

ОТХОДЫ. МАЛООТХОДНАЯ И БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИИ

БИБЛ. 9 ФОНД 2345
УДК 502.174:658.567
БП 47

ОЦЕНКА ОТХОДОВ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАК ИСТОЧНИКА ПОСТУПЛЕНИЯ РТУТИ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Рис.

В.Н. Тихошин¹, Е.П. Янин², И.В. Тихошин³

¹ ООО «Научно-производственное предприятие «Экотром»;
² Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
³ Ассоциация предприятий по обращению с ртутьсодержащими и другими опасными отходами (НП «АРСО»)

Жизненный цикл электронной техники, в настоящее время очень широко используемой в быту, в различных организациях и на предприятиях, в силу различных причин постоянно сокращается, что обуславливает образование значительных масс так называемого «электронного мусора», т. е. отходов электронного оборудования (ОЭ). По данным ЮНЕП, в настоящее время в мире ежегодно образуется от 20 до 50 млн. т таких отходов, причем их доля в общем количестве мунципальных отходов увеличивается с 4 до 6%, а темпы роста составляют 3–6% в год против 1–2% в год для прочих мунципальных отходов [1]. В современной России ежегодно образуется (средняя оценка) порядка 1,5 млн. т таких отходов, причем ежегодные темпы их увеличения составляют примерно 5%. Кроме того, в нашей стране к настоящему времени уже накоплена значительная масса выброшенной из строя электронной техники, требующей обезвреживания и утилизации. Например, уже в 2010 г. масса только устаревших (неиспользуемых) компьютеров оценивалась примерно в 650 тыс. т.

Принципиальным является тот факт, что ОЭ отгадываются от других видов отходов достаточно сложной компонентной структурой, наличием в их составе значимых количества ценных компонентов (например, драгоценных металлов), материалов, являющихся потенциальным вторсырьем (например, пластик), а также различных токсичных веществ (табл. 1, 2). Согласно некоторым оценкам, на отходы электронного и электротехнического оборудования приходится до 70% всех вредных веществ, в конечном счете оказывающихся на свалках бытовых отходов, значительная часть которых в нашей стране не отвечает санитарным и экологическим требованиям.

Ртуть, присутствующая в ОЭ, не только является опасным поллютантом, но и компонентом, в значительной степени осложняющим процесс их безопасной утилизации. Основным источником поступления ртуть в такие

отходы являются лампы так называемой заdney подсветки («backlighting»), представляющие собой люминесцентные (флуоресцентные) лампы с холодным катодом (это лампы, которые используются в ЖК-дисплеях, ЖК-проекторах, цифровых фотоаппаратах, сканерах, факсах, копіраках и других устройствах). Ртуть также применяется в некоторых плазменных дисплеях (в их старых моделях) и присутствует в мониторах с катодно-лучевыми (электронно-лучевыми) трубками. Например, по имеющимся данным, в странах ЕС потребление ртуть для изготовления люминесцентных ламп заdney подсветки в 2006 г. составило примерно 3–4 т, что соотносилось с ее количеством, использованной в тех же странах для производства обычных люминесцентных ламп [9]. При этом общее содержание ртуть в лампах заdney подсветки (присутствующая в одном устройстве) изменялась от 2,5 мг (например, цифровая фотоаппаратка, факс и т. п.) до 75 мг (например, монитор с ЖК-дисплеем, ЖК-проектор и т. п.).

Фракционный состав электронного оборудования, масс.% [5]

Компонент	ЖК-телевизор	Ноутбук
Металлы	44	35
Пластик	18,5	14,5
Печатная плата	11	6,5
ЖК-дисплеи	6	18,5
Провода	1,5	1
Подсветка	1	1
Стекло	14	19,5
Прочее	4	4

Таблица 2

Материальный состав некоторых видов бытовой техники, масс.%, по данным Швейцарской федеральной лаборатории естественных наук и технологий (EMPA) [2]

Материалы	Крупная бытовая техника	Малая бытовая техника	Потребительская электроника	Лампы
Черный металл	43	29	36	—
Алюминий	14	9,3	5	14
Медь	12	-17	4	0,22
Свинец	1,6	0,57	0,29	—
Кадмий	0,0014	0,0068	0,018	—
Ртуть	0,000038	0,000018	0,00007	0,02
Золото	0,0000067	0,0000061	0,00024	—
Серебро	0,0000077	0,000007	0,0012	—
Палладий	0,0000003	0,0000024	0,00006	—
Индий	0	0	0,0005	0,0005
Бромированный пластик	0,29	0,75	18	3,7
Пластик	19	37	12	0
Стекло	0	0	19	0
Стеклопластик	0,017	0,16	0,3	77
Другое	10	6,9	5,7	5

Люминесцентные лампы с холодным катодом (СХК), являются очень ярким источником белого света и потребляют при этом не очень большую мощность. Понятие «холодный катод» означает, что для «поджига» лампы не используются накальные пещи, как такового нет и катода — оба электрода равноправны, поскольку лампа работает на переменном токе. Тип разряда в лампах — дуговой, ток в пещи — несколько мА, поэтому электроды и вся колба лампы нагреваются. Лампы с холодным катодом имеют достаточно продолжительный срок службы без серьезного снижения своей производительности (от 15000 до 22000 час.). Такая лампа представляет собой закрытую стеклянную трубку, которая имеет по одному электроду с каждого конца, внутренняя поверхность покрыта люминофором и запечатана газом аргоном, смешанным с малым количеством ртутного пара. Когда к электродам подводятся высокое напряжение, то формируется электрическая дуга, ионизирующая ртутный пар. Ионизирующая ртуть испускает ультрафиолетовую радиацию, которая и заставляет покрытые люминофором.

