МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 62321-2— 2016

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАННЫХ ВЕЩЕСТВ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЯХ

Часть 2

Разборка, отсоединение и механическая подготовка образца

(IEC 62321-2:2013, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 июня 2016 г. № 49)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 августа 2021 г. № 834-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 62321-2—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2022 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 62321-2:2013 «Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 2. Разборка, отсоединение и механическая подготовка образца» («Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 2: Disassembly, disjunction and mechanical sample preparation», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации IEC TC 111 «Стандартизация в области окружающей среды относительно электрических и электронных товаров и систем» Международной электротехнической комиссии (IEC).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2013
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Процедуры подготовки образца 3
5 Подготовка образца 7
6 Рекомендации по подготовке образцов 13
7 Механическая подготовка образца 13
Приложение А (справочное) Примеры проведения процедуры подготовки образца методом разъединения 16
Приложение В (справочное) Вероятность обнаружения регламентированных веществ в образце . . . 25
Приложение С (справочное) Комбинированные испытания и подготовка образца 28
Приложение D (справочное) Оборудование, необходимое для подготовки образца 30
Приложение Е (справочное) Примеры разборки мобильных телефонов методом разъединения 31
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 43
Библиография 44

Введение

Широкое использование изделий электротехнического назначения повысило внимание к их воздействию на окружающую среду. Во многих странах мира были приняты технические документы, предусматривающие определенный порядок работы с отходами, веществами и затраченной энергией при использовании электротехнических изделий.

Использование таких веществ, как свинец (Pb), ртуть (Hg), кадмий (Cd), шестивалентный хром (Cr(VI)), содержащийся в неорганических и органических соединениях, а также два типа бромированных огнестойких ингибиторов, включая полибромбифенилы (PBB) и полибромированные дифениловые эфиры (PBDE), в электротехнических изделиях регламентируется национальным законодательством.

Целью стандартов серии IEC 62321 является установление методов контроля, которые позволят определить уровень регламентированных веществ в электротехнических изделиях.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАННЫХ ВЕЩЕСТВ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЯХ

Часть 2

Разборка, отсоединение и механическая подготовка образца

Determination of certain substances in electrotechnical products.
Part 2. Disassembly, disjunction and mechanical sample preparation

Дата введения — 2022—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы отбора образов и механическую подготовку образцов электротехнической продукции, электронных узлов и компонентов.

Данные образцы могут быть использованы при аналитических методах контроля для определения уровня содержания регламентированных веществ в соответствии с методами контроля, установленными в других частях серии IEC 62321. Ограничения на содержание регламентированных веществ отличаются в различных географических регионах и меняются со временем. В настоящем стандарте приведено общее описание процесса отбора образцов любого вещества, содержание которого может ограничиваться.

Настоящий стандарт не устанавливает:

- полного руководства по каждому изделию, которое может быть отнесено к электротехническому оборудованию. Учитывая большое разнообразие электротехнических компонентов с различной структурой и принципом работы, а также постоянные изменения, происходящие в данной сфере, не представляется возможным установить процедуры отсоединения для всех видов компонентов;
- руководства по другим способам сбора дополнительной информации о содержании регламентированных веществ в продукции, несмотря на то, что собираемая информация имеет отношение к методологии отбора образцов по настоящему стандарту;
- инструкции по безопасной разборке и механическому разделению электротехнических изделий (например, ртутьсодержащих выключателей) и к их утилизации (например, порядок обращения с ЭЛТ или безопасной утилизации аккумуляторов). Процедура отсоединения и механическая подготовка образцов для определения уровня содержания ртути в люминесцентных лампах установлены в [2];
- определения термина «часть изделия», которая может быть выбрана в качестве образца;
- процедуры отбора образцов упаковки и упаковочных материалов;
- аналитические методы контроля для измерения уровней содержания регламентированных веществ. Данные методы установлены в других стандартах (например, в других частях серии IEC 62321), на которые в настоящем стандарте приведены ссылки как на «стандарты на методы контроля»;
- руководства по оценке соответствия.

Примечание — Руководство по оценке продукции относительно ограничений использования веществ установлено в [3].

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC 62321-1:2013, Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 1: Introduction and overview (Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 1. Введение и обзор)

IEC 62321-3-1:2013, Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 3-1: Screening — Lead, mercury, cadmium, total chromium and total bromine using X-ray fluorescence spectrometry (Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 3-1. Скрининг. Анализ свинца, ртути, кадмия, общего хрома и общего брома методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии)

IEC 62321-3-2:2013, Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 3-2: Screening — Total bromine in polymers and electronics by combustion — Ion chromatography (C-IC) (Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 3-2. Скрининг. Определение общего брома в полимерах и электронике посредством сжигания и последующего анализа методом ионной хроматографии продуктов сгорания)

IEC 62321-4:2013, Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 4: Determination of mercury in polymers, metals and electronics by CV-AAS, CV-AFS, ICP-OES and ICP-MS (Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 4. Определение ртути в полимерах, металлах и электронике методами CV-AAS, CV-AFS, ICP-OES и ICP-MS)

IEC 62321-5:2013, Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 5: Determination of cadmium, lead and chromium in polymers and electronics and cadmium and lead in metals by AAS, AFS, ICP-OES, ICP-AES and ICP-MS (Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 5. Определение кадмия, свинца и хрома в полимерах и электронных частях систем, а также кадмия и свинца в металлах методами AAS, AFS, ICP-OES и ICP-MS)

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

3.1.1 **комбинированные испытания** (composite testing): Испытания двух (или более) материалов в составе одного образца (образцов), который при необходимости может быть механически разделен.

3.1.2 **регламентированное вещество** (certain substance): Кадмий, свинец, ртуть, шестивалентный хром, полибромбифенил, полибромированный дифениловый эфир.

Примечание — В IEC 62321-1 установлены методы контроля для оценки каждого из веществ, приведенных в данном определении.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ЖКД (LCD) — жидкокристаллический дисплей;

ИС (ИМС) (IC) — интегральная (микро) схема;

ПОМ (MDL) — предел обнаружения метода;

ЭЛТ (CLT) — электронно-лучевая трубка;

AC — переменный ток;

BGA — массив шариков (тип корпуса электронных компонентов);

DVD — цифровой многоцелевой диск (компакт-диск DVD-формата);

JEDEC — Сообщество инженеров, специализирующихся в области электронных устройств;

IC — интегральная микросхема;

OEM — оригинальный производитель оборудования;

PAS — общедоступные технические требования;

PDA — карманный персональный компьютер;

PCB — плата с печатной схемой;

PWB — плата с печатным монтажом;

SIM — идентификационный модуль абонента;

SMD — компонент поверхностного монтажа;

USB — последовательный интерфейс передачи данных.

4 Процедуры подготовки образца

4.1 Общая информация

Отбор образцов — это первый этап анализа электротехнической продукции на присутствие регламентированных веществ. Методология и процесс отбора образцов часто так же важны, как и их аналитические испытания. Эффективная методология отбора образцов требует четкого представления об электротехническом изделии, о целях анализа и требованиях, которые должны быть соблюдены.

Отбор образцов и испытания для определения уровня содержания регламентированных веществ выполняются по различным причинам, в числе которых:

- взаимодействие между компаниями при производстве (например, контракт между OEM и производителем комплектующего оборудования);
- установление соответствия нормативным предельным значениям;
- экспертиза/оценка воздействия (почему изделие не отвечает контрактным или законодательным требованиям, когда имело место несоответствие и каково количество несоответствующих изделий).

4.2 Особенности требований в отношении регламентированных веществ

Принимая во внимание, что правительства многих стран, промышленные кооперации и прочие заинтересованные стороны используют собственные требования, настоящий стандарт не имеет целью обсуждение всего этого многообразия в полном объеме.

Однако знание о различных предельных уровнях регламентированных веществ является важным шагом в разработке методологии отбора образцов. В данном подразделе выделены представляющие интерес нижеперечисленные вопросы из числа основных в части требований к регламентируемым веществам.

- Регламентированные вещества: не все географические регионы и не все промышленные предприятия регламентируют одни и те же вещества. Например, в некоторых регионах регламентировано использование только некоторых PBDE-соединений, тогда как в других действуют более широкие ограничения в отношении этого класса ингибиторов горения. При отборе образцов изделия, компонента и т. п. важно учитывать действующие законодательные требования.
- Допустимые предельные уровни регламентированных веществ: в общем допустимые уровни большинства регламентированных веществ составляют менее 1000 мг/кг. В некоторых географических регионах и на промышленных предприятиях установлены предельные значения ниже 1000 мг/кг. Для некоторых видов продукции предельные уровни регламентированных веществ выше 1000 мг/кг, например свинец в медных и алюминиевых сплавах.
- Применение допустимого уровня: порядок применения допустимого уровня регламентированного вещества к электротехническому изделию определяет методология отбора образцов и то, как интерпретируются результаты испытаний. Во многих географических регионах допустимые предельные значения применяются к «гомогенным материалам». В данном стандарте термин «гомогенный материал» имеет определение в соответствии с [4]. Однако термин «гомогенный материал» неодинаково интерпретируется в различных регионах.
- Применяемые исключения: некоторые виды электротехнической продукции освобождаются от требований в отношении регламентированных веществ. Такие исключения могут быть основаны на различных причинах, включая область применения (например, военное назначение), применяемые материалы (например, припой с высокой температурой плавления), объем образцов или электрические свойства изделия.

4.3 Сложность (композитный состав) электротехнических изделий и связанные с этим трудности

Сложный состав электротехнической продукции также является важным фактором при разработке методологии отбора образцов. Этот аспект важно учитывать при практическом осуществлении отбора образцов и анализа. При анализе и отборе образцов необходимо учитывать следующее:

a) Миниатюризация: миниатюризация — одна из основных тенденций в электротехнической промышленности. Это означает, что возрастающий набор функций реализуется при уменьшающихся размерах. С каждым годом используется все больше компонентов и материалов из расчета на квадратный сантиметр площади PWB. Отбор образцов для измерений из такого малого количества материала представляет трудности. Например, размер SMD слишком мал для разделения или разложения с применением обычных инструментов, а размер образца, оставшегося после разделения, часто слишком мал и не отвечает требованиям к достоверному анализу.

b) Число гомогенных материалов: многие компоненты имеют сложную структуру и состоят из нескольких слоев различных материалов. Типичным становится наличие в одном компоненте более 10—20 слоев материала, а многие электротехнические изделия или сборочные узлы состоят из сотен или тысяч компонентов. Это означает, что одно электротехническое изделие может содержать от 1000 до более 10000 гомогенных материалов. Часто гомогенные материалы настолько плотно прилегают друг к другу, что чистое их разделение практически не представляется возможным (см. рисунок 2). Опыт показал, что состав часто меняется вследствие молекулярной диффузии материалов (например, на состав покрытия оказывает влияние материал основы, содержащий свинец). Подобным образом существующие электротехнические изделия состоят из множества компонентов и частей. Например, обычный телевизор или портативный компьютер содержат тысячи частей/компонентов. Таким образом, проектная база данных для любого OEM может включать в себя десятки тысяч компонентов. В приложении E представлен наглядный пример разборки мобильного телефона.

c) «Невидимые» вещества: еще одним фактором, затрудняющим отбор образцов и анализ, является тот факт, что регламентированные вещества обычно визуально неразличимы. Компонент, содержащий регламентированное вещество, выглядит и работает абсолютно так же, как и «чистый» компонент. Присутствие или отсутствие регламентированных веществ может изменяться от партии к партии в процессе производства без каких-либо заметных признаков. Несмотря на то, что имеются некоторые видимые признаки наличия регламентированных веществ (например, желтый налет на стальных изделиях предполагает наличие шестивалентного хрома), визуальное обнаружение практически невозможно.

d) Вариации (разброс) между партиями: большинство изготовителей сборочных изделий используют комплектующие одновременно от нескольких поставщиков, например кабели, резисторы и конденсаторы. Комплектующие компоненты смешиваются в процессе производства, поскольку технически они являются полностью взаимозаменяемыми, если они соответствуют общей спецификации. Однако в большинстве случаев они не являются химически идентичными. Более того, опыт показывает, что изготовители комплектующих компонентов могут менять исходные материалы или применяемое сырье (например, в случае дефицита), что также ведет к изменению химического состава. Уведомления о таких изменениях не всегда поступают, если компонент все же отвечает техническим требованиям.

e) Длинная цепь поставок: в производстве электронных компонентов используется сложная цепь поставок. Для относительно простой продукции, например внешнего кабеля, может потребоваться цепь поставок, состоящая не менее чем из семи звеньев. Цепь поставок для более сложного компонента, например ЖКД или ИМС, существенно более сложна.

Эти характеристики электротехнической отрасли показывают, что работа с регламентированными веществами, а также отбор образцов и анализ не являются простой задачей. Размер и количество компонентов, сложность цепи поставок не позволяют раз и навсегда определить места нахождения регламентированных веществ в электротехнической продукции. Успешная реализация отбора образцов и испытаний на уровне гомогенного материала на верхних уровнях цепи поставок (в области готовой продукции) для сложных изделий практически нереальна.

Примечание — Степень окисления регламентированных веществ может меняться со временем. Например, концентрация шестивалентного хрома в слоях, защищенных от коррозии, может значительно измениться с течением времени либо из-за условий хранения.

4.4 Методология отбора образцов

Несмотря на то, что при отборе образцов могут использоваться различные подходы в зависимости от широкого ассортимента электротехнической продукции, можно описать общую процедуру, которая может быть применима в большинстве случаев. На рисунке 1 показаны повторяющиеся циклы отбора образцов, разбора и отсоединения.

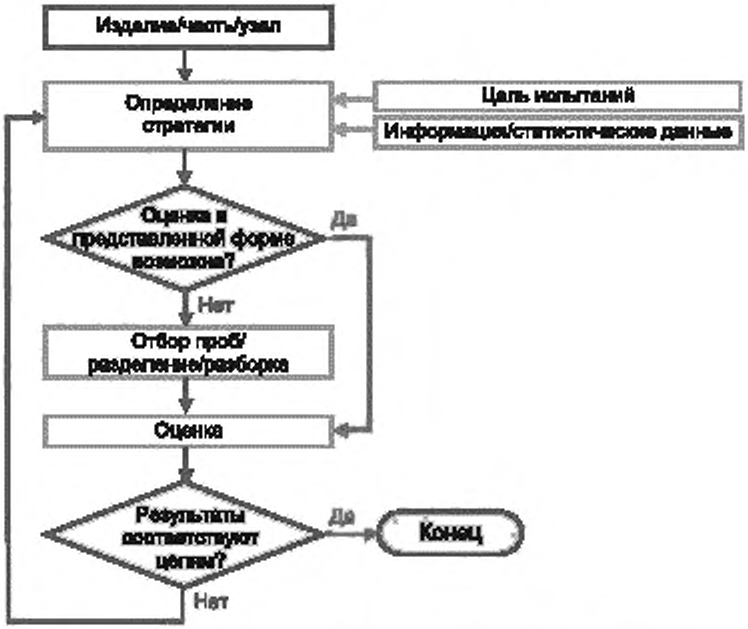


Рисунок 1 — Общая повторяющаяся процедура отбора образцов

Процесс, показанный на рисунке 1, может иметь несколько повторяющихся циклов, в том числе:
- 1-я стадия: частичная разборка (см. 5.3);
- 2-я стадия: полная разборка (см. 5.4);
- 3-я стадия: частичное разделение (см. 5.5);
- от 4 до n стадии: полное разделение (см. 5.6).

Эти стадии подробнее описаны в разделе 5.

