

ЭЛЕКТРОНИКА, "ДРУЖЕСТВЕННАЯ" ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Электронные отходы, или e-отходы, растут так быстро, что избавление от них становится серьезной проблемой. Ежегодно утилизируется более 600 тыс. т электронного оборудования и, по оценкам Международной ассоциации утилизаторов электронной продукции (International Association of Electronics Recyclers – IAER), к концу этого десятилетия мощности по переработке отслужившей электроники должны быть увеличены в четыре-пять раз. Согласно данным IAER, в ближайшие пять лет устареет 250 млн. компьютеров, к 2005 году будет выбрасываться более 130 млн. мобильных телефонов в год, что выльется в 65 тыс. т отходов, большая часть которых – токсичны. И уменьшение габаритов продукции не поможет, поскольку находящиеся в употреблении устройства быстро морально устаревают и выбрасываются. Вот почему производители электронных систем и компонентов вынуждены принимать активные меры по устранению содержания токсичных веществ в выпускаемых изделиях. Лидеры в этой области – Европейский Союз и Япония. Американская электронная промышленность до последнего времени не предпринимала заметных мер по контролю над опасными отходами. Но ситуация понемногу меняется.

Без сомнений, мир, не подвергаемый воздействию отравляющих веществ, станет лучше. Одно из опасных токсичных веществ – свинец, который не удаляется из организма человека, накапливаясь в нем. Это в свое время привело к запрету свинцовых добавок в бензине и красителях. Теперь пришла очередь электроники. Потребление свинца при производстве ее изделий не столь велико: содержание его в блоке на печатной плате с высокой плотностью монтажа – всего несколько грамм, к тому же он "связан" в припое (как правило, олово-свинец), а сама плата герметизирована в корпусе. Но с окончанием срока жизни электронных устройств возникает "свинцовая" проблема, особенно если учесть быстрое сокращение сроков жизни бытовых изделий и ПК и связанный с этим стремительный рост электронных отходов. В результате в земле оказывается значительное количество свинца.



М.Валентинова

Большинство проблем, вызываемых ростом объема e-отходов, связано с материалами, используемыми при производстве электронных компонентов. Это – помимо свинца, галогены (семейство химических веществ, содержащих фтор, хлор, бром и йод), оксиды сурьмы и другие токсичные вещества. Они содержатся в химических реактивах, применяемых при изготовлении изделий электронной техники, а также в сотнях тон пластмасс, применяемых в ПК, сотовых телефонах, карманных компьютерах, электронных играх и т.п.

Лидер в области инициатив по защите окружающей среды – Европейский Союз. В июне 2002 года был принят закон о конечном сроке жизни транспортных средств (European End-of-Life Vehicle – ELV), в которых применение свинецсодержащих сплавов особенно велико. Согласно этому закону, если общее количество свинца в припое, используемом в транспортном средстве, превышает 60 г, поставщики компонентов обязаны сообщать о содержании свинца в припое всех поставляемых ими изделиях электроники. Еще более жесткие ограничения вводит принятый Парламентом ЕС закон, ограничивающий применение опасных для здоровья веществ (Restriction of Hazardous Substances – RoHS). Согласно этому закону, который вступает в силу в августе 2004 года, к 1 января 2006-го все электротехническое и электронное оборудование, а также компоненты, поставляемые в страны ЕС, не должны содержать свинец, кадмий, ртуть, шестивалентный хром, а также легко воспламеняемые реактивы (такие, как полибромидные дифенилы – PBB или полибромидные дифениловые эфиры – PBDE). Правда, пока закон RoHS не касается мониторов на базе ЭЛТ и автомобильных аккумуляторов (по содержанию свинца аккумулятор сопоставим с 250 тыс.–750 тыс. схем микропроцессоров), для которых нет экономически эффективной замены свинцовых сплавов. Но в остальных изделиях применение свинца исключено.

