данных и изделия, входящие в состав инфраструктуры компьютерных и телекоммуникационных сетей.

Основная причина их «освобождения» от требований RoHS — необходимость в обеспечении повышенной надежности (причем на длительное время эксплуатации), которая не может быть достаточно подтверждена тем сравнительно недолгим опытом, который к настоящему времени накоплен в мире о бессвинцовом процессе пайки после применения в течение многих десятков лет всесторонне изученной технологии с использованием сплава олово-свинец.

Кроме того, использование свинца сверх установленного ограничения (0,1% от веса каждого гомогенного материала) допускается и в тех случаях, когда отсутствует альтернативное технологическое реше-

ние без применения свинца. Наиболее распространенным примером является разрешение на использование свинца в припоях, имеющих температуру плавления не менее 280°C. Такой припой необходим для соединения чипа внутри корпуса полупроводникового компонента повышенной мощности, и в его состав входит не менее 85% свинца.

Имеется также и ряд дополнительных исключений, позволяющих использование в определенных компонентах свинца, ртути, шестивалентного хрома и кадмия.

Директива предусматривает возможность использования не соответствующих ее требованиям запасных частей для обслуживания, ремонта и усовершенствования изделий ЕЕЕ, однако лишь в случае, если эти изделия поставлены на рынок до 1 июля 2006 г.

Формально Директива относится лишь к изделиям и не распространяется на компоненты, печатные платы, отдельные сборки и узлы и т.д. Однако в случае, если эти части входят в электрические или электронные изделия с требованиями их соответствия RoHS, они должны быть изготовлены без применения опасных материалов и с использованием бессвинцового процесса пайки. Причем это касается всех частей изделия, включая внешнюю конструкцию (пластмассовый или металлический корпус), провода и кабели, крепеж и т.д.

Вся ответственность за соблюдение требований RoHS возлагается на изготовителя («producer») и в соответствии с интерпретацией Директивы изготовителем является юридическое лицо, которое:

- производит и продает изделие ЕЕЕ под своей собственной торговой маркой;
- продает под своей торговой маркой изделие, изготовленное другим поставщиком;
- импортирует (экспортирует) изделия ЕЕЕ на профессиональной основе.

Из этой интерпретации очевидно, что не при всех обстоятельствах действительный изготовитель изделия окажется ответственным за соответствие Директиве.

Изготовители изделий ЕЕЕ, которым предстоит обеспечить переработку их продукции в соответствии с требованиями Директивы RoHS, сталкиваются с необходимостью решения в кратчайшие сроки ряда серьезных проблем. Основные технологические последствия, вызванные необходимостью внедрения Директивы, более или менее подробно изложены в статье «Новые европейские Директивы для изделий электроники» (см. «ЭК», №11, 2005).

Остановимся на остальных актуальных проблемах, связанных с разработкой, инженерным обеспечением и логистикой, которые должны быть решены изготовителями ЕЕЕ.

1. Многие изготовители электронных компонентов ошибочно истолковывают дату 1 июля 2006 г. как срок, установленный для их готовности поставлять на рынок компоненты, отвечающие тре-

бованиям RoHS. И в действительности, на данный момент есть немалое количество типов компонентов, которые еще не квалифицированы их изготовителями как соответствующие Директиве и процессу бессвинцовой пайки. Планируемая готовность части этих компонентов лишь не ранее 1 июля 2006 г. ставит изготовителей ЕЕЕ в весьма затруднительное положение. Нельзя забывать, что к этому сроку они должны быть уже готовы к поставке новых «RoHS-изделий», а перед этим должна быть проведена громадная работа по внесению изменений в изделия, отработке новой технологии, квалификации надежности после различных тестов и т.д.

2. Некоторые изготовители компонентов (в основном пассивных и электромеханических), а также несколько изготовителей полупроводниковых элементов приняли решение не изменять каталожные номера компонентов при их производстве с определенной даты после внесения изменений для соответствия RoHS. В качестве основного «индикатора» для отличия обновленных компонентов этими изготовителями предложен «Date Code», т.е. дата их выпуска.

Такое решение является крайне проблематичным для дистрибьюторов и потребителей компонентов, причем с их стороны наряду со справедливыми нареканиями выдвигаются весьма актуальные вопросы:

- каким образом заказывать компоненты, соответствующие RoHS и бессвинцовой технологии?
- как идентифицировать эти компоненты на складах по сравнению с аналогичными, не соответствующими Директиве и имеющими те же номера?
- каким образом информационная система предприятия или дистрибьютора сможет управлять запасами компонентов не по их номеру, а лишь по дате выпуска?
- как изготовитель изделий может успешно идентифицировать такие компоненты в производственном процессе?
- как потребители компонентов для изделий, освобожденных от требований RoHS (изделия оборонного и космического применения, инфраструктуры телекоммуникации и т.д.), смогут заказывать и безошибочно получать компоненты со свинцовым покрытием выводов?