Разработка методологии отбора образцов для конкретного электротехнического изделия/части/узла начинается этапом сбора информации. Некоторые вопросы, которые необходимо учесть:

- Какова сложность изделия/части/узла и целесообразно ли рассматривать отбор образцов и испытания на уровне гомогенного материала?
- Какие вещества являются регламентированными?
- Каковы допустимые предельные значения для этих регламентированных веществ?
- Имеются ли соответствующие исключения для регламентированных веществ?
- Имеется ли опись материалов для компонентов/узлов/материалов в изделии?
- Имеются ли спецификации/чертежи компонентов?
- Какова сложность цепи поставок для компонентов и материалов в данном изделии?
- Имеются ли паспорта материалов для данного изделия?
- Имеется ли какой-либо опыт оценки данного изделия или аналогичной продукции, который может быть полезен?
- Имеются ли какие-либо опубликованные таблицы вероятности присутствия веществ для материалов или частей, используемых в данном изделии?
- Проводился ли ранее скрининг (например, РФ-анализ) данного изделия или аналогичной продукции, которые могут быть полезны?

- Имеется ли какая-либо информация о процессе производства материалов/компонентов (изготовление металлов или производство ИМС), используемых в данном изделии или аналогичной продукции, которая может быть полезной?

- Имеется ли какой-либо технологический контроль у поставщиков компонентов или материалов (уровень доверия изготовителю)?

- Имеются ли какие-либо опасения, связанные с прошлым опытом работы с поставщиком компонентов или материалов?

Ответы на эти вопросы, а также другие характеристики определяют методологию отбора образцов.

Место организации в цепи поставок определяет, какой объем отбора образцов является достаточным.

Разрешение на производство изделий/компонентов и т. п. требует более глубокой методологии отбора образцов, чем эпизодические проверки по спецификациям. С целью оптимизации расходов и повышения эффективности необходимо понимать требуемый результат испытаний. Как указывалось ранее, отбор образцов и испытание всех компонентов/материалов часто являются нецелесообразным. Организации самостоятельно определяют оптимальный баланс усилий/затрат и эффективности методологии отбора образцов. Некоторые меры по минимизации усилий/затрат на отбор образцов/испытания перечислены ниже:

- гомогенные материалы с низкой вероятностью содержания регламентированных веществ (реже содержание регламентированных веществ означает меньший риск несоответствия в случае не проведения испытаний, см. приложение В);

- действующие исключения для регламентированных веществ (присутствие регламентированных веществ не повлияет на соответствие);

- паспорта материалов;

- статистические данные испытаний (доказательства возможного содержания регламентированных веществ);

- отбор комбинированных образцов и комбинированные испытания (охватывает несколько материалов в одном испытании, но другие факторы должны быть приняты во внимание, см. 5.7.3 и приложение С);

- минимальный размер образцов, необходимый для проведения аналитических испытаний, и количество образцов, необходимое для определения практической выполнимости испытаний.

Методология отбора образцов сильно зависит от конечной цели анализа. Одной из методологий (чаще используемой аккредитованными органами) может быть анализ для определения, содержит ли изделие, по меньшей мере, одно регламентируемое вещество в количестве, превышающем допустимый предельный уровень. При таком подходе используется последовательный, выборочный отбор образцов, нацеленный намеренно на части изделия, для которых имеются данные о том или вероятность того, что они содержат регламентированные вещества. После каждого этапа отбора образцов может следовать анализ. Если результаты показывают отсутствие регламентированных веществ в количестве, превышающем допустимое предельное значение, возможно выполнение следующего этапа отбора образцов и анализа. Если результаты испытаний превысят допустимое предельное значение хотя бы по одному регламентированному веществу в любой части изделия, такое изделие признается несоответствующим и дальнейший отбор образцов и анализ не требуется. В приложении В приводится список компонентов, в которых вероятно присутствие одного или нескольких регламентированных веществ.

Вторая методология может использоваться для подтверждения полного соответствия изделия вплоть до уровня гомогенных материалов. Этот подход должен быть стандартным для изготовителя изделий или компонентов. Готовятся образцы каждого отдельного материала или компонента. Поскольку целью является охватить все компоненты и материалы в изделии/сборочном узле, могут использоваться другие способы сбора информации на уровне изделия. В дальнейшей цепи поставок может быть в наличии технологическая документация и/или аналитические отчеты, которые позволят сократить усилия, затрачиваемые на отбор образцов и анализ.

После определения цели анализа выполняется оценка осуществимости испытаний (например, достаточен ли вес/размер/объем образцов). Может потребоваться дальнейший отбор образцов и разделение, при этом возможно полное разделение либо выбор лишь тех материалов, которые с высокой вероятностью содержат регламентированные вещества. Таблицу В.1 можно использовать в качестве пособия при идентификации таких компонентов и материалов.

Если испытания могут быть проведены, необходимо следовать соответствующей процедуре испытаний. Если в изделии/части присутствуют регламентированные вещества, к ним могут применяться исключения (некоторые примеры приведены в таблице В.1).

На схеме рисунка 1 приведен повторяющийся процесс получения образцов на всем более глубоком уровне. Насколько далеко продвинется этот процесс, будет зависеть от цели методологии отбора образцов. После этапов скрининга могут быть предприняты дальнейшие лабораторные испытания.

5 Подготовка образца

5.1 Общие положения

Настоящий стандарт устанавливает только общее руководство по отбору образцов, которое необходимо заложить в основу методологии отбора образцов, пригодной для электротехнической продукции.

Перед отбором образцов необходимо ответить на следующие вопросы:

a) Исходя из информации об изделии, можно ли определить, что какие-либо секции/части, вероятно, содержат регламентированные вещества (см. приложение В)?

b) Осуществим ли анализ каких-либо из этих секций/частей без разборки?

c) Можно ли рассматривать выбранную секцию/часть в качестве гомогенного материала в целях анализа?

d) Является ли выбранная для анализа секция/часть типичным представителем?

e) Удовлетворяет ли выбранный образец критериям минимальной массы, площади, толщины или объема, требуемым для используемых методов анализа?

Ответы на эти вопросы определят методологию отбора образцов и степень разборки и разделения, если последует, необходимую для получения типовых представителей, являющихся гомогенными и в достаточном количестве для получения достоверных результатов анализа.

По возможности отбор образцов следует осуществлять минимальными этапами разборки и разделения. После каждого этапа должна проводиться оценка его эффективности (см. блок-схему на рисунке 1) обычно посредством скрининг-анализа (см. IEC 62321-3-1 и IEC 62321-3-2).

В зависимости от результатов оценки и целей анализа может потребоваться дальнейшая разборка и отбор образцов, в особенности для контрольного анализа компонентов/материалов изделия. Этот подход обеспечивает наименее затратный, наиболее быстрый и самый эффективный способ анализа, особенно тогда, когда он проводится на готовой продукции.

Огромное количество видов и разнообразие электротехнической продукции делает нецелесообразными попытки создания подробных методологий отбора образцов для каждого изделия. Вместо этого описаны процедуры отбора образцов, охватывающие пять уровней разделения и отбора образцов.

В приложении А представлены общие блок-схемы отбора образцов, основанные на рисунке 1, для некоторых характерных электротехнических изделий: DVD-проигрывателя, ЭЛТ, ЖК-телевизора, PDA/телефона и настольного вентилятора, а также двух компонентов — толстопленочного резистора и SMD-потенциометра.

В приложении D приведены примеры некоторых инструментов, широко используемые для разборки и разделения.

При оценке регламентированных веществ настоятельно рекомендуется убедиться, что в инструментах отсутствуют регламентированные вещества, во избежание загрязнения.

В приложении Е приведены примеры разборки и разделения двух типов мобильных телефонов, а также разборка и разделение различных мелких электронных компонентов, в том числе выводной рамки ИМС и корпуса BGA.

5.2 Законченное изделие

Отбор образцов законченного изделия — это первый этап итерационной методологии отбора образцов, где репрезентативные части изделия могут быть проанализированы без разборки или разделения.

Однако «законченное изделие» — это относительное понятие. Например, шнур питания переменного тока является законченным изделием для его изготовителя, но представляет собой лишь компонент для телевизора. Законченные изделия могут быть оценены без разборки, если они имеют очень

простую конструкцию либо если известны места предполагаемого нахождения регламентированных веществ и имеется возможность провести испытания на их содержание без разборки. Примерами таких изделий являются шнуры питания, кабели для принтеров или других периферийных устройств, корпуса оборудования и т. п.

Примечание — Однако даже кажущиеся простыми изделия, такие как шнур питания, могут состоять из 10—20 различных гомогенных материалов.

5.3 Частичная разборка

Изделие разбирается на основные компоненты и узлы и испытывается неразрушающим методом, если это возможно (см. приложение Е).

5.4 Полная разборка

Полная разборка на отдельные компоненты как можно дальше, но чтобы сохранилась возможность после сборки восстановить работоспособность изделия (см. приложение Е).

5.5 Частичное разъединение

Часто подробный анализ комплектного электротехнического изделия на наличие регламентированных веществ требует, чтобы разобранные внутренние сборочные узлы и компоненты подверглись дальнейшему разделению. Однако часто невозможно выполнить полное разделение таких изделий на составляющие их гомогенные материалы. Поэтому отбор образцов поду сборочных узлов и компонентов должен быть нацелен на части, которые с большей вероятностью содержат регламентированные вещества (см. таблицу В.1). При рассмотрении мест, из которых возможен отбор образцов для анализа, важно иметь представление о структуре и материалах этих частей, а также о местах вероятного присутствия регламентированных веществ внутри них.

Обратите внимание, что после разделения может быть невозможным вновь собрать разделенные части и восстановить рабочее состояние.

Сборочные узлы и компоненты представляют собой отдельные части законченных электротехнических изделий, таких как сотовые телефоны, телевизоры, персональные компьютеры, холодильники и т. п., типичными примерами которых являются:

- заполненные платы с печатным монтажом (PWB);
- резисторы;
- конденсаторы;
- полупроводниковые устройства (ИМС);
- трансформаторы;
- формованные разъемы;
- теплоотводы;
- соединительные кабели и т. п.

5.6 Полное разъединение

Целью полного разделения является полное разъединение всех компонентов на их гомогенные материалы. В целом это практически неосуществимо, поэтому «полное разделение» означает разъединение компонентов на их гомогенные материалы, насколько это позволяют доступные инструменты и методы.

При работе со сложными компонентами перед их «полным разделением» на гомогенные материалы профессиональный опыт, умения и неразрушающий анализ помогают определить их внутреннюю структуру и материалы. Этого можно достичь следующим образом:

- использованием профессиональных знаний;
- изучением технической документации;
- анализом методом рентгено-флуоресцентного скрининга.

Метод рентгено-флуоресцентного скрининга очень полезен при идентификации присутствующих материалов до разделения, особенно если структура образцов неизвестна. Однако следует проявлять осторожность при интерпретации результатов.

5.7 Принципы отбора образцов и разделения

5.7.1 Введение

В 5.3—5.6 были рассмотрены разборка и разделение с верхнего до детализированного уровня. С переходом на детализированный уровень становятся очевидными некоторые трудности. Теоретически отбор образцов на уровне гомогенного материала может продолжаться вплоть до наномасштаба. На практике же такой отбор образцов в лучшем случае очень сложен либо требует недопустимо большого времени. Пределы обнаружения метода испытаний зависят от массы, размеров или объема образцов. Испытания образцов меньшей массы, размера или объема могут не позволить подтвердить присутствие или отсутствие регламентированного вещества в концентрации ниже допустимого уровня с использованием данного метода испытаний.

Подготовка образца и его анализ содержания регламентированных веществ на уровне гомогенного материала часто сложны и правильное понимание основ при интерпретации результатов имеет ключевое значение, особенно при работе со сложными образцами.

5.7.2 Требуемый размер образца

Основываясь на практическом опыте, для проведения анализа рекомендованы следующие минимальные размеры образцов:

- Анализ в соответствии с IEC 62321-3-1:
- Зависит от оборудования, геометрии и материала. Для полимеров и алюминиевых образцов, может потребоваться толщина в несколько миллиметров, а для других металлов будет достаточно 1 мм или меньше.
- Анализ в соответствии с IEC 62321-3-2:
  - 10 мг при нижнем пределе обнаружения (НПО) < 10мг/кг.
- Анализ в соответствии с IEC 62321-4:
  - 0,5 г при нижнем пределе обнаружения (НПО)< 5 мг/кг.
- Анализ в соответствии с IEC 62321-5:
  - 0,5 г при нижнем пределе обнаружения (НПО) < 50 мг/кг;
- 1 г при нижнем пределе обнаружения (НПО) < 5 мг/кг.
- Анализ в соответствии с [5]:
  - 100 мг при нижнем пределе обнаружения (НПО) < 100 мг/кг для родственной группы.
- Анализ в соответствии с [6]:
  - 50 $см^2$ при нижнем пределе обнаружения (НПО) < 0,02 мкг/$см^2$ для хроматных покрытий металлов;
- Анализ в соответствии с [7]:
  - 2,5 g при нижнем пределе обнаружения (НПО)< 15 мг/кг для полимеров и электроники.

Некоторые материалы имеют матрицы, которые могут выходить за пределы данных параметров. Для образцов с высокими значениями концентраций потребуется разбавление, которое может повысить значения НПО.

Для компонентов малых размеров часто практически невозможно получить образец достаточной массы для проведения лабораторных испытаний. В таблице 1 приведены данные, иллюстрирующие как массы, указанные в отчете паспорта материала типичной промышленной выводной рамки, и минимальные размеры образцов для метода испытаний по IEC 62321 можно использовать при расчете минимального числа образцов, требуемых для сбора достаточной массы образцовы для лабораторных испытаний. Технические допущения при расчетах также приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Минимальное количество образцов выводной рамки, требуемое для аналитических испытаний

Слой материала	Масса материала на изделие, мг	Количество изделий, требуемое для анализа Pb/Hg/Cd [a)]	Количество изделий, требуемое для анализа Cr^{6+}	Количество изделий, требуемое для анализа ПББ и ПБДЭ
Соединительный провод [b), c), d), e), f)]	1,7	365	н/п	н/п
Крепление кристалла [b), c), d), e), f)]	0,7	893	н/п	1786
Выводная рамка [b), c), d), e), f)]	42,0	15	74	н/п
Покрытие выводной рамки [b), c), d), e), f)]	0,6	1008	5040	н/п

Окончание таблицы 1

Слой материала	Масса материала на изделие, мг	Количество изделий, требуемое для анализа Pb/Hg/Cd [a]	Количество изделий, требуемое для анализа Cr^{6+}	Количество изделий, требуемое для анализа ПББ и ПБДЭ
Формовочная масса [b], [c], [d], [e], [f]	52,9	12	н/п	24
Кремниевый кристалл [b], [c], [d], [e], [f]	6,0	104	н/п	н/п

[a] Один и тот же метод испытаний используется для этих 3 элементов, и концентрации могут быть получены из одной пробы. Данная информация используется в иллюстративных целях, чтобы показать размеры проб. При этом, исходя из данных таблицы В.1, присутствие Hg и Cd в выводной рамке маловероятно. Если требуется анализ нескольких веществ, то необходимое количество изделий равняется суммарному числу проб, необходимых для каждого отдельного вещества.

[b] Минимальные массы проб указаны в IEC 62321.

[c] Потеря 20 % объема (массы) в процессе приготовления пробы.

[d] Технически возможно отделение каждого слоя материала без загрязнения.

[e] 100 % каждого материала может быть собрано с каждого слоя.

[f] Неприменимо к веществам, присутствие которых в слое материала маловероятно (см. таблицу В.1).