Дисплеи многих ЖК-мониторов в качестве задней подсветки имеют люминесцентные лампы с холодным катодом. Более того, до начала применения светодиодов такие лампы являлись единственным источником для подсветки жидкокристаллических экранов. Количество люминесцентных ламп задней подсветки, присутствующих в ЖК-мониторах, определяется размером матрицы и яркостью, которой обладает монитор. На практике чаще всего можно увидеть применение четырех или шести ламп задней подсветки, хотя в больших мониторах их число достигает 13–18.

В табл. 3 приведены «шпаргалки» содержания ртуть в ЖК-дисплеях с люминесцентными лампами задней подсветки (для сравнения — количество ртуть в современной компактной люминесцентной лампе обычно составляет 2,5–3 мг, в стандартной линейной трубчатой лампе — от 10 до 40 мг [6]). Важно отметить, что реальные содержания ртуть в лампах задней подсветки могут превышать приведенные выше количества (табл. 4). Обращают на себя внимание достаточно большие количества ртуть в лампах, используемых в сканерах-копирах.

Другим известным устройством, содержащим ртуть, является газоразрядный экран (широко применяется также английская калька «ламповая панель») — устройство отображения информации, монитор, основанный на явлении свечения люминофора под воздействием ультрафиолетовых лучей, возникающих при электрическом разряде в ионизированном газе (иначе говоря, в плазме).

Типичное содержание ртуть в ЖК-дисплеях с лампами задней подсветки [3]

Диагональ ЖК-дисплея (дюймы)	Количество ламп	Содержание ртуть, мг
15	2	7
17	4	14
19	4	14
20	6	21
26	13	45,5
32–37	16	56
42	18	63

Таблица 3

Содержание ртуть в люминесцентных лампах жидкокристаллических мониторов персональных компьютеров, телевизоров, копирующей техники [3]

Наименование изделия	Кол-во ртуть в лампе (без цоколей), мг
ЖК-телевизор Samsung, лампа типа 21СМ	23,49
ЖК-телевизор Samsung, лампа типа S39A	43,42
ЖК-телевизор Samsung, лампа типа W804D	29,05
ЖК-телевизор Samsung, лампа типа E42h	62,14
ЖК-мониторы персональных компьютеров	15–60
Сканер-копир 062 HAV15801Y0	92,78

Таблица 4

Плазменная панель представляет собой матрицу газонаполненных ячеек, заключенных между двумя параллельными стеклянными пластинами, внутри которых расположены прозрачные электроды, образующие пинны сканирования, подсветки и адресации. Разряд в газе протекает между пиннами электродов (сканирования и подсветки) на лицевой стороне экрана и электродами адресации на задней стороне. Для создания плазмы ячейки обычно заполняются газами — неонов или ксеноном (реже используются гелий и/или аргон, или, чаще всего, их смеси) с добавлением (в старых моделях) ртуть. Плазменные дисплеи в основном бывают АС-типа и ДС-типа. В силу своей конструкции именно плазменные дисплеи ДС-типа содержат ртуть, количество которой может составлять до 30 мг на один дисплей. Причиной введения ртуть в газоразрядные ячейки плазменного дисплея является увеличение срока службы его путем предотвращения попадания материала катода на анод. Сейчас практически все выпускаемые плазменные дисплеи являются АС-типа, хотя в России по-прежнему эксплуатируются и дисплеи ДС-типа, которые, таким образом, требуют особого внимания при их обслуживании и тем более при утилизации.

В свое время для визуального представления информации в персональных компьютерах широко использовались мониторы с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ), а в России телевизоры с ЭЛТ еще до сих пор можно встретить во многих домах (особенно в сельской местности). Протоизируется, что поток данного «электронного мусора» в нашей стране исчисляет лишь к 2020–2025 гг. Установлено, что в различных компонентах таких ЭЛТ-мониторов содержится ртуть (табл. 5).

Таблица 5

Содержание ртуть в мониторах компьютеров с катодно-лучевыми (электронно-лучевыми) трубками (вакуумные мониторы), мкг [3]

Наименование монитора	Стеклобой	Сетка мелкая стальная	Лента алюминевая	Фольга алюминевая
Goldstar M41LF0803X	0,063	0,046	0,5–1,0	—
LG M41QV423X31(P)	0,058	0,041	—	1,1
Panasonic M36KPC030X	0,047	0,183	—	0,41