3. В так называемый переходный период до 1 июля 2006 г. большинство изготовителей ЕЕЕ должны будут справиться с проблемой «двойного функционирования». То есть, с одной стороны, необходимо интенсивно вести работы по переводу производства на соответствие их изделий новым требованиям RoHS, а с другой – успешно продолжать деятельность по выпуску существующих изделий. Кроме трудностей организационного порядка, придется задуматься о сокращении излишних расходов. Это должно произойти, в первую очередь, за счет разумного управления складскими запасами, чтобы в указанный оставшийся период обеспечить максимальную замену имеющихся

на складе компонентов их бессвинцовыми эквивалентами, соответствующими директиве RoHS.

Непременным техническим условием для успешного решения данной проблемы является требование к новым компонентам быть совместимыми с обеими технологиями, т.е. иметь возможность их беспрепятственного использования и при пайке с применением конвенциональной технологии «олово-свинец», а также с имеющимися печатными платами и компонентами с содержанием свинца. Большинство компонентов, выпускаемых для бессвинцовой технологии, отвечают указанному требованию. Однако интегральные схемы в конструкции BGA и Flip-Chip являются серьезным исключением, так как для металлического покрытия их шарообразных выводов используется материал SAC (SnAgCu), который требует при их монтаже на печатной плате повышенной температуры, значительно превышающей температуру обычного процесса пайки.

Таким образом, эти компоненты не являются совместимыми с действующей технологией, и их применение в изделиях потребует двойных складских запасов до тех пор, пока предприятие не перейдет полностью на бессвинцовое производство.

В связи с ограниченной возможностью приобретения всех необходимых для изделия компонентов без свинца изготовители вынуждены в настоящий переходный период производить изделия со смешанными компонентами (с наличием свинца и без), что неминуемо приведет к снижению надежности.

4. В процессе производства электронных изделий часто возникает необходимость в поиске заменяющих компонентов, полностью эквивалентных тем, которые находятся в действующем перечне изделия. Как правило, поиск замены производится с целью решения проблемы, связанной с прекращением производства того или иного компонента, снижения стоимости изделия, сокращения сроков поставки и т.д.

Поиск замены для компонента с требованиями его соответствия RoHS и «бессвинцовой» технологии является значительно более сложной задачей, так как должна быть обеспечена эквивалентность не только по функциональным параметрам и механическому исполнению (или для полупроводникового элемента – в полной идентичности выводов).

В этих случаях необходимо проверить выполнение также и ряда дополнительных требований:

- соответствие Директиве;
- сходство в части повышенных температурных требований, предъявляемых для пайки по бессвинцовой технологии;
- аналогичный уровень чувствительности к влажности (для полупроводниковых и некоторых других компонентов), то есть аналогичный MSL (Moisture Sensitivity Level — уровень влажочувствительности);
- наличие упомянутой выше обратной совместимости, что особенно актуально для переходного периода;

– использование аналогичного материала для покрытия выводов компонента.

5. При переводе изделия на соответствие RoHS его разработчик должен подготовить новый перечень элементов (Bill Of Materials — BOM), в котором каждый используемый компонент должен полностью отвечать новым техническим требованиям. Эта трудоемкая работа связана с немалыми препятствиями из-за недостаточной технической информации о некоторых компонентах, по причине отсутствия бессвинцовых эквивалентов или из-за снятия с производства какого-либо компонента, что вызывает необходимость вносить существенные изменения в проект. Поиск компонентов альтернативного изготовителя также встречает аналогичные трудности.

Одним из важнейших решений, которое должно быть принято на данной стадии переработки изделия, это выбор номеров компонентов в каталоге предприятия для построения откорректированного перечня элементов, а также использование базы данных в новых условиях. Наиболее распространенными являются два подхода, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Первый подход заключается в сохранении существующих номеров каталога предприятия. Это позволяет упростить инженерную работу по корректировке документации, однако требует внесения в базу данных дополнительной информации, такой как:

- статус соответствия RoHS;
- дата изготовления каждой получаемой партии компонентов;
- упомянутый выше уровень MSL;
- максимально допустимая температура при монтаже;
- материал, используемый для покрытия выводов компонентов.

Кроме того, сохранение номеров, под которыми будут находиться как имеющиеся компоненты, не соответствующие RoHS, так и бессвинцовые, существенно усложнит логистику, при которой должны быть предприняты все необходимые меры, чтобы предотвратить опасное смешение двух типов компонентов в складских запасах и в процессе монтажа изделия.

Данный подход не применим к компонентам в конструкциях BGA и Flip-Chip, так как они не являются совместимыми с обеими технологиями и потому потребуют новых номеров и отдельных складских запасов для имеющихся компонентов и их бессвинцовых аналогов.

Второй подход требует новых номеров предприятия для каждого элемента по перечню изделия. Это снижает опасность смешения двух типов компонентов, однако значительно усложняет техническую документацию и инженерное обеспечение, а также требует двойного увеличения как базы данных, так и мест расположения компонентов на складах.