Из таблицы 1 видно, что теоретически для анализа выводной рамки на Pb требуется 15 образцов. Однако, как указано в приложении Е, фактическое количество образцов, требуемое для получения достаточной массы из слоя выводной рамки в лабораторных условиях, приближается к 30—35. Причиной этому является то, что невозможно собрать весь слой выводной рамки из каждого изделия, поскольку в процессе механического разделения необходимо предотвратить перекрестное загрязнение других слоев материала. (Анализ на шестивалентный хром не требуется, поскольку риск содержания шестивалентного хрома в ножках ИМС очень мал.) Таким образом, значения, представленные в таблице 1, следует рассматривать в качестве «идеального случая» или «теоретического минимума».

Исходя из вышеуказанных требований, для проведения всех шести испытаний на регламентированные вещества в соответствии с IEC 62321 требуется минимальная масса образца 3,6 г. Но в зависимости от материала может быть до 20 % потерь в процессе приготовления образцов (см. раздел 7) перед испытаниями. Поэтому масса 3,6/(1 – 0,2) = 4,4 г может быть фактическим минимальным размером образца, отбираемого из частей или компонентов для анализа на все шесть регламентированных веществ. Ингибиторы горения обычно не используются в металлических слоях, поэтому при анализе только металла минимальный размер образца может быть уменьшен до 3,5/(1 – 0,2) = 4,4 г.

По мере роста количества образцов, требуемых для испытаний, также увеличивается риск того, что номенклатура компонентов не будет идентична. Компоненты могут поступать из различных партий, их материалы могут отличаться, даже если номер и/или характеристики детали остаются прежними. Следовательно, результат анализа может быть ошибочным (высокие уровни регламентированных веществ могут быть сосредоточены лишь в небольшом количестве образцов) либо неубедительным.

Отбор большого количества образцов малых компонентов, какие показаны в таблице 2 и примере выводной рамки в таблице 1, может очень усложнить лабораторные испытания и разделение. Например, можно ли считать материал, собранный для анализа, гомогенным материалом? Идентичны ли используемые образцы? Какие критерии используются для оценки однородности партии компонента?

5.7.3 Взаимосвязь размера образца и предела обнаружения

Взаимосвязь размера образца и предела обнаружения

Существует обратная зависимость между размером образца и пределом обнаружения. По мере уменьшения доступного для анализа материала предел обнаружения заданного вещества увеличивается.

Процесс разделения все более усложняется по мере уменьшения размера компонентов. Однако размер не всегда является ограничивающим фактором. Например, сложнее разделить ИМС размером 10 $мм^3$, чем варистор размером 4 $мм^3$. Из-за сложности разделения малых деталей может оказаться полезным указать минимальный размер, после которого разделение не требуется.

Компоненты, размер которых меньше такого минимального размера, можно измельчить в порошок, а полученный в результате материал анализировать как гомогенный. В этом случае становятся важными вопросы предела обнаружения, рассмотренные в таблице 2. Следует отметить, что задание

минимального размера на определенном уровне не решает некоторых фундаментальных проблем, связанных с отбором образцов и лабораторными испытаниями.

В случаях, когда разделение продолжается до наименьшего гомогенного материала, количество материала, требуемое для анализа, определяется по минимальному количеству образцов, необходимому для конкретного аналитического метода, которое зависит от типа образцов, способа приготовления образцов (см. раздел 7) и аналитического метода. Например, при испытаниях на Pb в полимерах методом ICP-MS с использованием сухого озоления в качестве процедуры приготовления образцов требуется образец массой 0,2 г при пределе отчетности 5 мг/кг.

В целом для каждого такого сочетания матрицы, процедуры приготовления образцов и аналитического метода имеется минимальный размер образцов, требуемый для достижения определенного предела отчетности. По мере уменьшения размера образцов предел отчетности возрастает до тех пор, пока при размере образца в 0,02 г предел отчетности не достигнет 50 мг/кг. Важно понять зависимость между размером образцов и пределом отчетности для матрицы, способа приготовления образцов и методики измерения, используемой для определения регламентированных веществ.

5.7.4 Комбинированные испытания разделяемых образцов

Если количество испытуемого материала ограничено и его сложно получить в достаточном количестве, особенно важно знать о присутствии заданного регламентированного вещества во избежание лишних испытаний (см. таблицу В.1). Игнорирование этих принципов может привести к ложным положительным результатам. Например, металлы не нужно испытывать на ингибиторы горения. Однако при сборе выводов или шариков из ИМС небольшое количество формовочной массы может остаться на металле, представляя собой источник ингибитора горения. Такое перекрестное загрязнение практически неизбежно, и его необходимо учитывать.

Таким образом, при испытании образцов, состоящих из нескольких гомогенных материалов («комбинированный образец»), может быть получен положительный результат анализа на одно или несколько регламентированных веществ. Если результаты выражаются в миллиграммах на килограмм массы смешанного комбинированного образца, они могут оказаться ниже допустимого предельного значения. Этот механизм проиллюстрирован на гипотетическом примере в таблице 2. При выражении концентрации в общем комбинированном образце она может быть существенно ниже допустимого уровня (например, 1000 мг/кг), тогда как результаты на основании гомогенного материала могут существенно превосходить допустимый уровень. Пример такой ситуации показан в таблице 2, где материал А содержит значительный уровень Pb, который растворен в общем количестве Pb в смешанном комбинированном образце. Дополнительные принципы для комбинированных образцов описаны в приложении С.

Таблица 2 — Уровни регламентированных веществ в комбинированном образце

Материал	Массовая доля, %	Концентрация Pb, мг/кг	Концентрация Pb в комбинированной пробе, мг/кг
Гомогенный материал А	25	1200	300
Гомогенный материал В	25	600	150
Гомогенный материал С	20	0	0
Гомогенный материал D	15	0	0
Гомогенный материал Е	15	40	6
Итого для комбинированной пробы	100	—	456

5.7.5 Неоднородные «гомогенные материалы»

Существует внутреннее противоречие в определении гомогенного материала для тех частей или компонентов, которые не могут быть механически разделены, но не обладают однородным химическим составом. Как было упомянуто ранее, часто допускается гомогенизировать такие образцы и рассматривать их в качестве одного материала. Однако требуется гораздо больше данных о структуре и материалах компонента для получения правильных аналитических результатов.

Если выполняется подготовка компонента (например, измельчение в порошок) и его испытание в виде одиночного образца, результатом анализа будет средний уровень регламентированного вещества по всей массе испытанного образца. Сложности возникают, когда в образце одновременно имеются как

регламентированная, так и нерегламентированная форма одного и того же вещества. Это показано на рисунке 2 для резистора, который не может быть механически разделен и содержит Pb в регламентированной форме (покрытие на основе Pb, верхнее сечение) и в форме, для которой сделано исключение (стекло PbO, нижнее сечение).

Для комбинированного образца этого неразделяемого компонента невозможно разграничить различные источники Pb. Таким образом, невозможно определить концентрации Pb в каждом гомогенном материале посредством испытаний резистора в виде комбинированного образца. Это справедливо в отношении нескольких размеров компонентов, которые не могут быть механически разделены.

Если в отношении компонента действуют ограничения по нескольким веществам на уровне гомогенного материала, возможно, исходя из конкретного применения, отдельные гомогенные материалы следует анализировать по отдельности, что на практике может быть затруднительно.

Чтобы справиться с этими трудностями, необходимо разрабатывать методологии, особенно принимая во внимание тот факт, что электротехнические изделия уменьшаются в размере, становясь все более сложными, количество регламентированных веществ увеличивается, а их предельно-допустимые уровни снижаются. Методики скрининга могут использоваться и используются для сбора большего количества данных о регламентированных веществах. Также возможен анализ материалов на месте в виде поперечного сечения, как на рисунке 2 (см. IEC 62321-3-1 и IEC 62321-3-2).

Однако остаются сложности в разграничении исключенных и регламентированных форм одного и того же вещества.

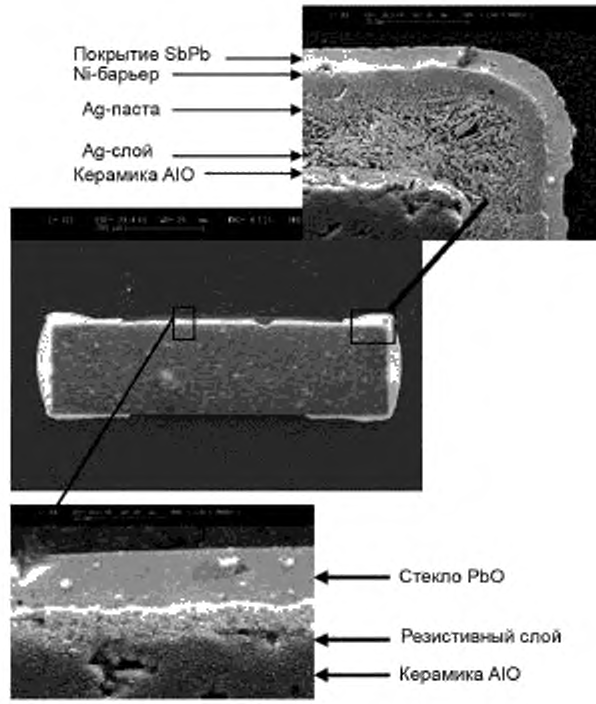


Рисунок 2 — Поперечное сечение резистора шириной 900 мкм на основе оксида свинца (SMD)

5.7.6 Определение мест отбора образцов гомогенных материалов

Несмотря на то, что коммерческие «гомогенные» материалы имеют идентичные физико-химические свойства, их состав не всегда является полностью однородным. Если масса образцов, требуемая для испытаний, не превышает половины имеющейся массы материала, то отбор образцов следует осуществлять в нескольких местах. Например, места отбора образцов следует выбирать из различных зон, включая, по меньшей мере, один геометрический центр и концы двух диагоналей.

6 Рекомендации по подготовке образцов

Методология и процесс отбора образцов являются чрезвычайно важными этапами при анализе на регламентированные вещества в электротехнической продукции. Качество результатов анализа, в частности их репрезентативность для анализируемого объекта/изделия, определяется напрямую процедурой отбора образцов. Выбор методологии отбора образцов зависит от определяемого вещества (определяемых веществ), их предельно допустимых уровней, предпосылок, на основании которых применяются ограничения, и возможных исключений. Другими важными факторами являются сложная структура электротехнических изделий, малый размер их компонентов, различный состав материалов, вариации между партиями, сложность цепи поставок и аналитический метод испытаний. Эти факторы рассматриваются более подробно в разделе 4, устанавливающем, что выбор методологии отбора образцов определяется предполагаемыми целями анализа.

Общая итерационная процедура отбора образцов представлена на рисунке 1. Принимая во внимание ее итерационный характер, не существует единого универсального подхода. Лицо, производящее отбор образцов, должно определить, какие и сколько итерационных уровней разборки и разделения необходимо для достижения целей анализа. За каждой итерацией следует оценка степени достижения этих целей. Множество примеров в разделе 5, приложениях А и Е (также см. IEC 62321-3-1) показывает, что надлежащая методология отбора образцов и рациональное применение методик анализа помогают существенно уменьшить объем требуемых работ.

Настоящий стандарт свидетельствует о том, что отбор образцов для анализа на регламентированные вещества в электротехнической продукции часто сложен и даже практически неосуществим при оценке сложных деталей и компонентов малого размера. Сложности заключаются в ограничении веществ на уровне «гомогенного материала», который таким образом становится основным элементом отбора образцов.

Проблемы возникают при оценке образцов, которые не имеют однородного состава по всему объему, однако по практическим соображениям не могут быть механически разделены (например, резистор на рисунке 2). Этот пример иллюстрирует недостаток определения гомогенного материала. На этапе, когда дальнейшее механическое разделение невозможно, одни только лабораторные испытания не могут определить, соответствует ли образец требованиям в отношении регламентированных веществ на уровне гомогенного материала.

Часто практически невозможно разделить и испытать все гомогенные материалы в изделии или компоненте. Даже если это физически возможно, ограниченное количество времени, ресурсов и имеющегося материала может быть недостаточным для значимого анализа. Чтобы облегчить задачу методологии отбора образцов, необходимо аккуратно использовать информацию из паспортов материалов и данные о вероятности присутствия регламентированных веществ в определенных видах материалов (см. таблицу В.1). В 5.7 подчеркивается важность понимания ограничений рациональных стратегий испытаний (например, испытаний комбинированных материалов), чтобы иметь возможность принятия эффективных решений. Эти методологии также должны согласовываться с целями анализа.

7 Механическая подготовка образца

7.1 Обзор

7.1.1 Область применения

В настоящем стандарте приводится описание обработки частей изделия. Общее описание технологий механического уменьшения размера электротехнического изделия, его узлов или отдельных частей перед проведением анализа уровня содержания регламентированных веществ.

Примечание — Получение и подготовка образца для конкретного аналитического метода установлены в других стандартах серии IEC 62321.

Для получения образца, необходимого для проведения испытаний, следует выбрать один или несколько способов обработки изделия. Выбор соответствующего способа зависит от необходимого гранулометрического состава для используемого метода контроля. Могут использоваться также альтернативные методы механической обработки образца при условии, что необходимый гранулометрический состав будет достигнут без загрязнения или искажения образца, содержащего регламентированные вещества.

7.1.2 Обеспечение качества

Следует выбрать соответствующее оборудование и процедуру очистки образца вследствие того, что загрязнение, испарение летучих компонентов (например, испарение под воздействием тепла), потеря материала в результате выбросов пыли могут привести к системной аналитической ошибке.

Причиной загрязнения может оказаться шлифовальное оборудование, а также любое другое приспособление, контактирующие с образцом. Выбрав оборудование, необходимо знать, какие именно его элементы могут привести к загрязнению анализируемого образца. Например, кобальт (Co) и вольфрам (W) могут выделяться из оборудования, изготовленного из карбида вольфрама (WC), а хром (Cr), никель (Ni), молибден (Mo) и ванадий (V) могут выделяться из оборудования, изготовленного из нержавеющей стали.

В лабораторных условиях необходимо доказать экспериментальным путем, что механическая обработка не приведет к загрязнению или потере существенного количества регламентированных веществ в образце. Кроме того, необходимо экспериментально доказать, что процедура очистки оборудования, используемого для механической обработки образца, предотвращает загрязнение исследуемого образца остатками предыдущего образца. Это доказывается посредством обработки и анализа сертифицированных эталонных материалов и заготовок до и после обработки материала с существенным уровнем содержания регламентированных веществ. Применение сертифицированных эталонных материалов не являются обязательным. Используемые материалы должны иметь известное содержание регламентированных веществ, чтобы определить, что механические процессы дробления/размалывания/резки не вызывают загрязнения или потери регламентированных веществ. Эффективность процедуры механической подготовки образца может непрерывно контролироваться с помощью постоянного контроля качества с применением поверочных матриц или контрольных образцов.

7.2 Приборы, оборудование и материалы

Требуются следующие приборы, оборудование и материалы:

a) Шлифовальный или фрезерный станок с размером ячейки нижнего сетчатого фильтра из нержавеющей стали 4 и 1 мм или аналогичным.

b) Центробежный станок с ситом из стали с 25-микрометровым карбид-вольфрамовым (WC) покрытием и ротором с 6-кратным WC-покрытием (для однородного пластмассового материала может использоваться сито из нержавеющей стали с размером ячейки 1 мм). Чтобы исключить риск загрязнения во время обработки, необходимо использовать титановое сито с размером ячейки 1 мм и стальной/титановой фильтрующий ротор.

c) Безлопастная дробильная морозильная камера криогенного действия с автономным баком LN_2; изолированный кожух, регулятор скорости, программируемый таймер и защитная блокировка.

d) Миксер для гомогенизации (например, блендер).

e) Аналитические весы с точностью взвешивания до 0,0001 г.

f) Щетки (разных размеров).

g) Бумага.

h) Обычные ножницы, ножницы для резки толстолистового металла.

i) Аналитический стакан.

j) Жидкий азот (LN_2).