К сожалению, стандарты, оговаривающие применение свинца и других токсичных материалов в электронных приборах, не вполне ясны и различны во многих странах. Так, согласно европейскому закону ELV, содержание свинца в электронных устройствах и компонентах не должно превышать 0,1%. Вероятно, такое же ограничение будет принято законом RoHS, хотя возможны и некоторые исключения. Они, вероятно, коснутся высокотемпературных припоев (т.е. сплавов олово-свинца с содержанием свинца более 85%), припоев, применяемых при сборке серверов, накопительных и матричных систем (исключение может действовать до 2010 года), а также припоев, используемых в оборудовании сетевой инфраструктуры. В то же время, Ассоциация производителей твердотельной электроники США (орган стандартизации в области полупроводниковой техники при Ассоциации электронной промышленности – EIA) в 2001 году определила бессвинцовые полупроводниковые приборы как приборы, содержащие элементарный свинец не более 0,2% по



весу. В результате Объединенный совет по электронным устройствам США (JEDEC) пересмотрел стандарт на корпусирование микросхем, с тем чтобы корпуса отвечали новым требованиям к сборке на плату и надежности, изменившимся в связи со снижением содержания свинца в выводах, паяных контактах и покрытиях. Нет современных стандартов и на применение огнезащитных покрытий печатных плат и используемых в электронных приборах пластмасс.

Меры, предпринимаемые ЕС, касаются всех изделий, продаваемых в европейских странах, а их сегодня уже не 15, а 25! Это заставляет экспортеров, в первую очередь фирмы США и Японии, предпринимать активные меры по исключению свинца из поставляемых приборов. Наибольших успехов добились японские фирмы, прекратившие применять свинец в производимых ими электронных устройствах к концу 2003 года.*

В США пока не проводятся программы, подобные инициативам, предпринимаемым в ЕС. Однако все большее число американских изготовителей конечной аппаратуры ведут собственные или участвуют в совместных программах по созданию бессвинцовых приборов. Большой вклад в решение проблемы отказа от применения свинца при сборке электронных систем вносит деятельность Национальной инициативы электронной промышленности США (National Electronics Manufacturing Initiative – NEMI) – промышленного консорциума, в который входят более 60 изготовителей, поставщиков материалов и оборудования, государственных агентств и вузов (в том числе Advanced Micro Devices, IBM, Hewlett-Packard, Intel, Kulicke and Soffa Industries, Lucent, Microsoft, Texas Instruments, Sun Microsystems, Массачусетский технологический институт, Национальный институт стандартов и технологии). Совместно с JEDEC консорциум разработал выпущенный в мае 2004 года стандарт JESD97, названный "Маркировка, символы и ярлыки для обозначения бессвинцовых сборок, компонентов и устройств". Хотя NEMI и считает стандарт достаточно полным, она рекомендует использовать различную маркировку для содержащих и не содержащих свинец компонентов и печатных плат, с тем чтобы потребитель мог легко различать их. Так, фирма Fairchild Semiconductor уже маркирует бессвинцовый вариант транзистора MMBT3904 как MMBT3904_NL, а фирма ON Semiconductor использует в маркировке бессвинцовых приборов суффикс G.

Если проблема отказа от свинца при сборке электронных приборов решается достаточно активно за счет применения новых припоев, то у изготовителей компонентов возникает дополнительная трудность – защита кремниевых микросхем, электролитов, ферритовых сердечников и кристаллов от воздействия повышенной температуры, требуемой при пайке электронных компонентов на печатную плату. Тем не менее, число производителей "зеленых" электронных компонентов непрерывно растет. В июле 2001 года фирмы STMicroelectronics, Infineon Technologies и Philips образовали группу охраны окружающей среды (Environmental 3 – E3) с целью разработки стандартов на бессвинцовые компоненты. В 2004 году к ним присоединилась дочерняя компания фирмы Motorola – Freescale Semiconductor, и группа стала называться E4. Эта группа продолжит работы по созданию дружественных окружающей среде корпусов, уделяя особое внимание таким широко обсуждаемым европейскими изготовителями проблемам, как пригодность к пайке, надежность альтернативных материалов и определение уровней влагостойкости. В конце 2003 года компания Infineon объявила о готовности выпустить ДОЗУ и модули памяти в дружественных окружающей среде корпусах. Содержание свинца в микросхемах DDR ДОЗУ емкостью 256М-, 512М- и 1 Гбит, а также специальной памяти (для

графических, мобильных и сотовых устройств), смонтированных в корпуса TSOP-типа, не превысит 0,1%, а содержание галогенов (оксидов брома, хлора и сурьмы) – 0,09%. К середине 2004 года компания планировала выпустить "зеленые" DDR и DDR2 ДОЗУ в корпуса FBGA-типа.