6. Немалую путаницу при упоминании RoHS вносит и отсутствие четкой и однозначной терминологии. Наиболее распространенные термины, определяющие требования соответствия Директиве, это «RoHS compliance» (соответствие RoHS) и «Lead-Free» (отсутствие свинца).

При этом самыми частыми вопросами, которые доводится неоднократно слышать относительно электронных компонентов, являются следующие:

- «RoHS compliance» и «Lead-Free» это одно и то же требование или нет?
- в чем отличие между ними?
- может ли электронный компонент быть «RoHS compliant», но не «Lead-Free» или наоборот?

Подобные вопросы являются вполне правомерными, поскольку даже некоторые известные изготовители электронных компонентов (не говоря уже о малых и средних фирмах) часто вводят потребителей в заблуждение, публикуя неполную, а иногда и ошибочную техническую информацию.

Безусловно, «RoHS compliance» и «Lead-Free» это далеко не одно и то же, и между ними имеется существенное отличие. Директива RoHS ограничивает лишь применение шести опасных материалов, не затрагивая технологических аспектов ее практического внедрения.

Так, Директива абсолютно не касается температурных требований, предъявляемых к компонентам, печатным платам и процессу монтажа. Однако термин «Lead-Free» не только ограничивает применение свинца (как, впрочем, определяет и сама Директива RoHS), но и выдвигает новые повышенные требования к температуре для монтажа по бессвинцовой технологии (так называемый процесс «Lead-Free»).

Таким образом, если электронный компонент при его монтаже на печатной плате или в изделии должен подвергнуться процессу пайки, то он и печатная плата должны соответствовать как требованиям RoHS, так и повышенным температурным требованиям бессвинцового монтажа. В случае же, если компонент требует лишь механического монтажа, вполне достаточным требованием к нему является соответствие RoHS.

7. На данный момент Европейским Союзом (EU) еще не определены окончательно все юридические аспекты и административные процедуры, в соответствии с которыми изготовитель EEE сможет осуществлять поставку изделий с 1 июля 2006 г.

Наиболее вероятным требованием к изготовителям будет необходимость представить «Декларацию Соответствия» его изделия требованиям RoHS с приложением большого числа «доказательств», т.е. так называемых «Material Declarations», отражающих содержание всех используемых гомогенных материалов с их наименованием и весовым количеством по каждому компоненту и материалу, входящим в состав изделия. Такие документы должны быть затребованы от всех изготовителей компонентов, узлов и отдельных материалов в соответствии со стандартами:

– JOINT INDUSTRY GUIDE «Material Composition Declaration for Electronic Products» (JIG-101);

– IPC-1752 «Materials Declaration Management».

К сожалению, подавляющее большинство изготовителей компонентов в мире пока еще не готово предоставить эту важную информацию, и немалое число изготовителей (в основном, из Юго-Восточной Азии) даже не знакомы с указанным требованием и упомянутыми стандартами.

8. Нелегкое положение в условиях внедрения Директивы RoHS ожидает и дистрибьюторов компонентов, которые также должны будут преодолеть большинство из перечисленных трудностей. Это предположение особенно верно для российских дистрибьюторов, находящихся на переднем фронте по обеспечению своих заказчиков (изготовителей EEE) технической информацией о компонентах. Это верно еще и потому, что, с одной стороны, российская электроника все больше ориентируется на применение импортных компонентов, а с другой — потому, что прямая связь российских изготовителей EEE непосредственно с изготовителями компонентов значительно слабее, чем у их коллег на Западе.

При указанных обстоятельствах дистрибьюторы в России должны уже сегодня ощущать серьезные изменения, происходящие на рынке электронных компонентов, включая новые номера компонентов и маркировку на них и на их упаковках, а также новую терминологию.

9. Следует также остановиться и на дополнительных расходах по внедрению бессвинцовой технологии. Разовые расходы могут включать стоимость приобретения нового оборудования (если необходимо), модификацию существующего оборудования (например, для высоких температур), осуществление новых процедур по складскому хранению, обучение персонала и т.д.

Текущие расходы могут включать те затраты, которые связаны с более строгим контролем и мерами по обеспечению требуемой надежности, затраты на увеличение потребляемой мощности из-за более высоких температур пайки, на повышение стоимости материалов и компонентов.

Успешное преодоление перечисленных трудностей и оптимальное решение возникающих проблем потребуют немалых усилий со стороны персонала предприятий, вовлеченных в процесс кардинального изменения их изделий для соответствия Директиве RoHS.

Вполне очевидно, что не удастся остаться в стороне и тем предприятиям, которые «освобождены» от требований RoHS или по тем или иным причинам приняли решение не участвовать в этом процессе. Установившаяся реальность на рынке импортных электронных компонентов и активная деятельность изготовителей компонентов по переходу на новые технологии заставят эти предприятия считаться с действительностью и также предпринять срочные усилия в данном направлении.