Жидкий азот имеет достаточно высокую летучесть и поэтому может вызвать кислородное голодание на участке использования, особенно если данный участок является закрытым. Лаборатория несет ответственность за обеспечение безопасности выполнения работ и использование защитных средств во время криогенного дробления.

k) Воронка для порошка.

l) Перчатки.

m) Защитные очки.

n) Полиэтиленовая емкость (для использования с LN_2).

7.3 Процедура подготовки образцов

7.3.1 Ручная резка

Ручная резка используется для черновой резки и подготовки образцов к дальнейшему уменьшению размеров. Ниже указаны рекомендуемые максимальные размеры образца, которые зависят от оборудования, используемого при дальнейшей обработке.

a) Электронные части системы: образцы предварительно разрезаются на куски 40 мм × 40 мм с помощью ножниц для резки толстолистового металла (7.2, перечисление h).

b) Металлический лист: образцы предварительно разрезаются на куски 40 мм × 40 мм с помощью ножниц для резки толстолистового металла (7.2, перечисление h).

c) Полимеры: образцы предварительно разрезаются на куски 5 мм × 5 мм с помощью ножниц для резки толстолистового металла или обычных ножниц (7.2, перечисление h). С помощью ножниц тонкая полимерная фольга может разрезаться на небольшие куски (7.2, перечисление h).

7.3.2 Грубое дробление/размалывание

Грубое дробление используется для уменьшения размеров образца приблизительно до 1 мм в диаметре. При необходимости образцы можно охладить с помощью жидкого азота (7.2, перечисление j). Для органических образцов рекомендуется криогенное измельчение. Для проведения криогенной обработки образцы необходимо поместить в полиэтиленовую емкость (7.2, перечисление n) и охладить с помощью жидкого азота (7.2, перечисление j). Подождать рассеивания жидкого азота (7.2, перечисление j), а затем выждать еще 10 мин. Произвести измельчение образцов в дробильной камере (7.2, перечисление c) с использованием нижнего сита из нержавеющей стали с размером ячейки 4 мм. Во время дробления температура образцов должна поддерживаться на уровне < минус 20 °С. Затем необходимо аккуратно смести и собрать все частицы. Установить в дробильной камере (7.2, перечисление c) предварительно взвешенное нижнее сито из нержавеющей стали с размером ячейки 1 мм и произвести повторную обработку материала 4 мм. Аккуратно смести и собрать все частицы. Между циклами дробления необходимо предусмотреть пятиминутный период охлаждения.

Примечание — Металлические материалы можно измельчить только до частиц размером 4 мм (хотя предпочтительней измельчить частицы до размера 1 мм).

7.3.3 Гомогенизация

Усреднение/гомогенизация используется для приготовления образца грубого измельчения в миксере перед его дальнейшим измельчением центробежным станком (7.2, перечисление b). Необходимо взять контейнер, емкость которого в два раза превышает количество порошка, приготовленного для смешивания. Далее необходимо установить миксер (7.2, перечисление d) на среднюю скорость и перемешивать порошок до получения однородной смеси.

7.3.4 Мелкое дробление/размалывание

Мелкое дробление/размалывание используется для уменьшения образцов до размера менее 1 мм в диаметре.

Для органических образцов, не имеющих металлических частей, рекомендуется криогенное измельчение (7.2, перечисление c). Необходимо внимательно следить за тем, чтобы жидкий азот (7.2, перечисление j) не вошел в прямой контакт с порошком и не вызвал разбрызгивание и потери образца (рекомендуется использовать, например, полиэтиленовую емкость (7.2, перечисление n)).

Произвести дальнейшее измельчение порошка образца с помощью центробежного станка (7.2, перечисление b). После этого следует аккуратно подмести центробежный станок (7.2, перечисление b) и собрать весь порошок. Собранный порошок можно просеять для получения гомогенной части с известным диапазоном размеров частиц.

7.3.5 Очень мелкое дробление полимерных и органических материалов

Данная процедура используется для уменьшения размера образцов до 500 мкм в диаметре или меньше.

Данный способ обработки не подходит для металлов, стекла или аналогичных твердых и острых материалов.

Примерно от 3 до 10 г грубой нарезки (куски по 3—5 мм) помещается в пробирку так, чтобы она была заполнена от двух третей до трех четвертей. Далее необходимо добавить размалывающий стержень и закрепить оба конца пробирки.

Охлаждать в дробильной камере (7.2, перечисление c) при комнатной температуре на протяжении 15 мин, заполнив контейнер жидким азотом (5.2, перечисление j). Установить пробирку с образцами в дробильную камеру (7.2, перечисление c) и закрыть крышкой. При этом можно добавить одно или несколько сит для гомогенности образца.

Приложение А
(справочное)

Примеры проведения процедуры подготовки образца методом разъединения

А.1 Вступление

В настоящем приложении приведена детализированная общая процедура отбора образцов и разделения (см. рисунок А.1 и рисунок 1) вместе с некоторыми примерами:

- отбор образцов DVD-проигрывателя (рисунок А.2);
- отбор образцов ЭЛТ-трубки (рисунок А.3);
- отбор образцов ЖК-телевизора (рисунок А.4);
- отбор образцов PDA-телефона (рисунок А.5);
- отбор образцов настольного вентилятора (рисунок А.6);
- отбор образцов компонентов — Толстопленочный резистор (рисунок А.7);
- отбор образцов компонентов — SMD-потенциометр (рисунок А.8);

При рассмотрении блок-схем следует учитывать следующее.

a) Анализ может проводиться в различных целях:

- анализ конкретного материала или в конкретном месте (например, внутренний контроль изготовителя, проверка дистрибьютором зон электротехнического изделия, в которых высока вероятность присутствия регламентированных веществ, проведение исследования контрольным органом);
- скрининг в рамках контроля при приемке товара;
- начальный этап комплексного обследования всей продукции.

b) Вероятность присутствия регламентированных веществ см. в таблице В.1.

c) Исключения для некоторых веществ при некоторых способах применения действуют только в рамках законодательства отдельных регионов.