Практически все ведущие электронные фирмы США уделяют внимание вопросам создания экологически чистых компонентов и систем. В США большой объем работ по переходу к "зеленым" микросхемам ведет крупнейший поставщик микропроцессоров – компания Intel. В 1999 году на фирме было организовано несколько групп, работающих совместно с разработчиками новейших изделий и поставщиками материалов по созданию бессвинцовых технологий. Организована и группа связи с потребителями, в задачи которой входит ознакомление и объяснение потребителям проблем отказа от применения свинца. И, наконец, группа связи с государственными органами должна решать проблемы, связанные с вводом в действие закона RoHS и способствовать согласованию требований к "зеленым" изделиям в мире. В 2001 году компания квалифицировала первый бессвинцовый корпус BGA-типа для монтажа флэш-памяти. Отгрузки бессвинцовых микросхем памяти ведутся с 2002 года. В третьем квартале 2004 года Intel намерена начать отгрузки некоторых типов микропроцессоров и чип-сетов в бессвинцовых корпусах. Цель компании – к концу текущего года исключить использование свинца в этих изделиях до 95%.

Дополнительно к закону RoHS в ЕС принят закон об отходах электротехнического и электронного оборудования (Waste Electrical and Electronic Equipment – WEEE). Согласно этому закону, компании, продающие такое оборудование под своими торговыми марками,

*Наст. вып., с. 47.

к 2007 году должны будут организовывать и полностью оплачивать его сбор, обработку, восстановление и устранение по истечению срока жизни. Этот закон вступает в силу с 13 августа 2005 года.

Компании, нарушающие принятые законы, будут подвергнуты штрафам, а некоторые из них, возможно, не смогут продавать свои изделия в странах ЕС. А каковы затраты на избавление от цифрового "хлама"? По оценкам Коалиции токсичных веществ Кремниевой Долины, стоимость утилизации каждого компьютера составляет 50–60 долл. Но это только при высоком уровне проведения работ. В целом же в период 2006–2015 годы затраты США на утилизацию и устранение e-отходов в лучшем случае достигнут миллиарда долларов. Таких денег нет ни у потребителей, ни у местных органов управления, поэтому лучшее решение проблемы – закладывать затраты на утилизацию в стоимость изделия. В связи с этим возникает вопрос, как фирмы справятся с требованиями закона WEEE?

Для современной электронной промышленности понятия экономики и экологии противоречивы. Промышленные процессы рассчитаны на производство изделий с "нуля". Поэтому чем выше степень агрегации (компоновки) утилизируемого изделия или чем ближе оно к оригиналу, тем выше стоимость и трудозатраты, необходимые для возвращения его на рынок. И хотя изготовителям конечно-го оборудования проще и выгоднее использовать в производстве восстановленные первичные материалы, с точки зрения защиты окружающей среды лучше утилизировать скомпонованные устройства.

Закон, перекладывающий ответственность за обработку отслуживших изделий на изготовителей, приведет к увеличению сложно-

сти и так не простой снабженческой сети. С целью установления замкнутой системы управления жизненным циклом изделий проектирование и построение приборов должно производиться с учетом обеспечения их повторного использования. Участники будущих сетевых систем снабжения при планировании ресурсов и перспективном планировании работ должны анализировать и оценивать не только дальнейшие пути развития, но и пройденный путь предприятия. А способность динамически приспосабливаться к изменениям потребностей в новой, повторно используемой или утилизированной продукции зависит от совершенства средств как внутренней, так и внешней связи предприятия. Постоянно обновляемые данные о состоянии дел будут способствовать сокращению отходов и затрат на материально-техническое обслуживание и производство.

Важную роль в сохранении конкурентоспособности играет гибкость структуры затрат и мощности снабженческой сети. Наиболее гибкая – фрагментированная цепочка начисления стоимости, но при этом право собственности на изделия в течение его жизненного цикла получают многие, что затрудняет одновременную реализацию экономических и экологических задач. Закон WEEE изменит и подход компаний к бизнесу. Уже сейчас зачастую рынок услуг, например на основе систем голосовой связи, оказывается намного обширнее рынка изделий, например телефонов и сотовых устройств. В будущем, по мере того как производитель будет становиться единственным ответственным лицом за изделие на протяжении его жизненного цикла, традиционная модель бизнеса может преобразоваться в модель лицензирования и аренды, с тем чтобы получить доступ к рынку услуг. ○