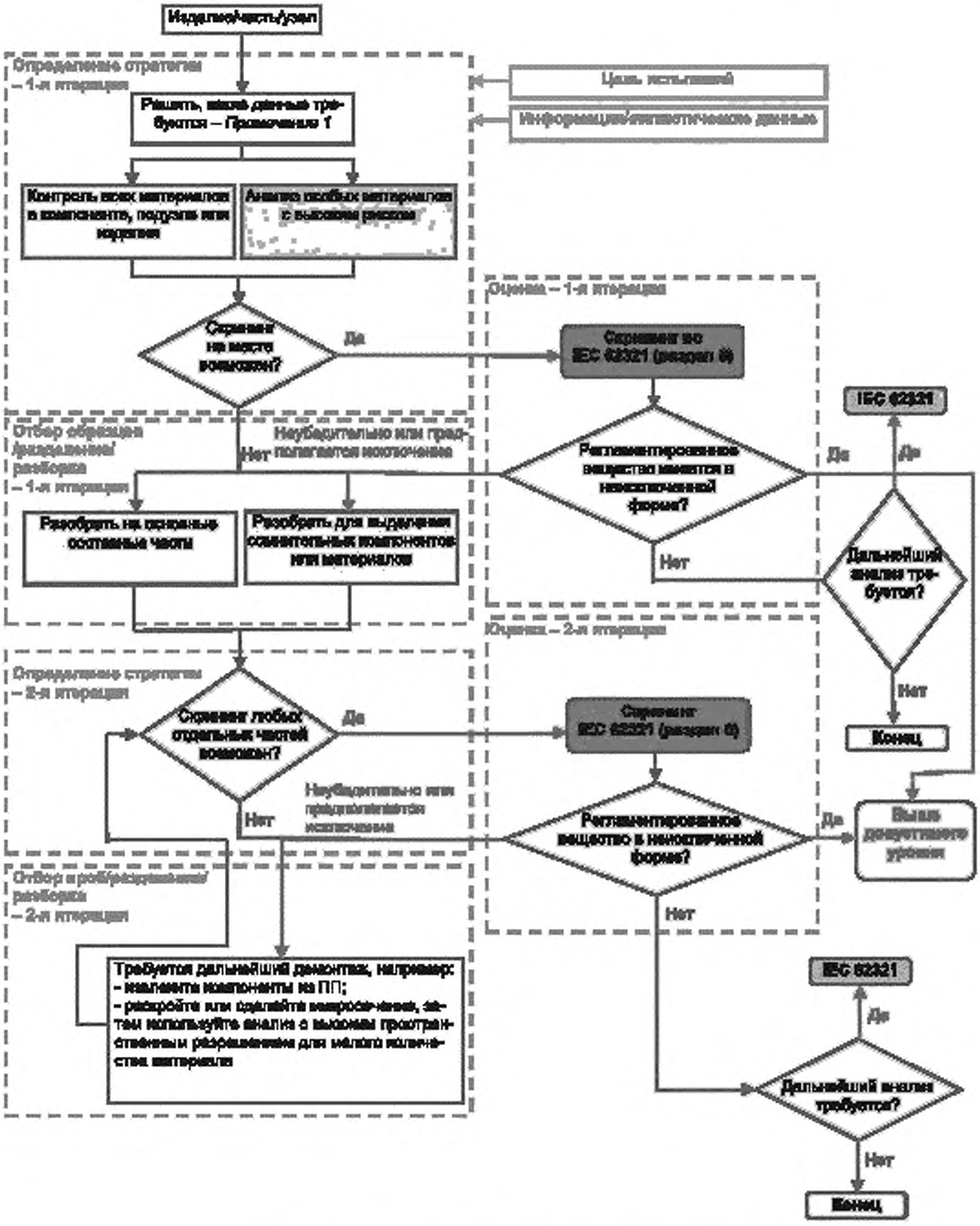


Рисунок А.1 — Методология отбора образцов и разделения

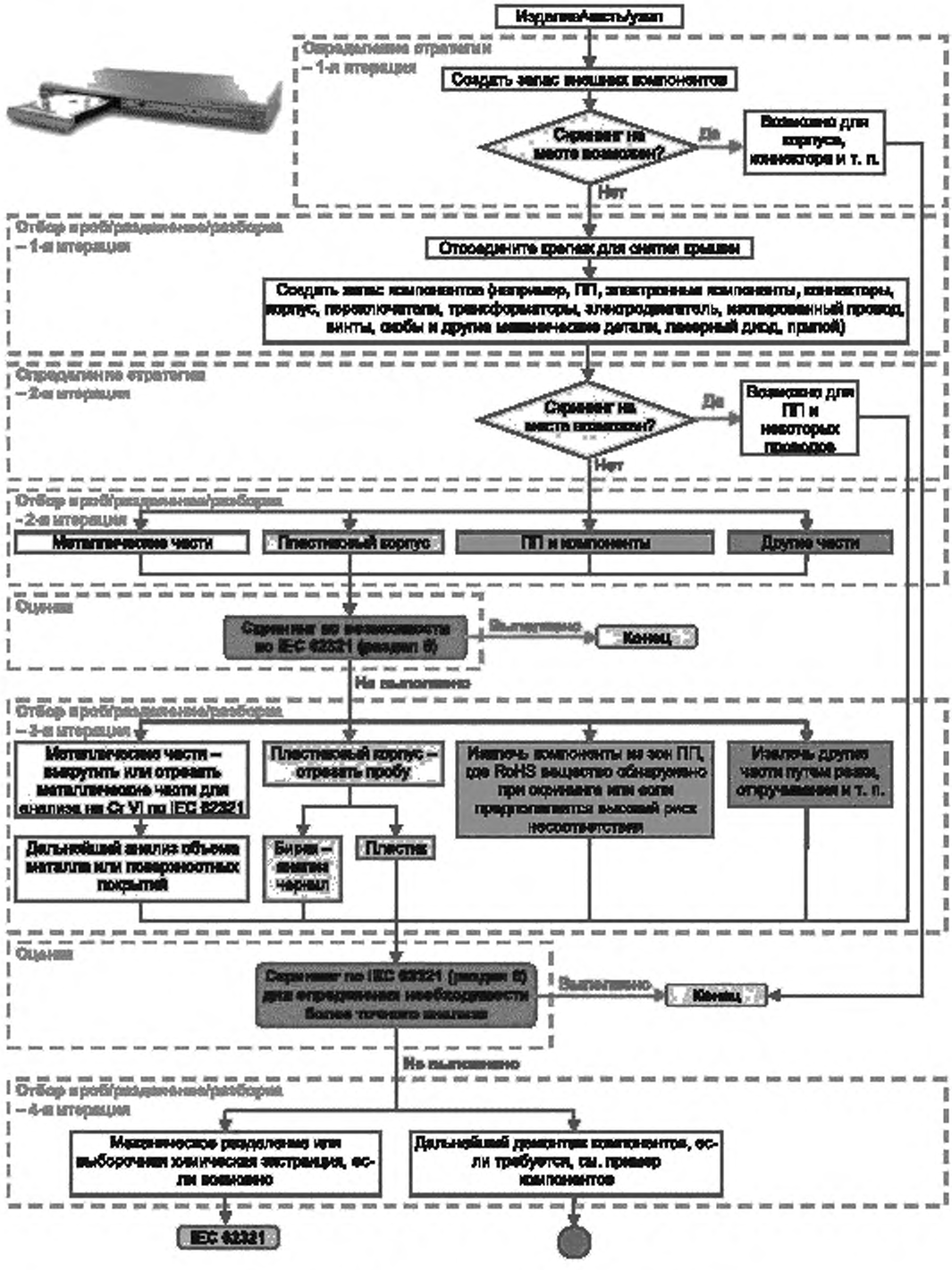


Рисунок А.2 — Отбор образцов DVD-проигрывателя

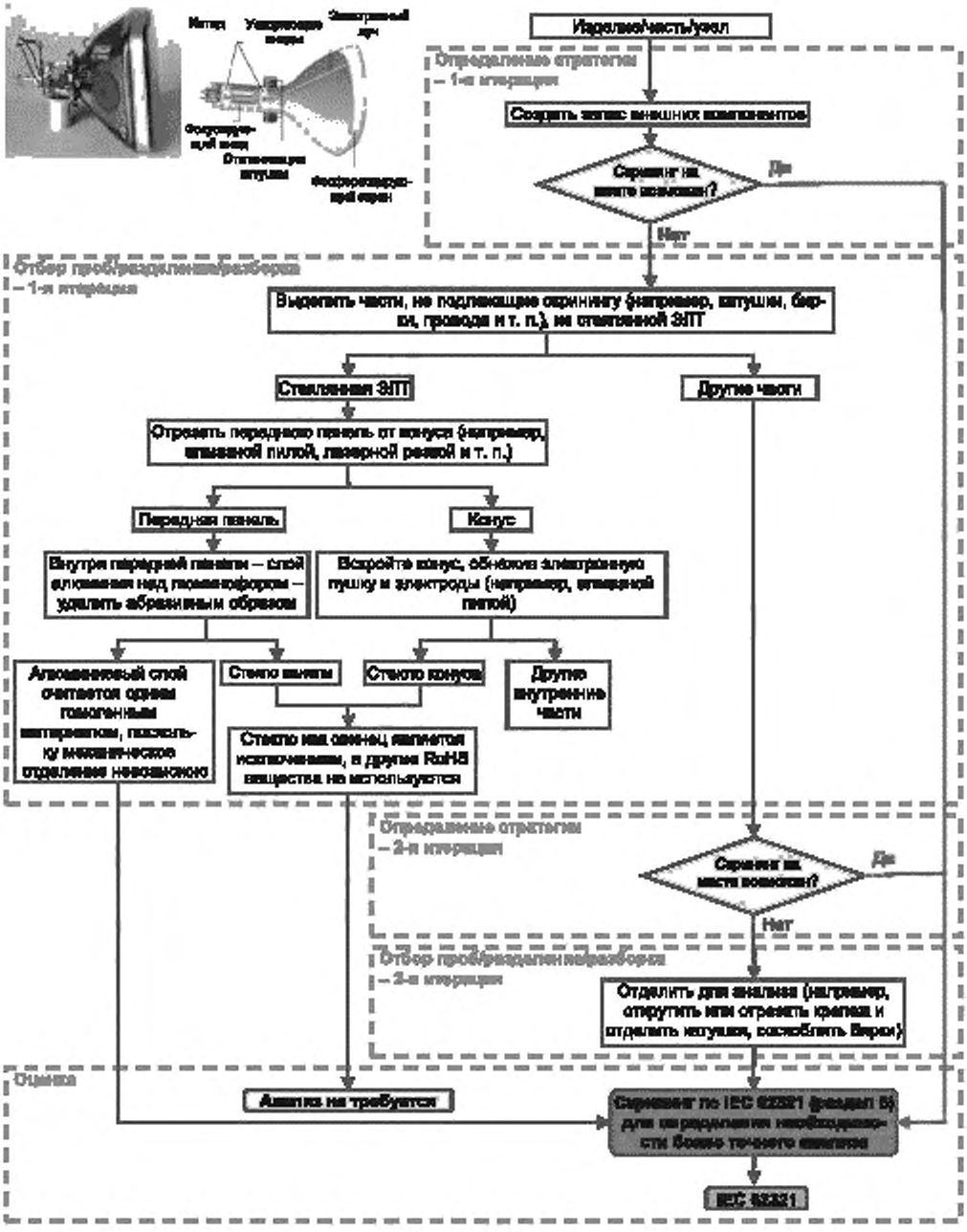


Рисунок А.3 — Отбор образцов ЭЛТ

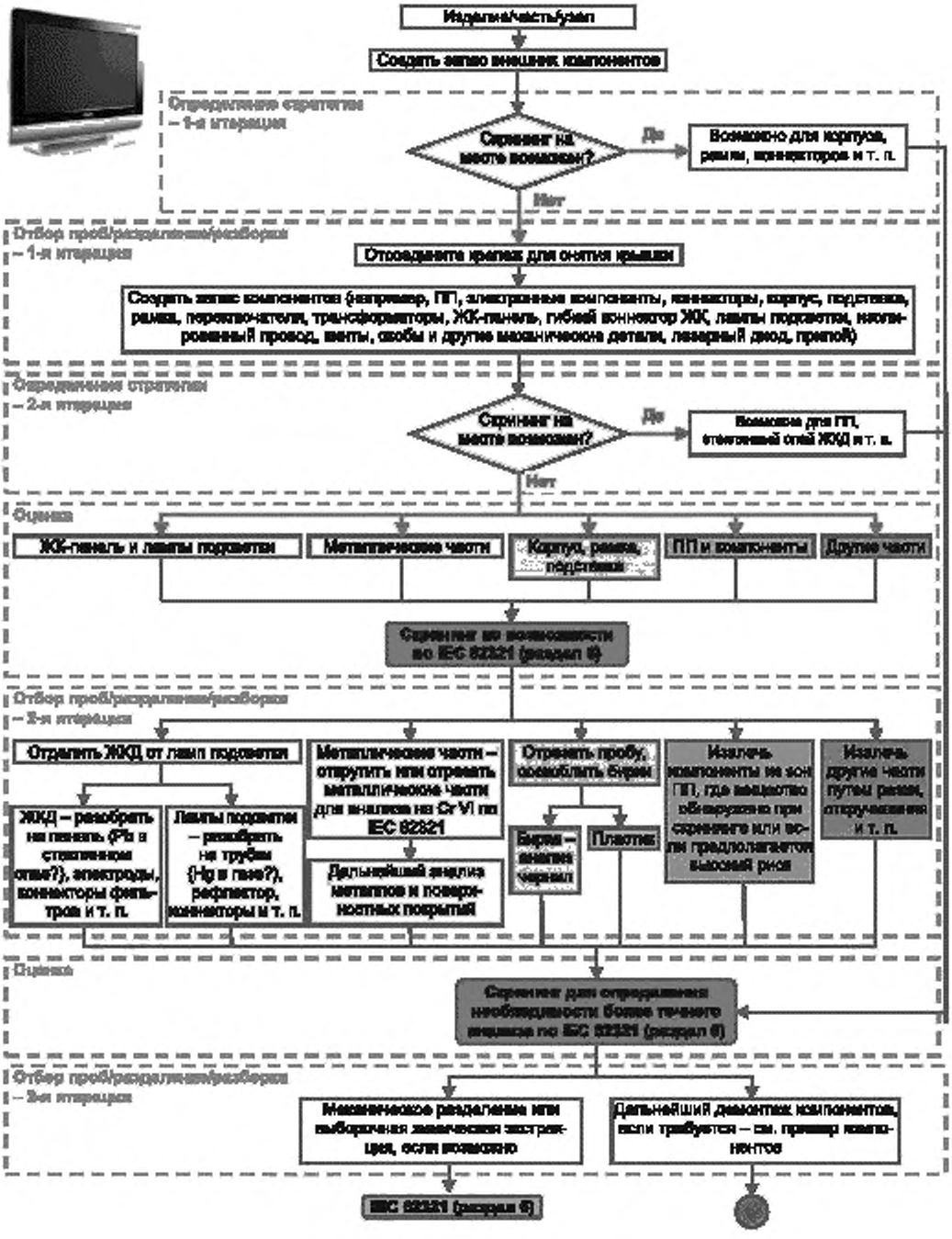


Рисунок А.4 — Отбор образцов ЖК-телевизора

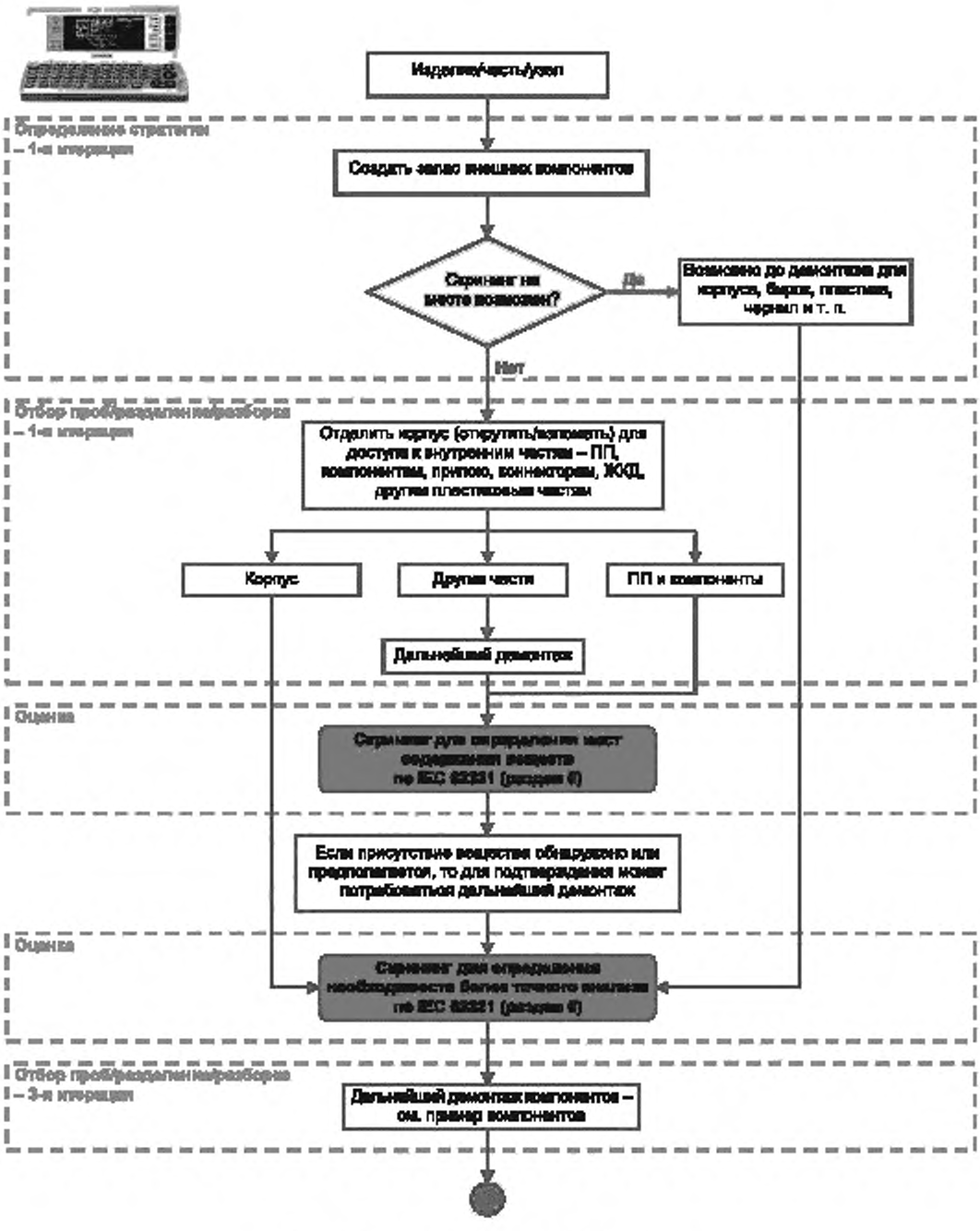


Рисунок А.5 — Отбор образцов PDA/телефона

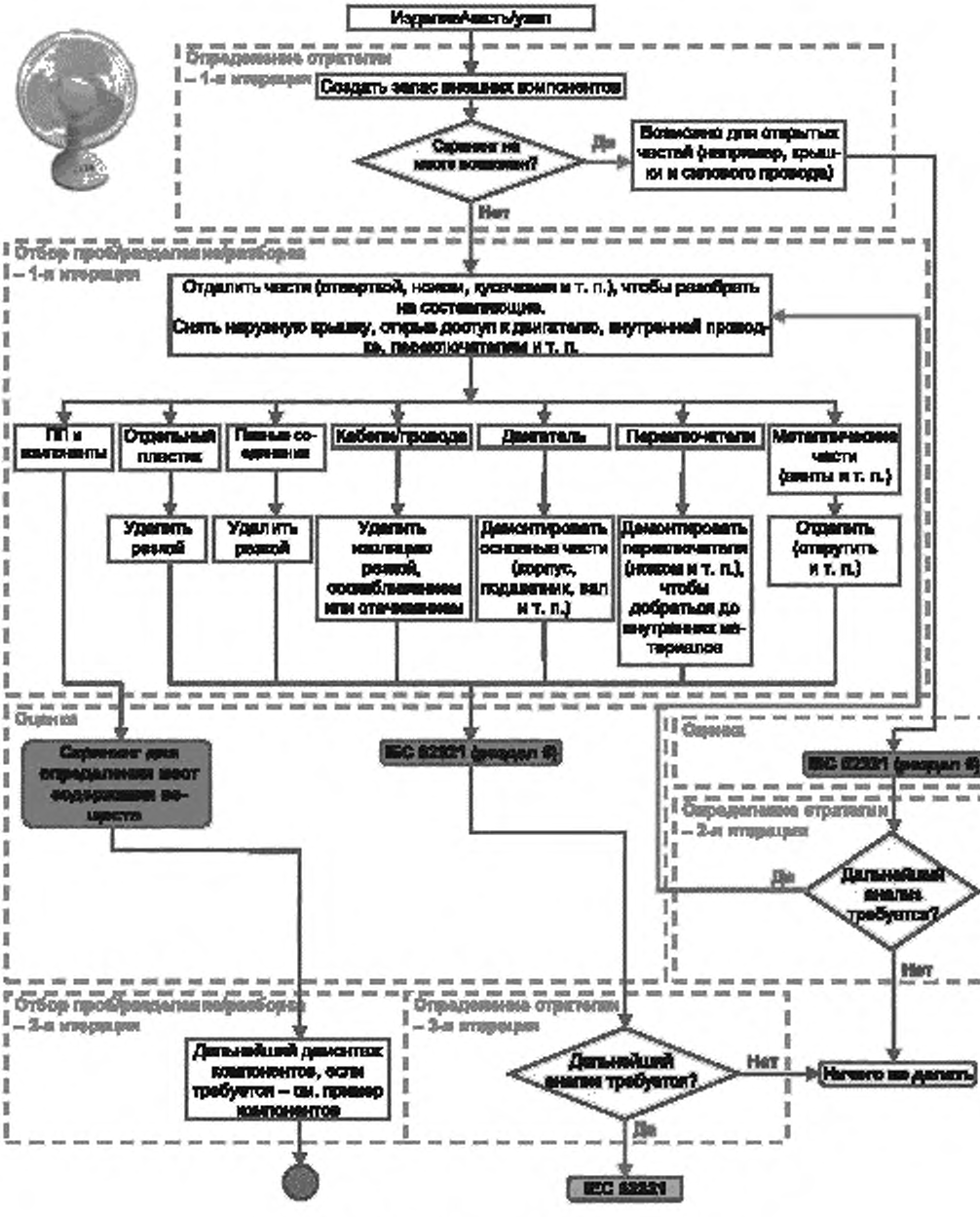


Рисунок А.6 — Отбор образцов настольного вентилятора

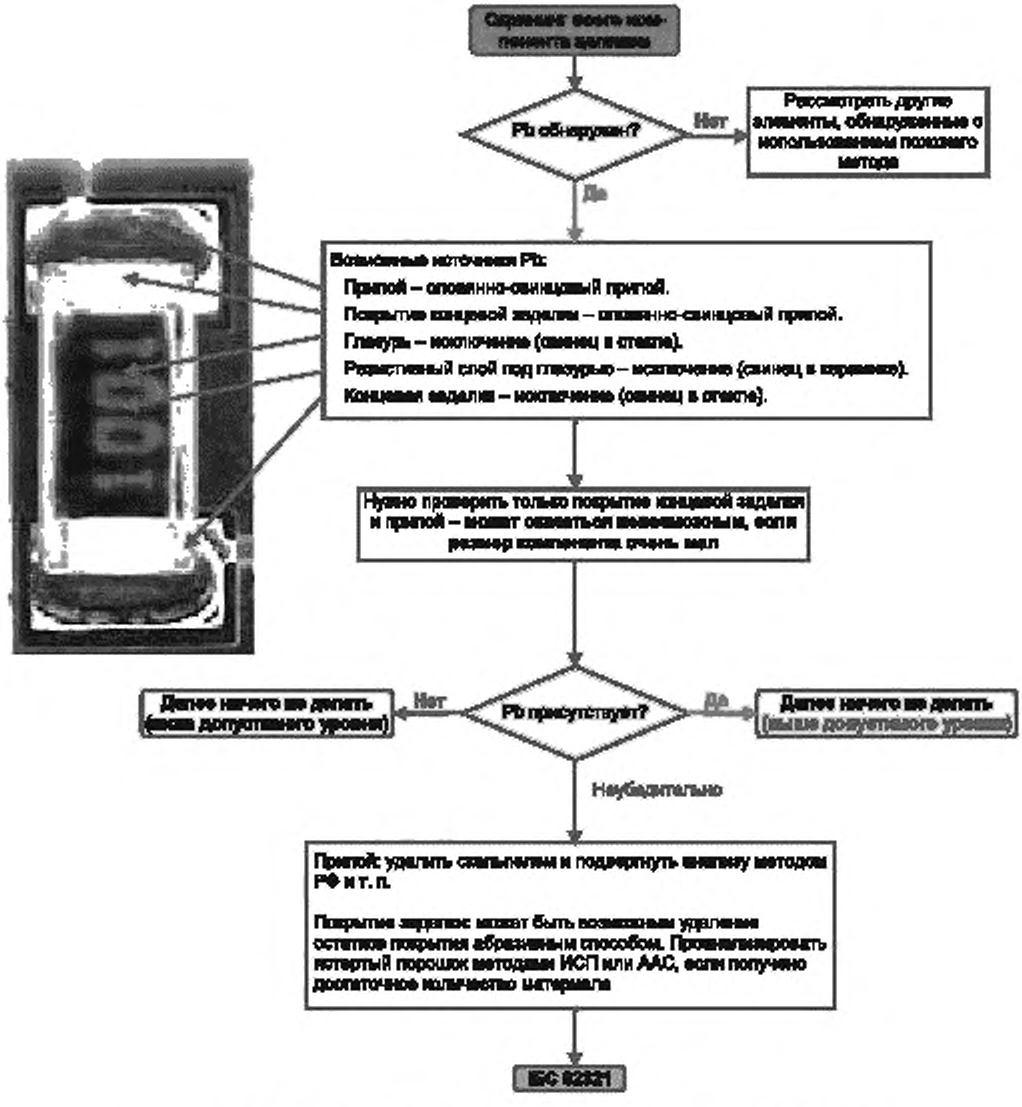


Рисунок А.7 — Отбор образцов компонентов — толстопленочный резистор

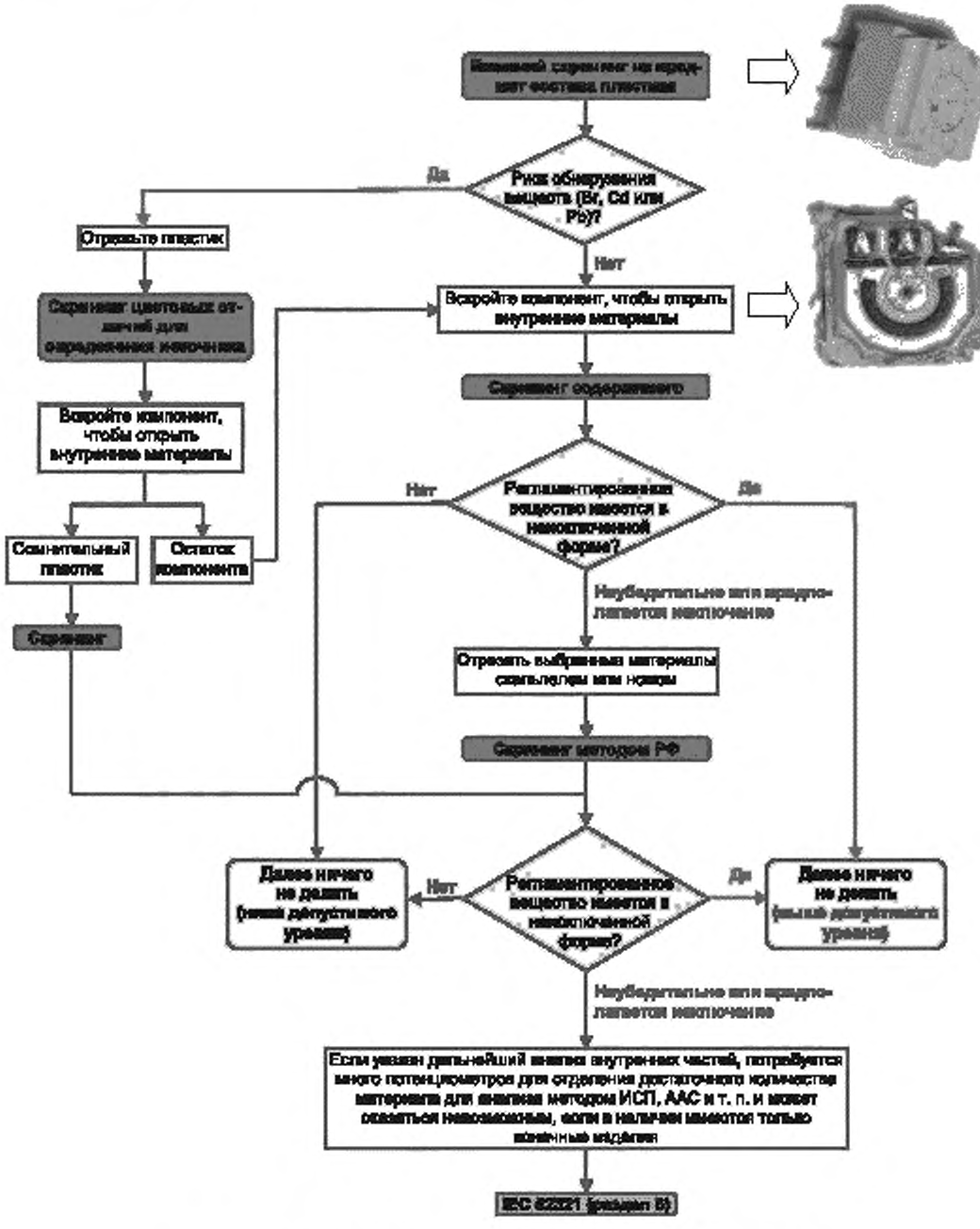


Рисунок А.8 — Отбор образцов компонентов — SMD потенциометр

Приложение В
(справочное)

Вероятность обнаружения регламентированных веществ в образце

В.1 Введение

Многие электротехнические изделия содержат большое количество различных материалов и веществ.

Именно поэтому, информация о присутствии или отсутствии регламентированных веществ в компонентах и материалах электротехнических изделий будет полезна при оценке соответствия, а также позволит оптимизировать процедуру подготовки и анализа образца в соответствии с приложением А. Для понимания руководства по корректному получению образца и методу измерений необходимо знать следующее:

- функцию вещества в наборе материалов;
- химическую совместимость вещества в его матрице;
- химические трансформации, которые возникают в течение получения/изготовления вещества/материала;
- другие факторы.

Для большей эффективности нет необходимости в испытаниях материалов/компонентов на вещества, которые по имеющимся данным в них отсутствуют, как, например, ингибиторы горения PBB/PBDE в металлических компонентах.

Кроме того, для проверки на соответствие материалов/компонентов, которые с большей вероятностью содержат регламентированные вещества, потребуется более частый и широкой анализ.

В таблице В.1 приведен перечень типичных материалов и компонентов электротехнической продукции с указанием вероятности присутствия в них шести регламентированных веществ. Данная таблица представляет собой первое средство определения зон, подходящих для отбора образцов. Однако поскольку в электротехнической отрасли используется множество материалов и компонентов и ежедневно появляются новшества, данная таблица не может считаться полной.

Таблица В.1 — Вероятность присутствия регламентированных веществ в материалах и компонентах, используемых в электротехнических изделиях

Компоненты/материалы	Регламентированные вещества [a]						Количество гомогенных материалов [b]	Примечания
	Hg	Cd	Pb	Cr (VI)	ПББ	ПБДЭ		
Механические части								
Рамка — металл							1	Неокрашенная
Корпус — пластик	L	L	L	L	L	M	1	
Шнур/кабель питания	L	H	H	L	L	M	> 1	
Толстопленочный датчик	L	H	M	L	L	M	> 1	
Теплоотвод	L	L	L	L	н/п	н/п	1	
Винт, шайба, крепеж — металл	L	M	M	H	н/п	н/п	1 и > 1	Иногда с покрытием, например черный и желтый хромат
Стекло — ЭЛТ, металло-стеклянный спай ламп	L	M	H	L	н/п	н/п	> 1	Pb в стекле может быть исключением
Фосфоресцентное покрытие (например, ЭЛТ)	L	H	L	L	н/п	н/п	> 1	
ЖК-панель/экран	H	L	H	H	L	L	> 1	
Плазменная панель/экран	H	L	H	H	L	L	> 1	Pb в стекле может быть исключением
Лампы, подсветка	H	L	H	M	н/п	н/п	> 1	Hg в лампах подсветки может быть исключением
Магнитная головка	L	L	H	M	н/п	н/п	> 1	

Продолжение таблицы В.1

Компоненты/материалы	Регламентированные вещества [a]						Количество гомогенных материалов [b]	Примечания
	Hg	Cd	Pb	Cr (VI)	ПББ	ПБДЭ		
ПП								
Основа/ламинат ПП	L	L	L	L	L	н/п	> 1	
Коннектор	M	L	H	L	L	H	> 1	
Конденсатор — электролитический	L	M	H	L	L	M	> 1	
Конденсатор — чип	L	M	M	L	L	M	> 1	
Резистор — тип IMT	L	M	H	L	L	L	> 1	
Резистор — чип	L	H	M	L	L	L	> 1	
Диод	L	M	M	L	L	L	> 1	
Предохранитель	L	M	H	L	L	L	> 1	
Припой (автоматическая и ручная пайка)	L	M	H	L	н/п	н/п	1	
Клей (красный и белый)	L	L	M	L	M	M	1	Используется для крепления компонентов
Покрытие концевой заделки компонента	L	H	H	L	н/п	н/п	1 и > 1	
Формованные части	L	L	L	L	L	H	1 и > 1	
Интегральная микросхема (ИМС) и корпус BGA	L	L	H	L	L	L	> 1	
Реле — ртутное	H	L	M	L	L	L	> 1	
Реле — электромагнитное	L	H	M	L	L	L	> 1	
Ключ — ртутный	H	L	M	L	L	L	> 1	
Ключ — механический	M	H	M	L	L	L	> 1	
Термостаты	H	M	M	L	L	L	> 1	
Датчики пламени	H	M	M	L	L	L	> 1	
Полупроводники тепловидения	H	M	M	L	L	L	> 1	
Трансформатор (ТВС)	L	M	H	L	L	M	> 1	
Комплектующие								
Дистанционное управление	L	H	H	L	L	L	> 1	
Внешний кабель (например, Scart, USB, cinch)	L	H	H	L	L	L	> 1	
Внешнее питание	L	H	H	L	L	M	> 1	
Материалы								
Краска, чернила и подобные покрытия	L	H	H	M	L	L	1	
Адгезив			M		M	M	1	
Полиуретан — глянцевый	H	M	M	L	L	M	> 1	

Окончание таблицы В.1

Компоненты/материалы	Регламентированные вещества [a]						Количество гомогенных материалов [b]	Примечания
	Hg	Cd	Pb	Cr (VI)	ПББ	ПБДЭ		
Поливинилхлорид (ПВХ)	L	H	H	M	L	M	1	
Стирол, полистирол (УПС), АБС, полиэтилен (ПЭ), полиэфир	L	M	M	L	L	H	1	
Резина	L	M	M	L	L	M	1	
Пластики — прочее	L	M	M	L	L	M	1	
Красители (все пластики) — красный, оранжевый, желтый, розовый, зеленый	M	H	H	H	н/п	н/п	1	
Металл	L	M	H	H	н/п	н/п	1 и > 1	
Сталь — прочее	L	L	L	H	н/п	н/п	1	
Сталь — легкообрабатываемая	L	L	H	L	н/п	н/п	1	
Медный сплав	L	H	H	L	н/п	н/п	1	Pb в металле может быть исключением
Алюминиевый сплав	L	L	H	L	н/п	н/п	1	Pb в металле может быть исключением
Хромовое покрытие	L	L	L	L	н/п	н/п	> 1	
Цинковое покрытие	L	H	H	H	н/п	н/п	> 1	
Другие металлические покрытия	L	H	L	H	н/п	н/п	> 1	
Стекло — прочее	L	M	H	M	н/п	н/п	U	Pb может быть исключением
Керамика	L	M	H	L	н/п	н/п	U	Pb может быть исключением

Примечание — Данная таблица используется в качестве руководства по выбору компонентов/материалов для испытаний, которые с большой вероятностью содержат регламентированные вещества. Не каждая деталь, указанная в данной таблице, требует испытаний, и не каждое вещество с «высокой» вероятностью подлежит испытаниям. Дополнительные указания по стратегии отбора проб см. в 4.3 (например, таблица 2). Очень важно идентифицировать любые применимые исключения до начала испытаний, чтобы обеспечить точную интерпретацию результатов анализа и исключить любые излишние последующие испытания.

[a] L — низкая вероятность;
M — средняя вероятность;
H — высокая вероятность;
н/п — не применимо.

[b] 1 — один гомогенный материал;
> 1 — два или более гомогенных материала;
U — неизвестно.

Приложение С
(справочное)

Комбинированные испытания и подготовка образца

С.1 Введение

Как показано в 5.7.3, комбинированные испытания изделий, состоящих из нескольких различных частей и/или слоев материала, в некоторых обстоятельствах могут использоваться в качестве метода скрининга с целью минимизации количества образцов, а следовательно, и расходов на анализ. Существует два подхода:

a) вычисление максимальной концентрации образца на основании аналитического предела обнаружения;

b) вычисление минимального аналитического предела обнаружения на основании концентрации образца.

При первом подходе максимальный уровень регламентированного вещества в одном материале комбинированной образцовы может быть вычислен, если при химическом анализе всего комбинированного образца получен результат «не обнаружено».

С.2 Расчет максимальной концентрации сложного образца, основанный на пределе обнаружения

Пример 1 основан на следующих предположениях:

- компонент/часть содержит четыре различных гомогенных материала (общей массой 18 мг);
- только материал с самой маленькой долей в составе (материал А) мог бы содержать регламентированные вещества Pb и Cd;
- метод химического анализа комбинированных образцов имеет предел обнаружения, равный 20 мг/кг;
- для химического анализа компонент/часть был измельчен в порошок (гомогенный образец).

Результаты «не обнаружено» означают, что в комбинированном образце, отобранной из компонента, может содержаться до 20 мг/кг Pb и Cd. Исходя из худшего случая (присутствуют как Pb, так и Cd в количестве 20 мг/кг), можно рассчитать максимальное загрязнение или ошибку Pb и Cd (см. таблицу С.1). При максимальных уровнях 20 мг/кг для Pb и Cd в комбинированном образце гомогенный материал А может содержать до 360 мг/кг Pb и Cd. Для Pb это значение ниже допустимого предела 1000 мг/кг. Но для Cd максимальный допустимый предел 100 мг/кг может быть превышен.

Для данного комбинированного образца можно сделать вывод о необходимости дальнейшего анализа на Cd для определения его соответствия требованиям.

Примечание — Комбинированные испытания являются лишь методом скрининга.

Таблица С.1 — Максимальная расчетная концентрация сложного образца, основанная на пределе обнаружения

Материал	Масса, мг	Процент от общей массы комбинированной пробы, %	Максимальная доля Pb (при пределе обнаружения 20 мг/кг), мг/кг	Максимальная доля Cd (при пределе обнаружения 20 мг/кг), мг/кг
Материал А	1	6	360	360
Материал В	4	22	0	0
Материал С	5	28	0	0
Материал D	8	44	0	0
Итого (состав)	18	100	—	—
Среднее (состав)	—	—	20	20

При втором подходе можно вычислить требуемый предел обнаружения, гарантирующий отсутствие регламентированных веществ в количестве, превышающем определенный уровень.

Если вещество можно обнаружить в сложном образце, то концентрация вещества, содержащегося в гомогенном материале А, может быть рассчитана по следующей формуле:

$$C_A = \frac{MDL \cdot m_C}{m_A},$$

где C_A — концентрация вещества, содержащегося в материале А, мг/кг;

MDL — требуемый предел обнаружения для сложного образца, мг/кг;

m_C — масса сложного образца, мг;

m_A — масса материала, мг.

С.3 Требуемый предел обнаружения для комбинированного образца, исходя из предельной допустимой концентрации

Пример 2 (см. таблицу С.2) основан на следующем предположении:

- тот же сложный образец, который использовался в примере 1, содержит 1000 мг/кг свинца и 100 мг/кг кадмия.

Чтобы проверить эти уровни Pb и Cd химическим анализом, потребовался бы метод с пределом обнаружения около 50 мг/кг для Pb и 5 мг/кг для Cd, как показано в таблице С.2.

Таблица С.2 — Требуемый предел обнаружения для комбинированного образца, исходя из предельной допустимой концентрации

Материал	Масса, мг	Процент от общей массы комбинированной пробы, %	Доля Pb, мг/кг	Доля Cd мг/кг
Материал A	1	6	1000	100
Материал B	4	22	0	0
Материал C	5	28	0	0
Материал D	8	44	0	0
Итого (состав)	18	100	—	—
Среднее (состав)	—	—	56	5,6
Требуемый предел обнаружения/мг/кг	—	—	56	5,6

Требуемый предел обнаружения для сложного образца может быть рассчитан по формуле

$$MDL = \frac{C_L \cdot m_A}{m_C},$$

где MDL — требуемый предел обнаружения для сложного образца, мг/кг;

C_L — максимально допустимая концентрация вещества, содержащегося в материале А;

m_A — масса материала, мг;

m_C — масса сложного образца, мг.

Кроме того, необходимо учитывать, что пределы обнаружения аналитических методов и концентрации регламентированных веществ имеют допустимую погрешность и содержание регламентированных веществ в «гомогенном материале» может колебаться (см. IEC 62321-3-1 и IEC 62321-3-2). Поэтому рекомендуется применять коэффициент запаса при комбинированных испытаниях.

Приложение D
(справочное)

Оборудование, необходимое для подготовки образца

При отборе образцов путем разборки и разделения широко используются следующие инструменты:

- паяльник;
- отвертка (электрическая);
- инструмент для снятия изоляции с кабеля;
- нож со сменным лезвием;
- гаечные ключи (рожковые/накидные);
- гайковерт;
- молоток;
- дрель;
- оплетка для выпайки, т. е. шнур для впитывания расплавленного припоя;
- ключи-шестигранники;
- кусачки;
- пассатижи;
- ручная пила;
- ножницы;
- пинцет;
- пластиковые пакеты.

Применение теплового пистолета (рисунок D.1) и вакуумного пинцета (рисунок D.2) показано ниже.

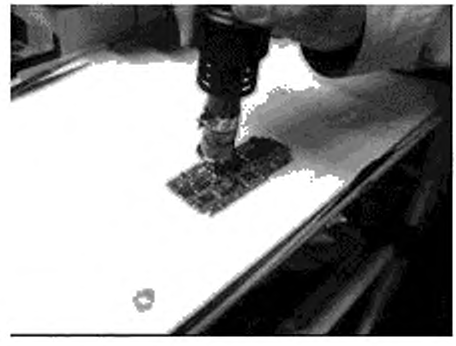


Рисунок D.1 — Тепловой пистолет для извлечения электронных компонентов

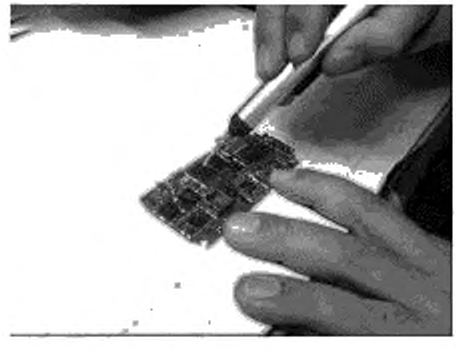


Рисунок D.2 — Вакуумный пинцет для извлечения требуемых электронных устройств

Приложение Е
(справочное)

Примеры разборки мобильных телефонов методом разъединения

Е.1 Общая информация

Сотовый телефон — это компактное и сложное изделие, состоящее из множества компонентов малого размера. Поэтому процедура отбора образцов такого изделия является хорошим примером того, как могут разрабатываться методологии отбора образцов практически для каждого электротехнического изделия.

В приложении приведены следующие примеры:

- частичная разборка без инструментов — сотовый телефон типа А;
- частичная разборка с применением простого инструмента — сотовый телефон типа В;
- полная разборка — сотовый телефон типа В;
- частичное разделение — сотовый телефон типа В;
- полное разделение — пример разделения мелких электронных компонентов;
- полное разделение компонента выводной рамки ИМС;
- полное разделение шариков припоя корпуса BGA.

Е.2 Частичная разборка без инструментов — сотовый телефон типа А

Рисунок Е.1 — Сотовый телефон с зарядным устройством и крышкой объектива камеры

Данный сотовый телефон (рисунок Е.1) предоставляет ограниченные возможности для анализа в качестве комплектного изделия.

Зарядное устройство содержит не менее шести отдельных зон, которые изготовлены из различных материалов, и может быть подвергнуто скринингу без разборки. Заднюю крышку телефона можно снять и извлечь аккумулятор телефона. Поскольку наружная сторона задней крышки покрыта металлом, ее анализ (скрининг) следует провести на обеих сторонах.

Такая частичная разборка сотового телефона является предельно возможной без использования инструментов, указанных в таблице Е.1 и как показано на рисунке Е.2.

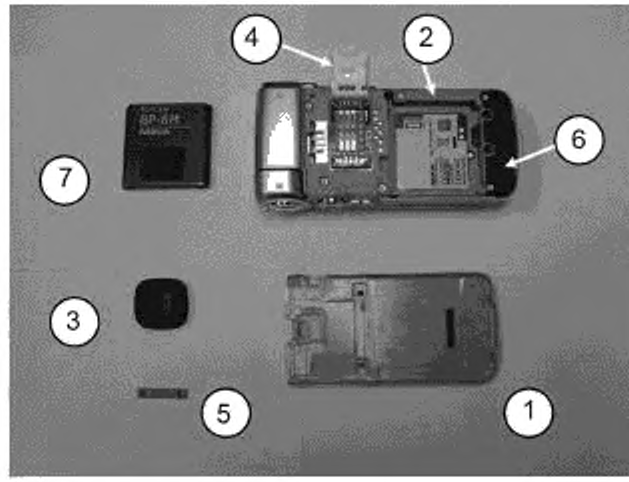


Рисунок Е.2 — Сотовый телефон с аккумулятором и снятой задней крышкой

Таблица 1 — Возможные регламентированные или контролируемые вещества, содержащиеся в сотовом телефоне

Номер пробы	Компонент/сборочный узел	Материалы	Вероятность присутствия [a]	Элементы, относящиеся к регламентированным веществам [b]	Выбор для анализа
1	Пластиковая задняя крышка	Полимер	Средняя	Pb, Br	См. 4.3
2	Пластиковый корпус телефона	Полимер	Средняя	Pb, Br	См. 4.3
3	Пластиковая крышка для объектива	Полимер	Средняя	Pb	См. 4.3
4	Металлический зажим для SIM-карты	Полимер	Низкая	Cr, Cd	См. 4.3
5	Крышка COM-порта	Полимер	Средняя	Pb, Br	См. 4.3
6	Пластиковая деталь корпуса	Полимер	Средняя	Pb, Br	См. 4.3
7	Аккумулятор	Сложный	Высокая?	(Cd, Pb, Hg)	См. 4.3
Пробы, обозначенные на рисунке Е.2, могут быть подвергнуты скринингу напрямую. В 5.7 приведены указания по дальнейшим действиям.					
[a] Вероятность присутствия обозначает возможность обнаружения указанных регламентированных веществ. [b] Присутствие Br (брома) может указывать на использование регламентированного бромированного ингибитора горения.					

E.3 Частичная разборка с применением простых инструментов — сотовый телефон типа B

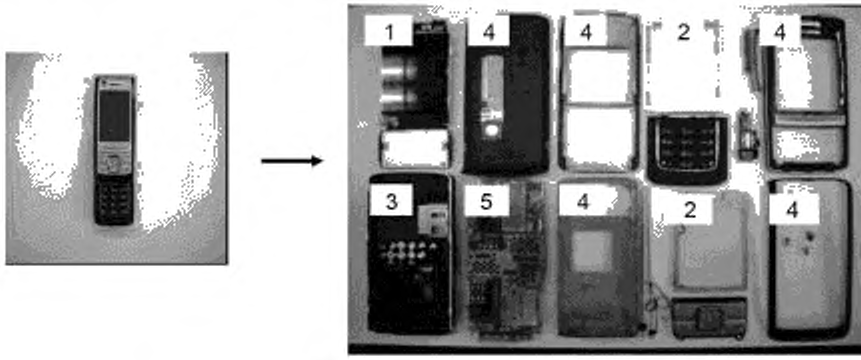


Рисунок E.3 — Частичная разборка сотового телефона (тип B) на его основные компоненты

В данном примере описывается процесс разборки другого сотового телефона с использованием только простых инструментов, таких как отвертки. Следует обратить внимание на то, что после разборки телефона его части можно легко собрать, и телефон будет исправно работать.

Вначале можно отделить основные части и компоненты, как показано на рисунке E.3. В данном случае такими частями являются TFT-дисплей, клавиатура, нижняя часть корпуса, основная ПП, корпус/рамка согласно таблице E.2.

Таблица E.2 — Возможные регламентированные вещества в основных компонентах сотового телефона

Номер пробы	Компонент/ сборочный узел	Материалы	Вероятность присутствия [a]	Элементы, относящиеся к регламентированным веществам [b]	Выбор для анализа
1	TFT-дисплей	Полимер/стекло/ металл	Средняя	Pb	После дальнейшей разборки или разделения
2	Клавиатура	Полимер	Высокая	Cd, Hg	Требуется дальнейшая разборка
3	Нижняя часть корпуса	Полимер	Высокая	Cd, Br	Да
4	Остальной корпус/рамка	Полимер	Высокая	Cd, Br	Да
5	Основные ПП	Большое число различных материалов (стекловолокно, медь)	Высокая	Pb, Br, Hg	После дальнейшей разборки или разделения

[a] Вероятность присутствия обозначает возможность обнаружения указанных регламентированных веществ (см. таблицу B.1).

[b] Присутствие Br (брома) может указывать на использование регламентированного бромированного ингибитора горения.

Не все компоненты сотового телефона, полученные в результате такой частичной разборки, пригодны для прямого анализа. TFT-дисплей и ПП представляют собой сложные структуры, содержащие множество различных материалов. Их конструкция и размер затрудняют проведение анализа материалов без дальнейшей разборки/разделения независимо от используемого метода анализа.

Однако если первым этапом анализа является РФ-скрининг, то относящиеся к регламентированным вещества, которые присутствуют в этих сложных сборочных узлах, могут быть обнаружены (см. IEC 62321-3-1).

Затем будет необходимо принять решение о необходимости подтверждающих испытаний. Образцы 3 и 4 являются гомогенными материалами, которые могут быть испытаны непосредственно методом РФ.

Образец 2 — сборочный узел клавиатуры, который может быть подвергнут скринингу на данном этапе, но также может пройти и дальнейшую разборку.

Е.4 Полная разборка — сотовый телефон типа В

Как показано в пунктах Е.2 и Е.3, немногие части сотового телефона имеют достаточно простую конструкцию и состав для прямого, значимого анализа. Почти все части требуют дальнейшей разборки, которая может привести к потере их функциональности.

В пункте Е.6 приведено описание полной разборки сотового телефона типа В. На рисунках Е.4—Е.6 показан процесс разборки клавиатуры (рисунок Е.4), нижней части корпуса (рисунок Е.5) и материалов остального корпуса/рамки (рисунок Е.6). Эти части телефона могут быть легко разобраны при помощи обычных инструментов (см. приложение D) для получения практически однокомпонентных материалов, таких как пластик или металл. Как и ранее выбор образцов может осуществляться на основании руководства по присутствию регламентированных веществ в соответствии с таблицей В.1.

Рисунок Е.4 — Полная разборка клавиатуры

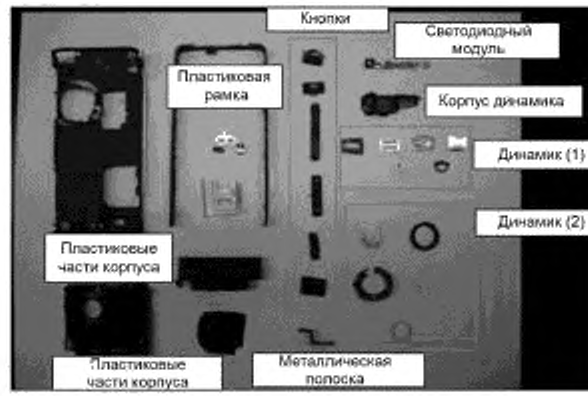


Рисунок Е.5 — Полная разборка нижней части корпуса

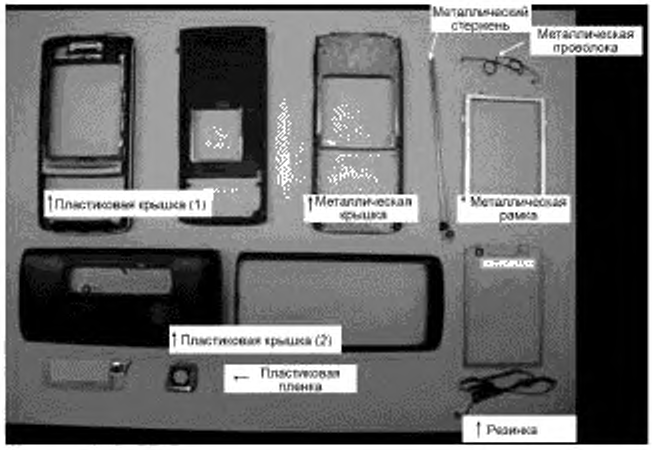


Рисунок Е.6 — Полная разборка остального корпуса/рамки

Е.5 Частичное разделение — сотовый телефон типа В

На рисунке Е.7 показано частичное разделение сборочного узла TFT сотового телефона типа В (разборка которого рассмотрена в Е.3 и Е.4). Отделение некоторых компонентов дисплея, например корпуса, изоляции и фильтра, может быть выполнено только разрушающим способом (разделением).

Подобным образом частичное разделение основной ПП данного сотового телефона на компоненты показано на рисунке Е.8. Инструменты, необходимый для такого разделения, включают в себя отвертки, паяльник и небольшой нож (другие инструменты указаны в приложении D).

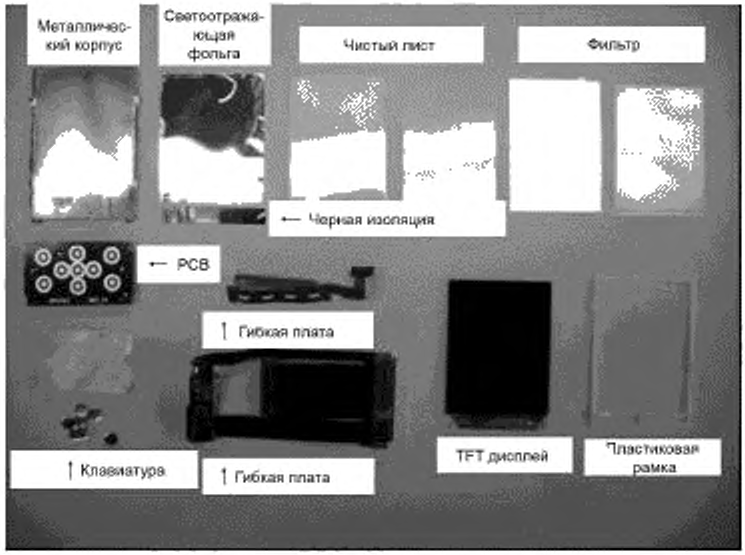


Рисунок Е.7 — Компоненты TFT-дисплея сотового телефона после частичного разделения

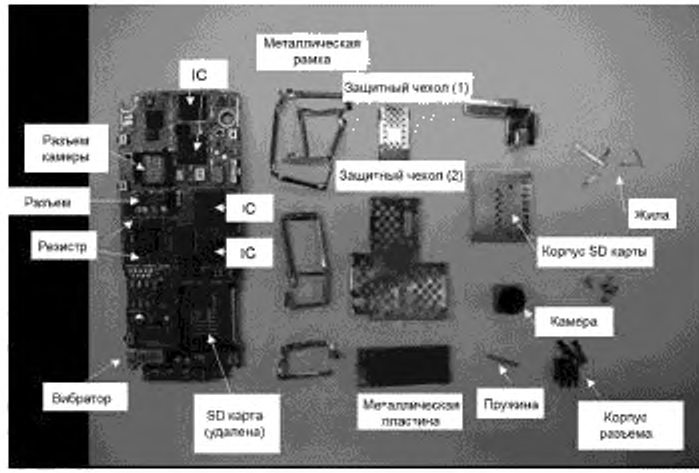


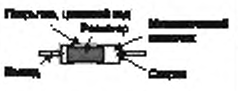
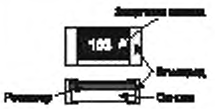
Рисунок Е.8 — Компоненты основной ПП сотового телефона после частичного разделения

Е.6 Полное разделение — Примеры разделения мелких электронных компонентов

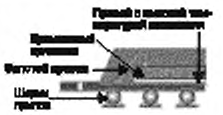
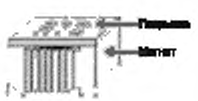
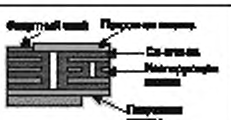
В таблице Е.3 показаны примеры структуры и материалов типичных компонентов, используемых в электротехнической продукции. Эти компоненты могут быть получены от поставщика либо после их демонтажа с ПП. Аналитическая образцова конкретного материала может быть отобрана из компонента с использованием соответствующих инструментов (см. приложение D). В то же время необходимо сосредоточиться на материалах, которые с наибольшей вероятностью содержат регламентированные вещества (см. таблица В.1).

Примеры в таблице Е.3 отражают современные и традиционно используемые компоненты (например, интегральные микросхемы с шариковыми выводами (BGA) не применялись некоторое время назад). Очевидно, что даже кажущиеся простыми компоненты, например резисторы с проволочными выводами, содержат много различных материалов. Это подчеркивает необходимость тщательного планирования и разработки индивидуальной методологии отбора образцов для каждого компонента.

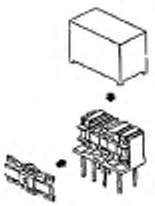
Таблица Е.3 — Примеры разделения для типовых малых электронных компонентов

Сборочные узлы и компоненты		Структура	Место отбора проб	Возможные опасные материалы	Исключение	Процедура отбора проб для анализа методом IEC 62321	Условия или ограничения отбора проб
Резистор	Тип IMD		Вывод	Pb		Резка выводов	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Покрытие	Pb, Cr6+		Соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Цветовой код (чернила)	Pb, Cr6+		Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Резистор	Pb	Резистор: Pb (стекло)	Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
	Тип SMD		Электрод	Pb		Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Защитная пленка	Pb	Защитная пленка: Pb (стекло)	Практический метод механического разделения отсутствует	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
Конденсатор	Электролитический		Вывод	Pb		Резка выводов	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Гильза (ПВХ)	Pb		Соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Чернила	Pb, Cr6+		Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
	Чип-конденсатор		Припой	Pb		Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Чернила	Pb, Cr6+		Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб

Продолжение таблицы Е.3

Сборочные узлы и компоненты		Структура	Место отбора проб	Возможные опасные материалы	Исключение	Процедура отбора проб для анализа методом IEC 62321	Условия или ограничения отбора проб
Чипы ИМС	Выводная рамка		Выводная рамка	Pb		Резка выводов	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Чернила	Pb, Cr6+		Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
	Тип BGA		Шарик припоя	Pb	Припой: Pb (тип с высокой температурой плавления)	Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
Формованные коннекторы			Корпус	ПББ/ ПБДЭ		Резка или соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Фиксирующий язычок	Pb		Практический метод механического разделения отсутствует	Перекрестное загрязнение. Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Контакт	Pb		Резка или соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
Катушка			Электрод	Pb	Магнитное тело: Pb (керамика)	Резка или соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Покрытие	Pb, Cr6+, Cd		Соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
Гибкая плата			Защитный слой	Pb		Соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб

Окончание таблицы Е.3

Сборочные узлы и компоненты		Структура	Место отбора проб	Возможные опасные материалы	Исключение	Процедура отбора проб для анализа методом IEC 62321	Условия или ограничения отбора проб
Реле			Крышка корпуса	Pb, Cr6+, Cd		Резка	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Якорь	Pb		Соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Неподвижный контакт	Pb		Резка или соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Клемма	Pb		Резка или соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
			Корпус	Pb, Cr6+, Cd		Соскабливание	Число проб для получения достаточной массы пробы; время приготовления проб
					Неподвижный контакт: Cd		
					Неподвижный контакт: Cd		

E.7 Полное разделение корпуса ИМС с выводной рамкой

В данном подразделе приведен пример разделения корпуса ИМС с выводной рамкой, где вероятно присутствие Pb в покрытой оловом (Sn) концевой заделке.

Шаг 1 — Удаление металлических выводов из корпуса ИМС

Выводы были удалены из корпуса (рисунок E.9a) путем среза металлических частей, выступавших за пределы корпуса. Процедура удаления выводов заняла приблизительно 2 ч для 36 отдельных ИМС, в результате чего был получен металлический образец массой 1,2 г.

Если отрезка выводов производится осторожно и образец не отбираются слишком близко к корпусу ИМС, то собранный образец выводов не должен быть загрязнен другими материалами. Время подготовки и число образцов, необходимое для получения массы, достаточной для анализа металлов, делают такую процедуру разделения компонента выводной рамки осуществимой в промышленности. На рисунке E.9b показан образец выводов после разделения.

Шаг 2 — Разделение корпуса

На рисунке E.9c показан корпус ИМС после разделения. Предполагается, что разделение может быть выполнено таким образом, чтобы исключить перекрестное загрязнение слоями других материалов.

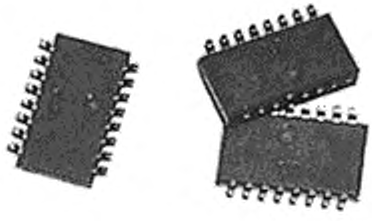


Рисунок E.9a — Корпус ИМС с выводной рамкой

Рисунок E.9b — Металлические выводы после разделения

Рисунок E.9c — Корпус ИМС после разделения

Рисунок E.9 — Разделение компонента выводной рамки

E.8 Полное разделение корпуса шариковых выводов (BGA)

E.8.1 Общая информация

Корпус типичного компонента BGA состоит из нескольких слоев различных материалов: основы, заливки, кремниевого кристалла, столбиковых выводов из припоя С4, паяльной пасты и шариков припоя. На рисунке E.10 показан пример корпуса BGA до разделения.

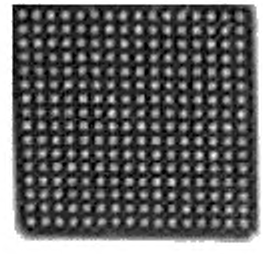


Рисунок E.10 — Корпус BGA до разделения

Е.8.2 Удаление шариков припоя из корпуса BGA — Процедура ручного удаления

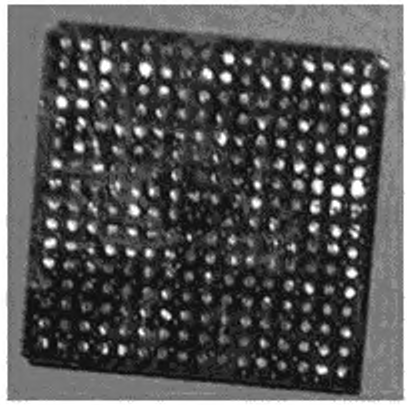


Рисунок Е.11 — Корпус BGA, разделенный посредством процедуры удаления вручную

Шарики припоя, показанные на рисунках Е.10 и Е.11, были отделены от корпуса BGA с использованием процедуры удаления вручную при помощи острого инструмента, позволяющего соскоблить или срезать шарики припоя с основы. Несмотря на меры предосторожности, предпринятые для исключения попадания основы, флюса или паяльной пасты вместе с отделенными шариками припоя, при применении этой процедуры сбора шариков припоя имело место несоответствие.

Некоторые шарики припоя можно было только срезать, тогда как другие просто «выскакивали» из корпуса, а не были срезаны или соскоблены. Как видно из рисунка Е.11, шарики припоя не были отделены от корпуса, таким образом, который гарантировал бы, что был собран только материал шариков припоя.

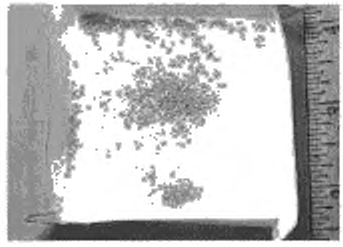


Рисунок Е.12 — Материал шариков припоя, собранный из корпуса BGA посредством процедуры удаления вручную

С использованием процедуры удаления вручную потребовалось приблизительно 2 ч для удаления шариков из 15 корпусов BGA. Масса собранного материала шариков припоя составила лишь 1,5 г и содержала некоторое количество материалов флюса, паяльной пасты и основы. Таким образом, потребовалось бы около 45 корпусов BGA и около 6 ч, чтобы собрать образец достаточной для анализа массы 4,4 г в соответствии с 5.7.1.

На рисунке Е.12 показан собранный материал шариков припоя. Однако образец, собранный с использованием такой процедуры удаления вручную, не мог рассматриваться как «гомогенный» материал шариков припоя, поскольку он содержал другие материалы (такие как флюс, фрагменты основы), полученные в ходе процедуры разделения.

Е.8.3 Удаление шариков припоя из корпуса BGA — Процедура среза шариков припоя

Поскольку с использованием процедуры удаления вручную не удалось получить гомогенный образец шариков припоя, возникла необходимость в другом методе удаления шариков припоя, а именно в методе прочности на срез [8] или процедуре среза шариков припоя JEDEC JESD22-B117. Несмотря на то, что стандарт JEDEC был разработан не для удаления шариков припоя с целью анализа материала, он представляет собой промышленную процедуру, используемую некоторыми компаниями в лабораториях контроля качества (КК).

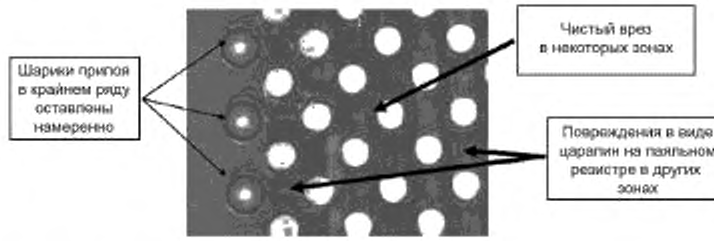


Рисунок Е.13 — Удаление шариков припоя корпуса BGA посредством процедуры среза шариков

Как и прежде для получения массы образца, достаточной для анализа, потребовалось бы примерно 45 корпусов BGA, что означает приблизительно 6 ч для приготовления образца.

Как видно из рисунка Е.13, метод среза шариков припоя также стал причиной загрязнения из-за соскабливания паяльного резиста вместе с материалом шариков припоя в некоторых местах. Тем не менее, величина загрязнения при применении процедуры среза шариков припоя была существенно меньшей по сравнению с величиной загрязнения при использовании процедуры удаления вручную.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 62321-1:2013	IDT	ГОСТ IEC 62321-1—2016 «Определение некоторых веществ в электротехнических изделиях. Часть 1. Введение и обзор»
IEC 62321-3-1:2013	IDT	ГОСТ IEC 62321-3-1—2016 «Определение некоторых веществ в электротехнических изделиях. Часть 3-1. Скрининг. Анализ свинца, ртути, кадмия, общего хрома и общего брома методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии»
IEC 62321-3-2:2013	IDT	ГОСТ IEC 62321-3-2—2016 «Определение некоторых веществ в электротехнических изделиях. Часть 3-2. Скрининг. Определение общего брома в полимерах и электронике посредством сжигания и последующего анализа методом ионной хроматографии продуктов сгорания»
IEC 62321-4:2013	IDT	ГОСТ IEC 62321-4—2016 «Определение некоторых веществ в электротехнических изделиях. Часть 4. Определение ртути в полимерах, металлах и электронике методами CV-AAS, CV-AFS, ICP-OES и ICP-MS»
IEC 62321-5:2013	IDT	ГОСТ IEC 62321-5—2016 «Определение некоторых веществ в электротехнических изделиях. Часть 5. Определение кадмия, свинца и хрома в полимерах и электронике, а также кадмия и свинца в металлах методами AAS, AFS, ICP-OES и ICP-MS»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] IEC/PAS 62596:2009 — Electrotechnical products — Determination of restricted substances — Sampling procedure — Guidelines
(Продукция электротехническая. Определение регламентированных веществ. Процедура отбора образцов. Руководство)

[2] IEC 62554 — Sample preparation for measurement of mercury level in fluorescent lamps
(Подготовка образцов для измерения уровня ртути в люминесцентных лампах)

[3] IEC/TR 62476:2010 — Guidance for evaluation of products with respect to substanceuse restrictions in electrical and electronic products
(Руководство по оценке продукции относительно ограничений использования веществ в электрических и электронных изделиях)

[4] IEC 62542 — Standardization of environmental aspects — Glossary of terms
(Стандартизация в области окружающей среды относительно электрических и электронных товаров и систем. Глоссарий терминов)

[5] IEC 62321-6 — Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 6: Determination of polybrominated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in polymers and electronics by GC-MS, IAMS and HPLC-UV
(Определение некоторых веществ в электротехнических изделиях. Часть 6. Определение уровня полибромбифенилов и полибромированных дифениловых эфиров в полимерах и электронике методами GC-MS, IAMS и HPLC-UV)

[6] IEC 62321-7-1 — Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 7-1: Determination of the presence of hexavalent chromium (Cr(VI)) in colourless and coloured corrosion-protected coatings on metals by the colorimetric method
(Определение некоторых веществ в электротехнических изделиях. Часть 7-1. Определение уровня шестивалентного хрома (Cr(VI)) в неокрашенных и окрашенных антикоррозийных покрытиях металлов колориметрическим методом)

[7] IEC 62321-7-2 — Determination of certain substances in electrotechnical products — Part 7-2: Determination of hexavalent chromium (Cr(VI)) in polymers and electronics by the colorimetric method
(Определение некоторых веществ в электротехнических изделиях. Часть 7-2. Определение уровня шестивалентного хрома (Cr(VI)) в полимерах и электронике колориметрическим методом)

[8] IEC 62137-1-2 — Surface mounting technology — Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint — Part 1-2: Shear strength test
(Технология поверхностного монтажа. Методы испытаний паяных соединений поверхностного монтажа на долговечность и воздействие окружающей среды. Часть 1-2. Испытание прочности на сдвиг)

[9] JEDEC JESD22- B117 — Solder ball shear procedure
(Процедура среза шарикового вывода)

Дополнительные источники, не процитированные по тексту

ISO/IEC Guide 99:2007 — International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)
(Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины (VIM))

IEC/TS 62239:2008 — Process management for avionics — Preparation of an electronic
(Управление производством авиационной радиоэлектроники. Подготовка плана управления электронными компонентами)

УДК 621.3:543.054(083.74)(476) МКС 13.020; 43.040.10 IDT

Ключевые слова: изделия электротехнические, изделия электронные, образец, отбор образцов, регламентированные вещества

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 27.08.2021. Подписано в печать 24.09.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 4,74.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru